



Universidad Laica VICENTE
ROCAFUERTE de Guayaquil



Facultad de Ingeniería,
Industria y Construcción

**Proyecto de Investigación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Civil**

Tema:

**ESTUDIO Y DISEÑO DEL
SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL
BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS
UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO
CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS**

Realizado por:

Jhonny Arturo Dueñas Cedeño

Tutora:

Ing. Jessica Guevara Sáenz de Viteri, MSc

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año – 2015



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi querida MADRE por todo su amor, sacrificio, esfuerzo y apoyo diario; y poder así, alcanzar la meta propuesta



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fuerza y voluntad necesaria para terminar este proyecto y culminar con otra meta de mi vida.

Agradezco a toda mi familia que me dio palabras de cariño y aliento para seguir adelante.

Agradezco a mis compañeros de aula por compartir los conocimientos adquiridos.

Agradezco a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil por acogerme en sus aulas y a todos mis profesores que supieron brindar sus conocimientos y consejos, y en especial a mi tutora Ing. Jessica Guevara por su compromiso de guiarme y culminar con éxito este proyecto.

Agradezco a mis amigos y compañeros de trabajo que de alguna u otra forma me ayudaron y muy especialmente al Ing. Luis Espinoza (+) por sus palabras y consejos en mis años de estudios.

Agradezco al Consorcio ILM-Las Iguanas y sus representantes Ing. Federico von Buchwald y el Ing. Pablo Martínez por su apoyo y paciencia.



CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO DE AUTOR

Guayaquil, julio 20 de 2015

Yo, Jhonny Arturo Dueñas Cedeño, declaro bajo juramento, que la autoría del presente trabajo me corresponde totalmente y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación que he realizado.

De la misma forma, cedo mis derechos de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y Normativa Institucional vigente.

Jhonny Dueñas Cedeño
Autor



CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Guayaquil, julio 20 de 2015

Certifico que el Proyecto de Investigación Titulado: ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS, ha sido elaborado por Jhonny Arturo Dueñas Cedeño, bajo mi Tutoría y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el Tribunal Examinador que se designe al efecto.

Ing. Jessica Guevara Sáenz de Viteri, MSc
Tutora del Proyecto de Investigación



TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Guayaquil, julio 20 de 2015

Ing. Fausto Cabrera Montes, MSc
Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción

Ing. Jessica Guevara Sáenz de Viteri, MSc
Tutora del Proyecto de Investigación

Ing. Josué Rodríguez Santos
Miembro del Tribunal de Graduación



RESUMEN EJECUTIVO

Desde el principio de la humanidad el hombre ha sido generador de desechos producto de las diversas actividades que diariamente realiza.

Según el Ministerio del Ambiente, en el Ecuador se produce 50 000 toneladas diarias de desechos domiciliarios, de los cuales el 20% son llevados para ser tratadas en un Relleno Sanitario y el 80% es llevada a los botaderos a cielo abierto sin ningún tratamiento. De las 221 Municipalidades en el Ecuador, solo 77 municipios que representan el 34.8% tiene un Relleno Sanitario y 144 municipios que representan el 65.2% descarga sus residuos en un botadero a cielo abierto.

Por esta razón se hace necesario realizar un Estudio y Diseño del Saneamiento Ambiental del Botadero de Residuos Sólidos Ubicados en el Cantón Pedro Carbo Provincia del Guayas, cuyo objetivo principal es mejorar el manejo y tratamiento de los residuos sólidos y reducir los impactos ambientales.

Se realizó el levantamiento topográfico para cuantificar los 86 510.35m³ de desechos acumulados en el sitio, se calculó la producción de desechos diarios que son 26.78 toneladas, la producción de lixiviado 4.02m³ diarios.

Con los datos obtenidos anteriormente se realizaron los diseños de la celda diaria, el diseño del drenaje para los lixiviados, el drenaje para la evacuación de los gases y el diseño de la piscina para el almacenamiento de los lixiviados.



ÍNDICE

Contenido	Página
CAPITULO I	
1 MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Descripción general.....	1
1.2 Justificación e importancia de la investigación.....	5
1.3 Planteamiento del problema.....	7
1.4 Objeto de la investigación.....	8
1.5 Campo de acción.....	8
1.6 Objetivos.....	9
1.6.1 Objetivo general.....	9
1.6.2 Objetivos específicos.....	9
1.7 Hipótesis.....	10
1.8 Metodología de la investigación.....	11
1.9 Productos obtenidos.....	12
1.10 Aportes teóricos y prácticos de la investigación.....	12
CAPITULO II	
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	14
2.1 Relleno Sanitario.....	14
2.1.1 Tipos de rellenos sanitarios.....	15
2.1.1.1 Relleno sanitario mecanizado.....	15
2.1.1.2 Relleno Sanitario Semimecanizado.....	16
2.1.1.3 Relleno Sanitario Manual.....	17
2.1.2 Métodos de rellenos sanitarios.....	18
2.1.2.1 Método de trinchera o zanja.....	18
2.1.2.2 Método del área.....	19
2.1.2.3 Combinación de ambos métodos.....	20
2.2 Botaderos a cielo abierto.....	21
2.2.1 Rellenos Sanitarios vs Botaderos a cielo abierto.....	24
2.3 Demografía.....	27
2.3.1 Densidad de población.....	28
2.3.2 Tasa de crecimiento.....	30
2.3.3 Población futura.....	31
2.4 Desechos sólidos.....	34
2.4.1 Generación de desechos sólidos.....	34



2.4.2	Caracterización de los desechos sólidos.....	35
2.4.3	Determinación de la composición física de los residuos sólidos.	37
2.4.4	Producción per cápita (ppc).....	41
2.5	Lixiviados.	42
2.5.1	Generación de lixiviado.....	43
2.5.2	Caracterización de los lixiviados.....	43
2.5.3	Riesgos de los lixiviados.	46
2.5.4	Tratamiento de los lixiviados.	47
2.5.4.1	Procesos anaeróbicos.	48
2.5.4.2	Procesos aeróbicos.....	48
2.5.4.3	Evaporación.	49
2.5.4.4	Recirculación de lixiviados.....	50
2.6	Generación de gases.	52
2.7	Material de cobertura.....	54
2.7.1	Importancia de la cobertura.	55
2.8	Lagunas de oxidación.	56
2.8.1	Lagunas de oxidación aerobias.....	58
2.8.2	Lagunas de oxidación anaerobias.....	58
2.8.3	Lagunas de oxidación facultativas.....	58
2.9	Condiciones climáticas.....	58
2.10	Legislación Ambiental.....	59
2.10.1	Ley de Gestión Ambiental.....	60
2.10.2	Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.....	61
2.10.3	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA).....	62
2.10.4	De la Calidad Ambiental.	64

CAPITULO III

3	EVALUACION DIAGNOSTICA	66
3.1	Línea base.....	66
3.1.1	Ubicación.....	68
3.1.2	Población.....	69
3.1.3	Temperatura.....	70
3.1.4	Precipitación.....	71
3.1.5	Heliofanía.	72
3.1.6	Humedad relativa.....	73
3.1.7	Nubosidad.....	74



3.1.8	Velocidad y dirección del viento.....	75
3.1.9	Suelo.....	76
3.1.10	Flora.....	78
3.1.11	Fauna	79
3.1.12	Socioeconómico.	80
3.1.13	Cultural.....	81
3.1.14	Paisajismo.....	82
3.1.15	Área de influencia.....	82
3.2	Topografía.	83
3.2.1	Levantamiento topográfico.....	83
3.2.2	Equipos utilizados.	86
3.2.3	Vialidad.	86
3.3	Cobertura.....	88
3.4	Lixiviado.....	89
3.4.1	Cálculos de volumen de lixiviados.....	90
3.5	Gases.....	92
3.6	Presencia de minadores y riesgos.	93

CAPITULO IV

4	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA	96
4.1	Volumen de desechos.....	96
4.2	Diseño.....	103
4.2.1	Celda diaria.....	103
4.2.1.1	Cantidad de RSU que se debe disponer en la celda diaria.....	104
4.2.1.2	Volumen de la celda diaria.	105
4.2.1.3	Dimensiones de la celda diaria.	106
4.2.2	Chimeneas.	107
4.2.2.1	Memoria Técnica.....	110
4.2.3	Filtros.....	111
4.2.3.1	Cálculo del caudal para el diseño del drenaje.....	111
4.2.3.2	Memoria Técnica.....	114
4.2.4	Laguna de almacenamiento de lixiviados.....	115
4.2.4.1	Memoria técnica.	117
4.2.5	Canal.....	118
4.2.5.1	Cálculo del caudal para el diseño del canal.	119
4.3	Programación.....	126



4.4	Presupuesto.....	127
4.5	Especificaciones técnicas.	129
4.5.1	Reconformación de taludes de desechos.	129
4.5.2	Reconformación de mesa de desechos.	130
4.5.3	Cobertura de taludes y cobertura de mesa.....	131
4.5.4	Excavación, desalojo y reubicación de desechos.	132
4.5.5	Geomembrana HDPE 1.5 mm.....	133
4.5.6	Piedra filtrante.	135
4.5.7	Tubería de PVC $\phi 4''$ drenaje lixiviados.....	137
4.5.8	Excavación para piscina de lixiviados.....	138
4.5.9	Material de protección inferior de geomembrana.	139
4.5.10	Sub-dren de piscina de lixiviados.....	141
4.5.11	Chimeneas.	142
4.5.12	Operación del relleno sanitario – celda diaria.	144
4.5.13	Relleno con material del sitio para dique de la piscina.	145
4.5.14	Análisis físico químico de lixiviados.	147
4.5.15	Análisis físico químico de gases.....	148
4.5.16	Canal interceptor de aguas lluvias.....	149

CAPITULO V

5	MANTENIMIENTO Y MONITOREO.	151
5.1	Cobertura final.....	151
5.2	Lixiviados.	151
5.3	Gases.....	152

CAPITULO VI

6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	154
6.1	Conclusiones.....	154
6.2	Recomendaciones	155

CAPITULO VII

7	BIBLIOGRAFÍA	156
----------	---------------------------	------------



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Relleno Sanitario vs Botaderos a cielo abierto.....	25
Tabla 2-2: Densidad poblacional del Cantón Pedro Carbo.....	29
Tabla 2-3: Tasa de crecimiento anual 2001-2010.....	30
Tabla 2-4: Censos realizados en el Cantón Pedro Carbo.....	32
Tabla 2-5: Proyección de la población en el Cantón Pedro Carbo.....	33
Tabla 2-6: Determinación de la composición física de los desechos sólidos.....	38
Tabla 2-7: Caracterización de los desechos sólidos del Cantón Pedro Carbo.....	40
Tabla 2-8: Parámetros de clasificación de GADs por generación de RSU.....	41
Tabla 2-9: Producción de desechos sólidos por año en el Cantón Pedro Carbo...	42
Tabla 2-10: Caracterización de los lixiviados en los sectores A, C y D del Relleno Sanitario Las Iguanas.....	44
Tabla 2-11: Caracterización del gas generado en el Relleno Sanitario Las Iguanas.....	53
Tabla 3-1: Coordenadas UTM del botadero del Cantón Pedro Carbo.....	68
Tabla 3-2: Censos de población.....	69
Tabla 3-3: Temperatura en el Cantón Pedro Carbo.....	70
Tabla 3-4: Precipitación en el Cantón Pedro Carbo.....	71
Tabla 3-5: Heliofania en el Cantón Pedro Carbo.....	72
Tabla 3-6: Humedad relativa en el Cantón Pedro Carbo.....	73
Tabla 3-7: Nubosidad en el Cantón Pedro Carbo.....	74
Tabla 3-8: Velocidad del viento en el Cantón Pedro Carbo.....	75
Tabla 3-9: Límites de Atterberg.....	77
Tabla 3-10: Granulometría del porcentaje pasante.....	77
Tabla 3-11: Flora existente en el lugar.....	78
Tabla 3-12: Fauna existente en el lugar.....	79
Tabla 3-13: Población ocupada por rama de actividad.....	80
Tabla 3-14: Planilla de las estaciones para realizar el levantamiento topográfico en el botadero de desechos sólidos del Cantón Pedro Carbo.....	85
Tabla 3-15: Equipos utilizados para el levantamiento topográfico.....	86
Tabla 3-16: Caracterización de los lixiviados en el Cantón Pedro Carbo.....	91
Tabla 4-1: Volumen de desechos acumulados en el botadero.....	97
Tabla 4-2: Volumen de relleno de desechos hasta la cota 74.....	98
Tabla 4-3: Volumen de corte de desechos hasta la cota 74.....	99
Tabla 4-4: Volumen de relleno de desechos hasta la cota 77.....	100
Tabla 4-5: Volumen de cobertura para mesa de la cota 74.....	101



Tabla 4-6: Volumen de cobertura para mesa de la cota 77	102
Tabla 4-7: Volumen de cobertura para los taludes finales.....	102
Tabla 4-8: Volumen total de desechos y material de cobertura por año en el Cantón Pedro Carbo	103
Tabla 4-9: Producción de toneladas por día en el Cantón Pedro Carbo.....	105
Tabla 4-10: Periodo de retorno	120
Tabla 4-11: Tiempo de concentración.....	120
Tabla 4-12: Coeficiente de escorrentía	122
Tabla 4-13: Coeficientes de rugosidad.....	123
Tabla 4-14: Cronograma de trabajos a realizar	127
Tabla 4-15: Rubros y presupuesto.....	128



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1: Densidad poblacional del Cantón Pedro Carbo.....	29
Gráfico 2-2: Tasa de crecimiento anual 2001-2010.....	30
Gráfico 2-3: Censos realizados en el Cantón Pedro Carbo.....	32
Gráfico 2-4: Proyección de la población en el Cantón Pedro Carbo	33
Gráfico 2-5: Caracterización de desechos sólidos mediante el método del cuarteo	36
Gráfico 2-6: Caracterización de los desechos sólidos del Cantón Pedro Carbo ...	41
Gráfico 2-7: Caracterización del gas generado en Relleno Sanitario Las Iguanas	53
Gráfico 3-1: Censos de población.....	69
Gráfico 3-2: Temperatura en el Cantón Pedro Carbo	70
Gráfico 3-3: Precipitación en el Cantón Pedro Carbo.....	71
Gráfico 3-4: Heliofania en el Cantón Pedro Carbo.....	72
Gráfico 3-5: Humedad relativa en el Cantón Pedro Carbo	73
Gráfico 3-6: Nubosidad en el Cantón Pedro Carbo	74
Gráfico 3-7: Velocidad del viento en el Cantón Pedro Carbo	75
Gráfico 3-8: Población ocupada por rama de actividad.....	81
Gráfico 4-1: Pantalla del programa H-Canal con los resultados del cálculo	125



ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1-1: Recolección de desechos en el Cantón Pedro Carbo.....	3
Foto 1-2: Descarga de los desechos en el botadero del Cantón Pedro Carbo	4
Foto 1-3: Vista aérea del Cantón Pedro Carbo.....	5
Foto 1-4: Desechos dispersos en el botadero del Cantón Pedro Carbo.....	6
Foto 2-1: Relleno Sanitario Las-Iguanas.....	14
Foto 2-2: Relleno Sanitario Mecanizado.....	16
Foto 2-3: Relleno Sanitario Semi-Mecanizado.....	17
Foto 2-4: Relleno Sanitario Método de trinchera o zanja	19
Foto 2-5: Relleno Sanitario Método del área	20
Foto 2-6: Relleno Sanitario combinación de ambos métodos.....	21
Foto 2-7: Botadero de desechos sólidos a cielo abierto	24
Foto 2-8: Generación de desechos Domiciliarios	35
Foto 2-9: Cantera con suficiente material para la cobertura de los desechos	54
Foto 2-10: Cobertura de desechos en el Relleno Sanitario Las Iguanas	56
Foto 2-11: Piscina para almacenamiento de lixiviado	57
Foto 3-1: Acarreo de desechos en el botadero del Cantón Pedro Carbo.....	66
Foto 3-2: Presencia de animales domésticos entre basura y lixiviado en el botadero del Cantón Pedro Carbo	67
Foto 3-3: Vista panorámica del botadero del Cantón Pedro Carbo	68
Foto 3-4: Toma de muestra del material para análisis en laboratorio.....	76
Foto 3-5: Levantamiento topográfico en el botadero de desechos sólidos	83
Foto 3-6: Vía de ingreso al botadero del Cantón Pedro Carbo	87
Foto 3-7: Vía principal del Cantón Pedro carbo	88
Foto 3-8: Desechos sólidos sin cubrir en el botadero del Cantón Pedro Carbo....	89
Foto 3-9: Lixiviados acumulados en el botadero del Cantón Pedro Carbo.....	90
Foto 3-10: Gases saliendo al Medio Ambiente en el botadero del Cantón Pedro Carbo.....	93
Foto 3-11: Minadores en el botadero a cielo abierto del Cantón Pedro Carbo.....	95



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Ubicación geográfica del Cantón Pedro Carbo	1
Figura 1-2: División política territorial del Cantón Pedro Carbo	2
Figura 2-1: Relleno Sanitario Manual.....	18
Figura 4-1: Esquema de chimenea para la evacuación de los gases	109
Figura 4-2: Esquema de filtro para la conducción de los lixiviados	114



ÍNDICE DE PLANOS

Plano 3-1: Curvas de nivel en el botadero del Cantón Pedro Carbo.....	84
Plano 4-1: Piscina para almacenamiento del lixiviado vista en planta y corte ...	116
Plano 4-2: Área de aportación para canal de aguas lluvias.....	124

CAPITULO I

1 MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción general.

El Cantón Pedro Carbo ubicado al noroeste de la Provincia del Guayas, a una altitud promedio de 50 msnm, y cuyos límites son:

Norte y Oeste con el Cantón Paján de la Provincia de Manabí.

Sur con el Cantón Santa Elena de la Provincia de Santa Elena.

Este con los cantones Isidro Ayora y Colimes.

Figura 1-1: Ubicación geográfica del Cantón Pedro Carbo



Fuente: página web de la prefectura del Guayas

Este Cantón tiene una superficie de 935.09 km² y una población de 43 436 habitantes (Censo de población 2010), con tres parroquias que son:

Parroquia urbana Pedro Carbo (Cabecera cantonal), con 514.91 km² y 31 317 habitantes.

Parroquia rural Sabanilla con una superficie de 318.68 km² y 6 889 habitantes.

Parroquia rural Valle De La Virgen con una superficie de 101.50 km² y 5 230 habitantes.

Un gran porcentaje de sus habitantes se dedicada a actividades relacionadas con la agricultura y ganadería, y parte de su territorio está influenciado por el bosque seco tropical.

Figura 1-2: División política territorial del Cantón Pedro Carbo



Fuente: página web de la prefectura del Guayas

El clima es del tipo monzónico, con dos estaciones bien marcadas, una época lluviosa desde Diciembre hasta Mayo cuya precipitación promedio anual es de 967 mm y una época seca de Junio a Noviembre. Su temperatura oscila entre 25°C y 30°C.

Según datos del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pedro Carbo, existe 80% de cobertura del servicio de recolección de desechos sólidos, con promedios diarios de 27 toneladas aproximadamente, pero este Cantón no dispone de un relleno sanitario que cumpla con las Normas de la Legislación Ambiental vigente.

Foto 1-1: Recolección de desechos en el Cantón Pedro Carbo



Fuente: J. Dueñas

La disposición de los desechos sólidos se realiza en un botadero a cielo abierto a lado de la vía hacia el sitio Jerusalén, los desechos carecen de compactación y cobertura, no existen cunetas de drenaje perimetral para las aguas de escorrentías

superficiales, tampoco existe algún tipo de impermeabilización. Los lixiviados se almacenan aguas debajo de la masa de residuos, con la consecuente infiltración y contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

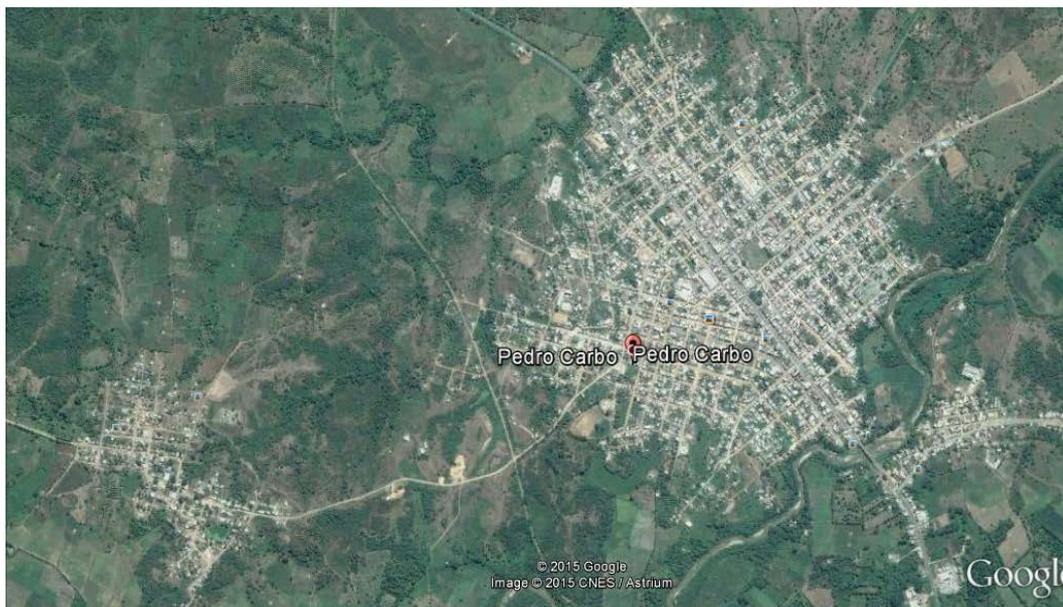
Foto 1-2: Descarga de los desechos en el botadero del Cantón Pedro Carbo



Fuente: J. Dueñas

Estas condiciones de inadecuado manejo de los desechos sólidos, lixiviados y gases producen impactos negativos al ambiente como son contaminación al agua, al aire, al suelo, a la flora y fauna existente en el lugar, por lo cual se hace necesario realizar un Estudio de Saneamiento Ambiental que beneficiará no solo a los habitantes de las comunidades vecinas donde se ubica el botadero de desechos sólidos, si no al mundo entero, contribuyendo en algo con la reducción del calentamiento global existente.

Foto 1-3: Vista aérea del Cantón Pedro Carbo



Fuente: Google earth

1.2 Justificación e importancia de la investigación.

Actualmente el Cantón Pedro Carbo cuenta con un botadero a cielo abierto, donde se depositan todos los desechos sólidos que genera el Cantón, este botadero no cuenta con un adecuado manejo de residuos sólidos, por lo cual se hace necesario un Estudio de Saneamiento Ambiental en el sitio del botadero.

Este estudio se va a realizar, porque en el lugar de disposición final no existe ningún tratamiento de los desechos sólidos y su descomposición genera lixiviados y gases, que tampoco son tratados técnicamente y contaminando así el medio ambiente del sector.

Foto 1-4: Desechos dispersos en el botadero del Cantón Pedro Carbo



Fuente: J. Dueñas

Este estudio contempla minimizar los impactos ambientales que generan los lixiviados y gases como son la contaminación de aire, suelo, aguas superficiales y subterráneas, así también flora y fauna existente en el lugar.

Para realizar este proyecto se tiene previsto diseñar la canalización de los lixiviados (filtros) y gases (chimeneas), reconformar los desechos sólidos acumulados en mesas y taludes para luego cubrirlos con una capa de arcilla compactada.



1.3 Planteamiento del problema.

En el Cantón Pedro Carbo, ha existido una mala disposición de los residuos sólidos. Existe un botadero que funciona de manera inadecuada lo cual representa un problema ambiental que afecta la salud pública en el área de influencia del mismo a pesar de su relativo aislamiento.

Tal situación es producto, por una parte, de la inadecuada planeación para el manejo de los residuos sólidos urbanos de las instituciones encargadas de realizar este trabajo.

La afectación ambiental que causa un botadero a cielo abierto es compleja, los efectos más notorios por la descomposición de los desechos son:

- La generación de gases tóxicos y malos olores que contaminan el aire del sector;
- La proliferación de vectores, como moscas, cucarachas, roedores, aves de rapiña;
- La contaminación del suelo y de las fuentes de agua superficiales y subterráneas debido a la generación de lixiviado; y,
- El impacto visual por las basuras dispersas y la presencia de minadores en el sector.



1.4 Objeto de la investigación.

El presente trabajo de investigación tiene por objeto el diseño del saneamiento ambiental en el botadero a cielo abierto de residuos sólidos del Cantón Pedro Carbo, el cual servirá para que los moradores gestionen ante los organismos competentes la contratación de este proyecto, y así beneficiar a los habitantes de las comunidades vecinas.

El diseño de saneamiento ambiental será el trabajo de cubrir los residuos sólidos acumulados, la canalización de los lixiviados hacia la laguna de almacenamiento y su posterior evaporación, y la evacuación de los gases por medio de las chimeneas para poder quemarlos.

El fin primordial del saneamiento ambiental será la reducción de contaminación del suelo, aguas superficiales y subterráneas; y aire, y en menor medida el impacto visual del sector.

1.5 Campo de acción.

El saneamiento ambiental de los botaderos de residuos sólidos prevé la contaminación al medio ambiente como son medio físico, medio biótico, medio humano producida por los lixiviados y gases generados por la descomposición de las basuras dispuestas en el sitio.

Con este estudio se va a mitigar los impactos ambientales negativos que genera el botadero a cielo abierto.



1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general.

Mejorar el manejo y tratamiento de los residuos sólidos en el botadero a cielo abierto del Cantón Pedro Carbo, con el fin de cerrarlo y reducir los impactos ambientales.

1.6.2 Objetivos específicos.

- Cuantificar los volúmenes de desechos sólidos acumulados en el botadero a cielo abierto del Cantón Pedro Carbo, mediante levantamiento topográfico;
- Ordenar los residuos sólidos para posteriormente cubrirlos con una capa de arcilla;
- Cuantificar los volúmenes de lixiviados que se producen por la descomposición de los residuos sólidos acumulados en el botadero;
- Diseñar el sistema de recolección de los lixiviados (filtros) para canalizarlos hacia la laguna de almacenamiento;
- Diseñar la laguna de almacenamiento de los lixiviados para después eliminarlos mediante la evaporación; y,
- Diseñar el sistema de evacuación de los gases (chimeneas) acumulados en el interior de la masa de los desechos sólidos.



1.7 Hipótesis.

La falta de estudios de saneamiento ambiental en los botaderos de residuos sólidos en la mayoría de los cantones de la Provincia del Guayas, genera impactos negativos al medio ambiente.

- Las 20 toneladas diarias de desechos colocados en el botadero a cielo abierto fomenta la presencia de minadores en el sitio.
- La permeabilidad del suelo en el botadero a cielo abierto será de 1×10^{-7} cm/seg.
- El botadero a cielo abierto puede ser un foco de impactos ambientales negativos para la flora y fauna del sector.
- Los lixiviados producidos en el botadero a cielo abierto contamina las fuentes de aguas superficiales y subterráneas.
- La descomposición de los desechos sólidos generan gases y el 60% de estos son de gas metano.
- La cobertura de los desechos sólidos con 0.50 m de arcilla ayuda a minimizar los malos olores que se producen en el botadero a cielo abierto.
- Las lluvias en el sector incrementan un 50% la producción de lixiviado en el botadero a cielo abierto.
- Los desechos sólidos descubiertos en el botadero aumenta la proliferación de moscas, mosquitos, cucarachas, roedores son vectores que afectan la salud humana.
- La mayor parte de los 86 510 m³ de desechos acumulados y sin cubrir afectan la estética visual del lugar.



Con este estudio contribuimos a minimizar los impactos que generan los desechos sólidos depositados en el lugar del estudio.

1.8 Metodología de la investigación.

Para realizar este estudio se ha combinado el trabajo de campo y oficina ejecutando las siguientes actividades como:

- Levantamiento topográfico del terreno planimetría y altimetría;
- Toma de muestras del suelo; y,
- Toma de muestras de los lixiviados.

Se realizaron investigaciones sobre la información existente en la Municipalidad del Cantón Pedro Carbo como: cobertura de la recolección y producción de desechos sólidos.

Se consultó bibliografía sobre el manejo de los residuos sólidos de autores tales como: G. Tchobanoglous, Eva Röben, H. Collazos, T.H. Christensen, R. Cossu, R. Stegmann, publicaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), y otros, así como estudios de proyectos similares.

Se usaron datos meteorológicos tales como: precipitación, viento, temperatura del aire, % de humedad relativa, heliofanía. La base meteorológica fueron



tomados del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME), y otros.

Una vez realizado los trabajos de campo y analizado los resultados de laboratorio, se desarrolla los cálculos necesarios que permita elaborar los diseños correspondientes al estudio de Saneamiento Ambiental.

1.9 Productos obtenidos.

Con el diseño del Saneamiento Ambiental en el botadero de los desechos sólidos se tendrá un estudio completo para que pueda ser contratado y ejecutado por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pedro Carbo.

Los beneficios serán para los moradores de las comunidades vecinas mejorando sus estándares de vida con la ejecución de este diseño.

Analizando todas las alternativas posibles reforzaremos más los conocimientos teóricos y prácticos, aportando con la mejor solución para que resulte un estudio económico y técnicamente posible.

1.10 Aportes teóricos y prácticos de la investigación.

Este estudio permite aplicar los conocimientos adquiridos en nuestra formación como profesionales de la INGENIERIA CIVIL, a un problema real, tomando en cuenta todos los aspectos involucrados en el ámbito de los trabajos de campo con equipos modernos como la estación total y Global Positioning



System (GPS) para realizar la topografía, empleando métodos modernos para los diseños como, el AUTO CAD, CIVIL CAD; equipos de laboratorio para el análisis de los suelos y lixiviados.

CAPITULO II

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Relleno Sanitario.

Hace menos de un siglo surgió el Relleno Sanitario como una técnica de disposición final de los residuos sólidos. Este proceso utiliza principios de ingeniería para confinar los desechos en el área más pequeña posible, compactándola para reducir su volumen y cubriéndola con capas de arcilla diariamente, y así, evitando que los líquidos y los gases producidos por la descomposición de los desechos no perjudiquen al Medio Ambiente y que no sea un peligro para la salud de las personas, durante su operación ni después de cerrarlo. Actualmente el relleno sanitario se refiere a una obra de saneamiento ambiental y consiste en escoger un sitio adecuado para colocar los desechos sólidos, realizar un buen diseño, una operación óptima y un estricto control. (JARAMILLO, 2002)

Foto 2-1: Relleno Sanitario Las-Iguanas



Fuente: J. Dueñas



En el Ecuador existen 221 municipios de los cuales solo 77 tienen Relleno Sanitario, esto es el 34.8% de los GADs. El primer Relleno Sanitario se construyó en la ciudad de Guayaquil en el año de 1994, a 14.5 km de distancia en el sector denominado Las Iguanas.

2.1.1 Tipos de rellenos sanitarios.

El tipo de Relleno Sanitario está vinculado en la utilización de maquinaria para la disposición de los desechos sólidos, con lo cual se podría decir que son tres tipos:

2.1.1.1 Relleno sanitario mecanizado.

Este Relleno Sanitario está diseñado para grandes ciudades y poblaciones que tengan más de 80 000 habitantes y la generación de desechos sólidos supere las 40 toneladas diarias, es un proyecto de Ingeniería que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de desechos sólidos, la planificación, la selección del sitio, el diseño y la infraestructura requerida para recibir los desechos sólidos, como para el control de las operaciones y mantenimiento. Para operar este tipo de Relleno Sanitario se requiere del uso de maquinaria pesada y especial como compactador de desechos sólidos, tractor de orugas, excavadora, motoniveladora, cargadora frontal, volquetes, y otros. (JARAMILLO, 2002)

El Relleno Sanitario Las Iguanas es mecanizado y para el tratamiento de los desechos sólidos cuenta con la siguiente maquinaria pesada 3 tractores de orugas, 1 rodillo compactador pata de cabra, 2 excavadoras, 1 motoniveladora, 1

cargadora frontal, 5 volquetes, 1 tanquero, 1 retroexcavadora. Todo este equipo se utiliza para la disposición y el tratamiento que se da a las 4 000 toneladas de desechos sólidos que ingresan diariamente a este Relleno Sanitario.

Foto 2-2: Relleno Sanitario Mecanizado



Fuente: J. Dueñas

2.1.1.2 Relleno Sanitario Semimecanizado.

Para poblaciones mayores de 40 000 habitantes y que generen entre 20 y 40 toneladas diarias de desechos sólidos, el tipo de Relleno Sanitario a utilizar es el semimecanizado. El trabajo manual es apoyado por maquinaria pesada, con el fin de realizar una buena compactación de los desechos sólidos colocados en la celda, estabilizar los terraplenes, y así dar mayor vida útil al Relleno Sanitario. La maquinaria a utilizar para la disposición de los desechos sólidos varía desde una retroexcavadora hasta un tractor de orugas, cabe indicar que en algunos municipios, este mismo equipo puede emplearse para realizar otras obras en la

misma población, y así aprovechar al máximo la inversión realizada.
(JARAMILLO, 2002)

Foto 2-3: Relleno Sanitario Semi-Mecanizado



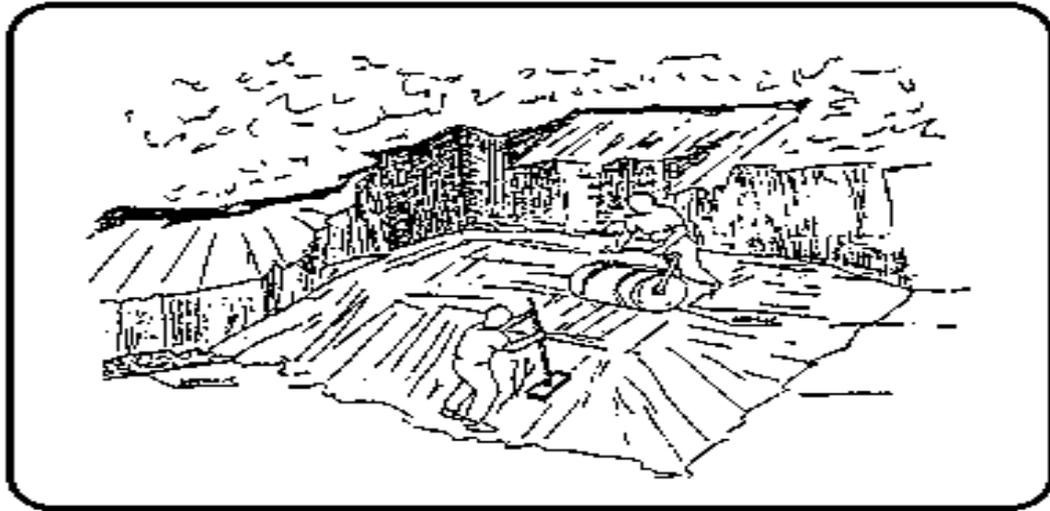
Fuente: J. Dueñas

2.1.1.3 Relleno Sanitario Manual.

Para poblaciones menores a 40 000 habitantes el Relleno Sanitario Manual se presenta como una solución técnica y económica, ya que la cantidad de desechos sólidos que genera son máximo 20 toneladas diarias, y para ejecutar la operación de confinamiento y compactación de los residuos se lo realiza con una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas manuales. Cabe destacar que estas poblaciones no están en la capacidad de comprar y mantener equipos pesados permanentemente en este sitio, solo se lo utiliza para la adecuación del Relleno Sanitario Manual y la extracción de material para cobertura de los desechos sólidos. La utilización de un mismo Relleno Sanitario Manual para dos o más

poblaciones puede resultar ventajosa, si el transporte de los desechos sólidos no resulte demasiado caro. (JARAMILLO, 2002)

Figura 2-1: Relleno Sanitario Manual



Fuente: <http://www.bvsde.ops.oms.org>

2.1.2 Métodos de rellenos sanitarios.

El método constructivo y la secuencia de la operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno escogido, aunque también dependen de la fuente del material de cobertura y de la profundidad del nivel freático. Existen tres maneras distintas para construir un Relleno Sanitario que son:

2.1.2.1 Método de trinchera o zanja.

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar zanjas de dos o tres metros de profundidad con el apoyo de una excavadora, sin llegar a alcanzar el nivel freático. La tierra que se extrae de la trinchera, se coloca a un lado de la

zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan y acomodan dentro de la zanja para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra extraída. (JARAMILLO, 2002)

En el Relleno Sanitario de Quito la disposición de los desechos sólidos se realizan en excavaciones que pueden llegar hasta 20 m de profundidad.

Foto 2-4: Relleno Sanitario Método de trinchera o zanja



Fuente: J. Dueñas

2.1.2.2 Método del área.

En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras por estar el nivel freático muy próximo a la superficie, se depositan los desechos sólidos directamente en el suelo original previamente impermeabilizado, elevando el nivel de las celdas algunos metros sobre la superficie inicial. El material para cobertura deberá ser importado de otro sitio o extraído de la capa superficial. Las

primeras celdas se construyen estableciendo una pendiente suave para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno. (JARAMILLO, 2002)

Foto 2-5: Relleno Sanitario Método del área



Fuente: J. Dueñas

2.1.2.3 Combinación de ambos métodos.

Cuando la topografía del lugar elegido para realizar el proyecto de un Relleno Sanitario son apropiadas se pueden combinar los dos métodos anteriormente mencionados. Cuando en una depresión natural o vaguada se va a construir un Relleno Sanitario, primero se comienza con el método de trinchera (excavación) y en la parte superior se continúa con el método de área. Se considera más eficiente los métodos combinados, porque permite ahorrar el transporte de material para cobertura de las excavaciones realizadas, y así aumentar la vida útil del Relleno Sanitario. (JARAMILLO, 2002)

Foto 2-6: Relleno Sanitario combinación de ambos métodos



Fuente: J. Dueñas

2.2 Botaderos a cielo abierto.

El botadero de basura es una de las prácticas de disposición final más antiguas que ha utilizado el hombre para tratar de deshacerse de los residuos que él mismo produce en sus diversas actividades. Se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemaduras y humos, polvo y olores nauseabundos. En cualquier caso, ocasionan impactos ambientales adversos especialmente sobre el suelo, el agua, el paisaje y la comunidad vecina.



Los botaderos de basura a cielo abierto son cuna y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. En ellos se observa la presencia de perros, vacas, cerdos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que sobreviven en condiciones infrahumanas sobre los montones de basura o en sus alrededores.

La segregación de subproductos de la basura promueve la proliferación de negocios relacionados con la reventa de materiales y el comercio ilegal. Ello ocasiona la depreciación de las áreas y construcciones colindantes; asimismo, genera suciedad, incremento de contaminantes atmosféricos y falta de seguridad por el tipo de personas que concurren a estos sitios. En la actualidad, el hecho de que las municipalidades abandonen sus basuras en botaderos a cielo abierto es considerado una práctica irresponsable para con las generaciones presentes y futuras, así como opuesta al desarrollo sostenible. (JARAMILLO, 2002)

En Ecuador existen 221 municipios de los cuales 144 descargan sus basuras en botaderos, esto representa el 65.2% de los GADs.

El botadero a cielo abierto es, por definición, incontrolado; el sitio no es seleccionado a través de un riguroso proceso de análisis de los aspectos técnicos, ambientales y sociales y por lo tanto, su operación no es ambientalmente segura. En consecuencia, el botadero a cielo abierto representa riesgos inadmisibles para los seres humanos y el medio ambiente.



Un botadero a cielo abierto típico se caracteriza por todas o la mayoría de las siguientes condiciones:

- Selección inadecuada del sitio;
- Carencia de orden y planificación;
- Abundancia de riesgos físicos;
- Disposición no controlada de residuos sólidos;
- Ninguna cobertura diaria, intermedia o final;
- Mínima o ninguna compactación;
- Ningún control de erosión o de drenaje en el sitio;
- Ningún manejo de lixiviados;
- Ningún manejo del gas;
- Incendios que generan humos;
- Presencia de vectores y de animales;
- Olores desagradables;
- Basura presente en las vías aledañas; y,
- Compra y venta de materiales recuperados: papel, botellas, cartón y chatarra.

En resumen, el botadero presenta tantas deficiencias y problemas que las únicas posibilidades son su saneamiento y clausura y su reemplazo por una instalación de disposición final que satisfaga las condiciones técnicas ambientales de los rellenos sanitarios.

Es importante tener en cuenta que el saneamiento y cierre de botaderos se debe iniciar cuando exista un relleno sanitario en operación o se tome la decisión de convertir el botadero existente en un sitio de disposición final técnicamente manejado. (Mayr, 2002)

Foto 2-7: Botadero de desechos sólidos a cielo abierto



Fuente: J. Dueñas

2.2.1 Rellenos Sanitarios vs Botaderos a cielo abierto.

Los desechos sólidos generados en una ciudad son llevados a un lugar de disposición final, si este lugar es un Relleno Sanitario todos los desechos sólidos son tratados técnicamente para minimizar la contaminación que se genera por la descomposición de estos desechos, pero si son llevados a un Botadero a cielo abierto, estos mismos desechos van a causar una fuerte contaminación al suelo, aire y agua.

Tabla 2-1: Relleno Sanitario vs Botaderos a cielo abierto

RELLENO SANITARIO VS BOTADERO A CIELO ABIERTO	
<p>Busca un terreno técnicamente adecuado.</p> 	<p>En cualquier quebrada deposita los desechos.</p> 
<p>Impermeabiliza el terreno para no contaminar acuíferos ni aguas subterráneas.</p> 	<p>Descarga de los desechos sobre el terreno natural contaminando suelo y agua.</p> 
<p>Descarga ordenada de los vehículos recolectores.</p> 	<p>La descarga de los vehículos es en cualquier área del botadero</p> 

<p>Compactación de los desechos para reducir su volumen.</p> 	<p>Ninguna o poca compactación de los desechos.</p> 
<p>Desechos cubiertos diariamente con una capa de arcilla.</p> 	<p>Desechos sin cubrir aumenta la proliferación de moscas, cucarachas y roedores vectores de enfermedades.</p> 
<p>Recolección y canalización de los lixiviados hacia las piscinas.</p> 	<p>Descarga de los lixiviados hacia las quebradas naturales.</p> 

<p>Evacuación de gases mediante chimeneas.</p> 	<p>Gases migran directo a la atmosfera.</p> 
<p>Genera empleo de mano de obra no calificada.</p> 	<p>Fomenta la presencia de minadores. (chamberos)</p> 

Fuente: J. Dueñas

2.3 Demografía.

A partir de la definición de población puede deducirse una definición de la demografía, la cual estudiaría aquellos procesos que determinan la formación, la conservación y la desaparición de las poblaciones. Tales procesos, en su forma más agregada, son los de fecundidad, mortalidad y movilidad. La variedad de combinaciones de estos fenómenos, interdependientes entre sí, supone la



velocidad de las modificaciones de la población, tanto en sus dimensiones numéricas como en su estructura. (Livi Bacci, 2007)

Para la demografía, la población es un conjunto de personas vinculadas por nexos reproductivos que puede identificarse por particularidades culturales, sociales, geográficas, políticas o de otro tipo. Se caracterizan además por el hecho de utilizar, cuando menos, el sexo y la edad como variables básicas.

Para este proyecto la base es la capacidad del Relleno Sanitario, por lo que su diseño está en función del crecimiento poblacional, por lo cual a continuación se explica el caso para el Cantón Pedro Carbo.

2.3.1 Densidad de población.

La densidad de población es un concepto de geografía que se utiliza para indicar la relación que hay entre la cantidad de personas que viven en un territorio de un área urbana o rural y la extensión de éste. Por lo tanto, si tenemos un territorio pequeño pero con mucha población, tendremos una densidad alta; pero, si por el contrario, tenemos pocos habitantes y un territorio grande, la densidad será baja. (Vikidia, 2014)

La fórmula para calcular la densidad de población es la siguiente y su valor generalmente está dado en habitantes por km².

$$Densidad = \frac{Población}{Superficie}$$

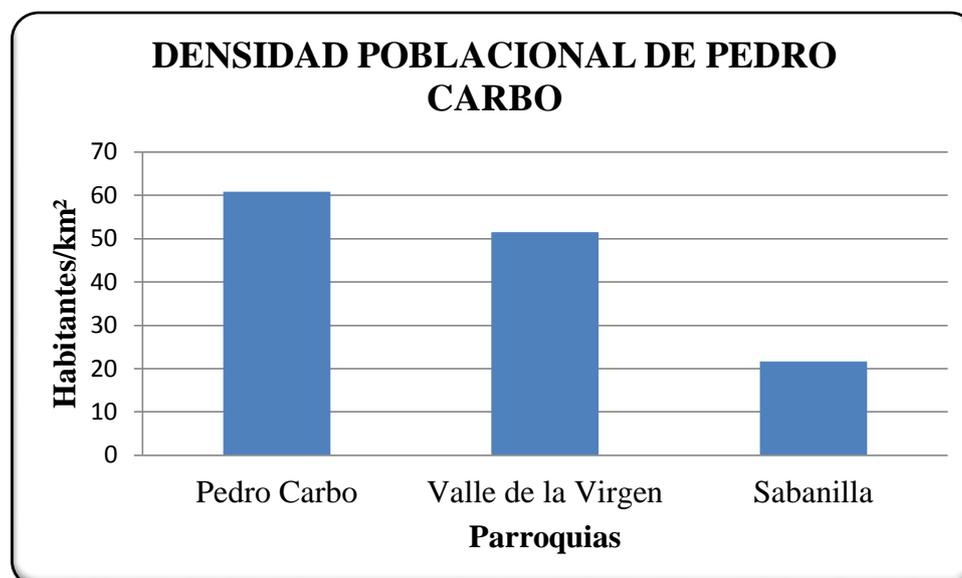


Tabla 2-2: Densidad poblacional del Cantón Pedro Carbo

DENSIDAD POBLACIONAL DE PEDRO CARBO			
Parroquias	Habitantes	Superficie	Densidad
Pedro Carbo	31317	514.91	60.82
Valle de la Virgen	5230	101.50	51.53
Sabanilla	6889	318.68	21.62

Fuente: INEC - 2010

Gráfico 2-1: Densidad poblacional del Cantón Pedro Carbo



Fuente: INEC - 2010

Es importante tener en cuenta que la densidad de población no indica exactamente que esas sean las personas que viven por cada kilómetro cuadrado; se trata, solo, de una cifra que permite hacerse una idea aproximada de cuánto territorio está habitado en un determinado lugar.

2.3.2 Tasa de crecimiento.

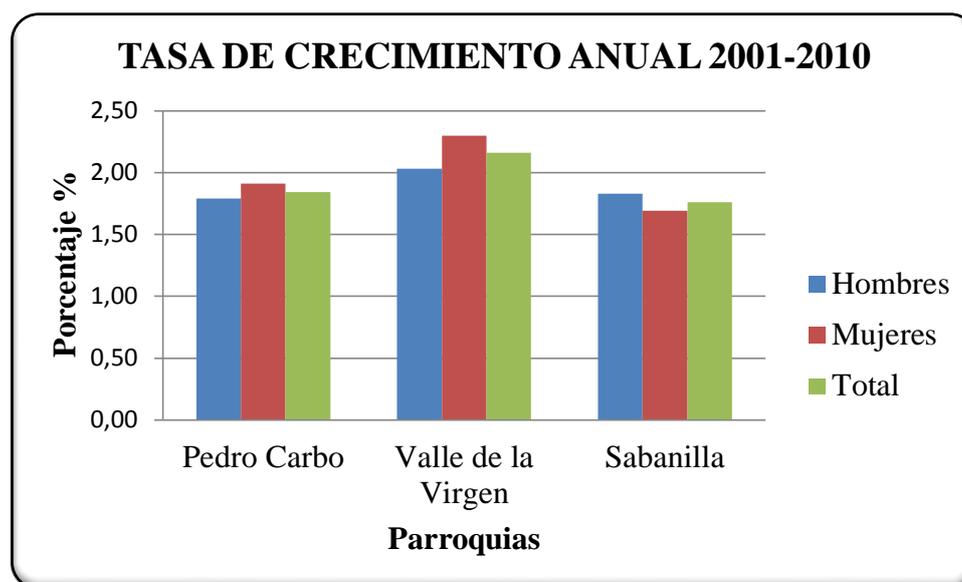
El valor índice de la magnitud y velocidad de cambio de una población, representa el aumento o disminución del número de habitantes durante un cierto periodo.

Tabla 2-3: Tasa de crecimiento anual 2001-2010

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL 2001-2010			
Parroquias	Hombres	Mujeres	Total
Pedro Carbo	1.79	1.91	1.84
Valle de la Virgen	2.03	2.30	2.16
Sabanilla	1.83	1.69	1.76

Fuente: INEC- 2010

Gráfico 2-2: Tasa de crecimiento anual 2001-2010



Fuente: INEC - 2010

La tasa de crecimiento poblacional es la tasa que indica el crecimiento o decrecimiento de la población. Específicamente, la tasa de crecimiento demográfico se refiere ordinariamente al cambio en la población durante un período expresado a menudo como un porcentaje del número de individuos existentes en un país o lugar a fines de un año sobre la población inicial en el



mismo año. También puede referirse a la diferencia entre la tasa de natalidad de un país menos la tasa de mortalidad, datos obtenidos anualmente en cada país a través de la información obtenida del número anual de nacimientos y de defunciones obtenida del Registro civil de cada país. (Wikipedia, 2014)

2.3.3 Población futura.

La Proyección de Población se convierte en un resultado del proceso de determinación de un conjunto de estimaciones demográficas y de población, elaboradas a partir de ciertos modelos que buscan establecer las tendencias más estimables de las variables determinantes de la dinámica poblacional y con ello derivar los volúmenes de población y sus principales características.

La proyección de población se refiere al conjunto de resultados provenientes de cálculos relativos a la evolución futura de la población, partiendo usualmente de ciertos supuestos respecto al curso que seguirán la fecundidad, la mortalidad y las migraciones.

Por ello no siempre las proyecciones tienen como fin dar a conocer un número posible de población a alcanzar en un plazo de tiempo, sino que se realizan también proyecciones teóricas para evaluar los efectos y consecuencias de políticas demográficas adaptadas o por implementar sobre las variables demográficas.



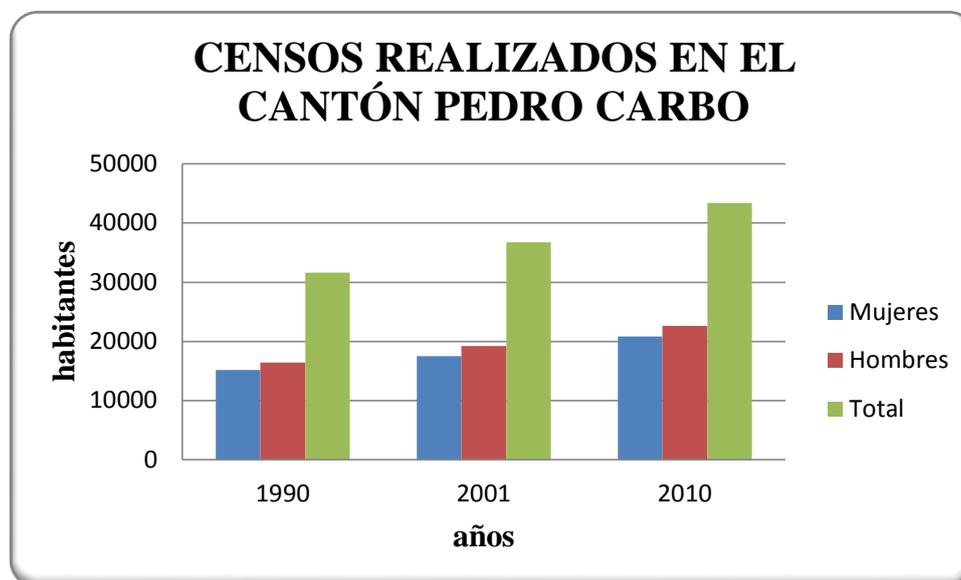
La base de cualquier tipo de proyección de población son los censos. En Ecuador, la información necesaria para la seleccionar la tasa de crecimiento con la cual habrá de proyectar la población de la ciudad en estudio, podrá conseguirse en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), y los datos son los siguientes:

Tabla 2-4: Censos realizados en el Cantón Pedro Carbo

CENSOS REALIZADOS EN EL CANTÓN PEDRO CARBO			
Año	Mujeres	Hombres	Total
1990	15193	16435	31628
2001	17522	19189	36711
2010	20828	22608	43436

Fuente: INEC - 2010

Gráfico 2-3: Censos realizados en el Cantón Pedro Carbo



Fuente: INEC - 2010



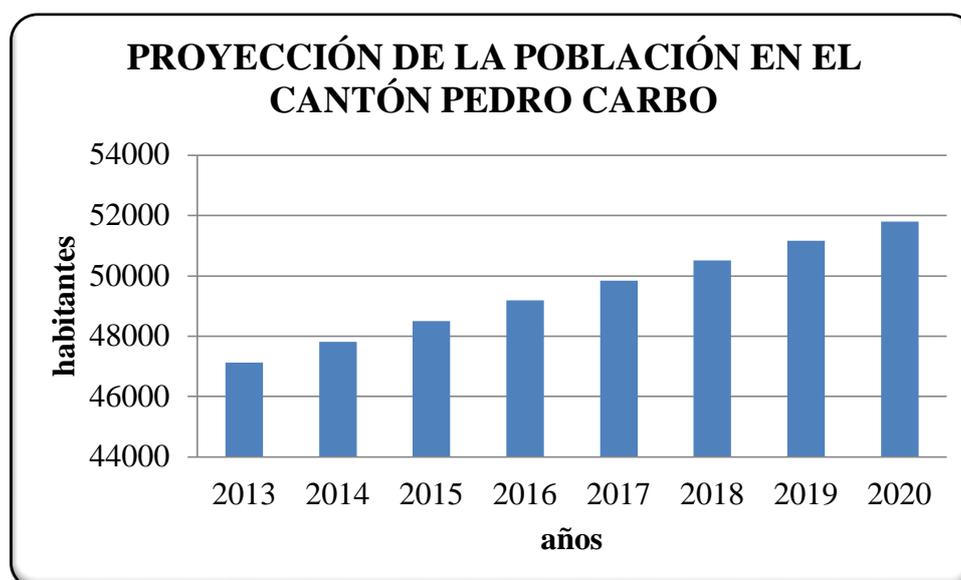
Existen varias metodologías para la proyección de población, sin embargo, se hará una presentación de los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

Tabla 2-5: Proyección de la población en el Cantón Pedro Carbo

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL CANTÓN PEDRO CARBO	
Años	Habitantes
2013	47134
2014	47824
2015	48507
2016	49182
2017	49850
2018	50510
2019	51161
2020	51802

Fuente: INEC - 2010

Gráfico 2-4: Proyección de la población en el Cantón Pedro Carbo



Fuente: INEC - 2010



2.4 Desechos sólidos.

El concepto de desecho sólido es el que se aplica a todo tipo de residuo o desecho que genera el ser humano a partir de su vida. Los desechos sólidos son los que ocupan un mayor porcentaje en el total de desechos o residuos que el ser humano genera debido a que gran parte de lo que se consume o se utiliza en la vida cotidiana deja desechos de este tipo. Además, los desechos son también los que ocupan mayor espacio al no asimilarse al resto de la naturaleza y al permanecer muchos de ellos por años e incluso siglos en el terreno. (Definición ABC, 2015)

2.4.1 Generación de desechos sólidos.

La generación de residuos es una consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por el hombre; hace años un gran porcentaje de los residuos eran reutilizados en muy diversos usos, pero hoy en día nos encontramos en una sociedad de consumo que genera gran cantidad y variedad de residuos procedentes de un amplio abanico de actividades. En los hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales, y otros. Se producen residuos que es preciso recoger, tratar y eliminar adecuadamente.

Partiendo de estas premisas, el ratio de producción de residuos por habitante y día se entiende por la cantidad de residuos correspondiente a cada habitante de un núcleo urbano procedente del reparto del total de los residuos sólidos generados entre toda la población existente. En general, con el paso de los años este parámetro no deja de ascender; la generación de nuevos residuos, mayor actividad comercial e industrial, nuevos hábitos de consumo, etc. provocan su alza continua.

Foto 2-8: Generación de desechos Domiciliarios



Fuente: J. Dueñas

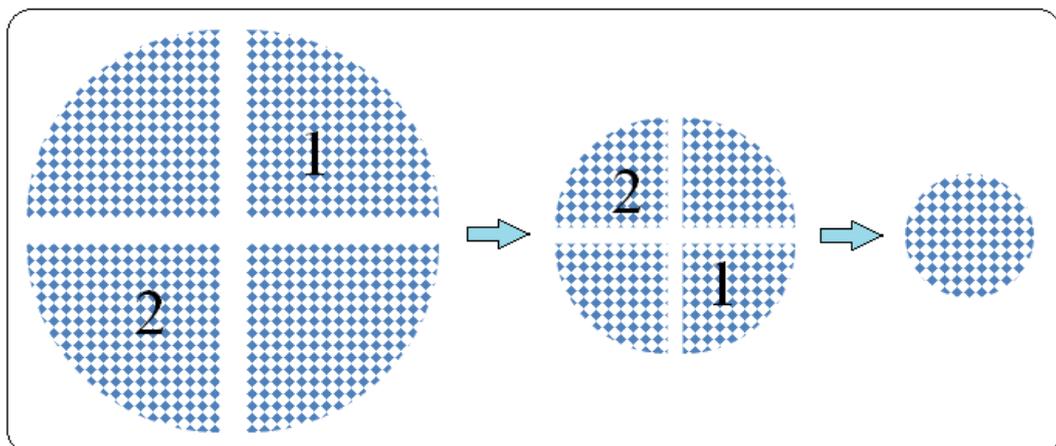
En lo que respecta a urbes de distinto tamaño, según estudios realizados se puede concluir que, la cantidad de residuos generada es directamente proporcional al número de habitantes de la población. El incremento está motivado principalmente por dos cuestiones; la primera es que, cuanto mayor es la urbe, mayor será el número de actividades comerciales, de servicio e industriales que, de un modo u otro, generarán inevitablemente algún tipo de residuo sólido urbano. Por otro lado, en las grandes ciudades, los hábitos de consumo de los propios habitantes se diferencian mucho de los de las pequeñas poblaciones.

2.4.2 Caracterización de los desechos sólidos.

Se realizaron los estudios de caracterización de los desechos sólidos utilizando el método del cuarteo cuyo procedimiento es el siguiente:

- Utilice la muestra de un día; los residuos se colocan en una zona pavimentada o sobre un plástico grande a fin de no agregar tierra a los residuos sólidos.
- Depositar los residuos sólidos en el sitio donde se hará la preparación de la muestra.
- Rompa las bolsas y vierta el desecho formando un montón. Con la finalidad de homogenizar la muestra, troce los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño que resulta manipulable; puede ser 15 cm o menos.
- Divida el montón en cuatro partes y escoja las dos partes opuestas (lados numerados del grafico # 2-5) para formar un nuevo montón más pequeño.
- Vuelva a mezclar la muestra (el nuevo montón) y divida en cuatro partes nuevamente, luego escoja dos partes opuestas y forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener la muestra con el peso que requerimos.

Gráfico 2-5: Caracterización de desechos sólidos mediante el método del cuarteo



Fuente: J. Dueñas



2.4.3 Determinación de la composición física de los residuos sólidos.

Separe los componentes del último montón y haga la clasificación por:

- Orgánicos
- Plásticos
- Cartón y papel
- Vidrio
- Metal
- Caucho
- Madera
- Tierra
- Otros

Clasifique los componentes en recipientes pequeños de 50 litros.

Pese los recipientes pequeños vacíos en una balanza menos de 10 kg antes de empezar la clasificación.

Pese los recipientes con diferentes componentes una vez concluida la clasificación y por diferencia determine el peso de cada uno de los componentes.

Calcule el porcentaje de cada componente teniendo en cuenta los datos del peso total de la muestra en un día (W) y el peso de cada componente (Wi):

$$\text{Porcentaje (\%)} = (W_i / W) * 100$$

Tabla 2-6: Determinación de la composición física de los desechos sólidos

DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS MEDIANTE MÉTODO DEL CUARTEO	
<p>Colocación de los desechos transportados por el recolector, sobre un plástico para realizar la caracterización mediante el método de cuarteo.</p>	
<p>Homogenización de los desechos para realizar una sola pila y comenzar el cuarteo de los desechos sólidos.</p>	
<p>Se realiza el cuarteo de los desechos sólidos separando la pila en cuatro montones iguales que ya han sido homogenizados.</p>	
<p>De las cuatro pilas realizadas se desechan dos pilas en diagonal.</p>	

<p>De las dos pilas que se dejan, se vuelven a mezclar los desechos y repetir el cuarteo.</p>	 A group of workers in white shirts, blue jeans, and yellow boots are working in a large pile of waste. They are using tools to mix and move the waste.
<p>Este cuarteo se lo realiza hasta obtener la muestra deseada que es de 50 kg para el análisis.</p>	 Two workers in white shirts and blue jeans are standing in a large pile of waste, sorting through it. They are wearing yellow boots and white hard hats.
<p>Una vez que se obtuvo el último cuarteo se toma una muestra de 50 kg de los desechos sólidos.</p>	 A worker in a white shirt and blue jeans is using a shovel to take a sample of waste from a large pile. Another worker is standing nearby. A black barrel is visible in the foreground.
<p>Después de pesar los desechos se procede a clasificarlos de acuerdo a la composición física.</p>	 A group of workers in white shirts and blue jeans are kneeling on the ground, sorting through a large pile of waste. They are wearing yellow boots and white hard hats.

Se pesan cada uno de los desechos más voluminosos en la balanza de 100 kg.



Y los desechos de menor volumen se pesan en la balanza de 10 kg.



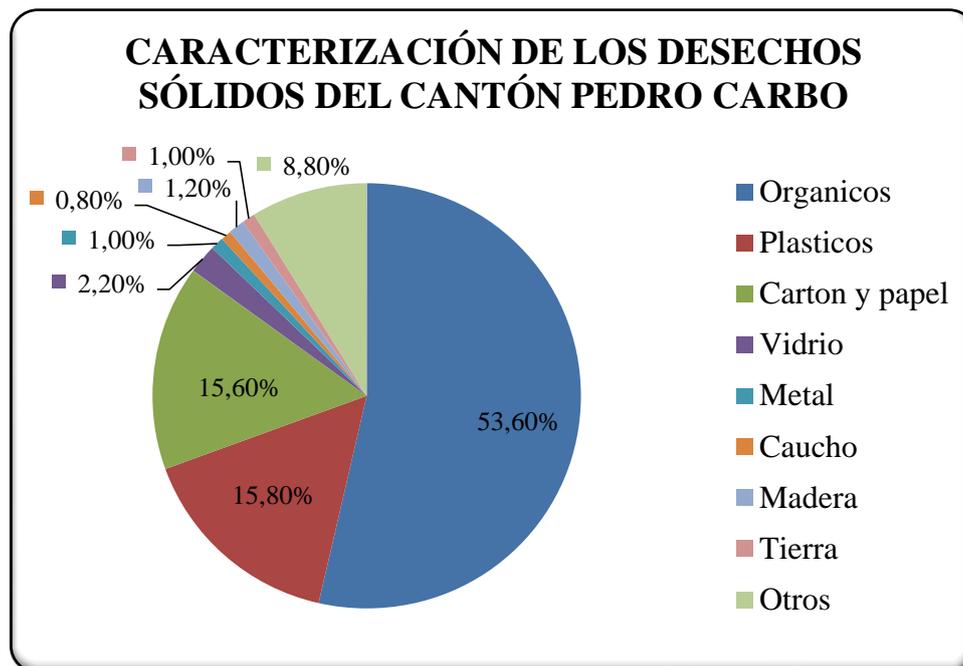
Fuente: J. Dueñas

Tabla 2-7: Caracterización de los desechos sólidos del Cantón Pedro Carbo

CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DEL CANTÓN PEDRO CARBO		
Desechos	kg	Porcentaje%
Orgánicos	26.80	53.60%
Plásticos	7.90	15.80%
Cartón y papel	7.80	15.60%
Vidrio	1.10	2.20%
Metal	0.50	1.00%
Caucho	0.40	0.80%
Madera	0.60	1.20%
Tierra	0.50	1.00%
Otros	4.40	8.80%
Total	50.00	100.00%

Fuente: J. Dueñas

Gráfico 2-6: Caracterización de los desechos sólidos del Cantón Pedro Carbo



Fuente: J. Dueñas

2.4.4 Producción per cápita (ppc).

Producción per cápita es la cantidad de desechos que produce una persona en un día, expresada como kilogramo por habitante y por día (Kg/hab-día).

Tabla 2-8: Parámetros de clasificación de GADs por generación de RSU

PARÁMETROS DE CLASIFICACIÓN DE GADs POR GENERACIÓN DE RSU (ton/día)		
Tipo	Rango Generación (Ton)	PPC (kg/hab.día)
GAD Especial	>500	0.98
GAD Grande	251 - 500	0.75
GAD Mediano	101 - 250	0.68
GAD Pequeño	51 - 100	0.61
GAD Micro	<50	0.56

Fuente: Ministerio de Ambiente del Ecuador



El cantón Pedro Carbo produce menos de 50 toneladas de RSU por día, por lo cual tiene un índice ppc de 0.56 kg/habitante x día.

Tabla 2-9: Producción de desechos sólidos por año en el Cantón Pedro Carbo

PRODUCCIÓN DE DESECHOS POR AÑO					
Año	Habitantes	ppc	Toneladas día	Toneladas año	Toneladas acumuladas
2014	47 824	0.5600	26.78	9775.23	9775.23
2015	48 507	0.5628	27.30	9964.40	19739.63
2016	49 182	0.5656	27.82	10153.33	29892.96
2017	49 850	0.5684	28.33	10342.18	40235.14
2018	50 510	0.5713	28.86	10532.57	50767.71
2019	51 161	0.5741	29.37	10720.61	61488.32
2020	51 802	0.5770	29.89	10909.76	72398.08

Fuente: J. Dueñas

2.5 Lixiviados.

El lixiviado es el líquido producido cuando el agua percola a través de cualquier material permeable. Puede contener tanto materia en suspensión como disuelta, generalmente se da en ambos casos. Este líquido se encuentra comúnmente asociado a rellenos sanitarios, en donde, como resultado de la filtración a través de los desechos sólidos y la reacción con los productos en descomposición y otros compuestos, es producido el lixiviado.(Campus learning Grupo TAR/EIA, 2011)

En general se denomina lixiviado al líquido resultante de un proceso de percolación de un fluido a través de un sólido. El lixiviado generalmente arrastra gran cantidad de los compuestos presentes en el sólido que atraviesa.



2.5.1 Generación de lixiviado.

Los residuos, especialmente los orgánicos, al ser compactados por maquinaria pesada liberan agua y líquidos orgánicos, contenidos en su interior, el que escurre preferencialmente hacia la base de la celda.

La basura, que actúa en cierta medida como una esponja, recupera lentamente parte de estos líquidos al cesar la presión de la maquinaria, pero parte de él permanece en la base de la celda. Por otra parte, la descomposición anaeróbica rápidamente comienza actuar en un relleno sanitario, produciendo cambios en la materia orgánica, primero de sólidos a líquido y luego de líquido a gas, pero es la fase de licuefacción la que ayuda a incrementar el contenido de líquido en el relleno, y a la vez su potencial contaminante.

En ese momento se puede considerar que las basuras están completamente saturadas y cualquier agua, ya sea subterránea o superficial, que se infiltre en el relleno, lixiviará a través de los desechos arrastrando consigo sólidos en suspensión, y compuestos orgánicos en solución. Esta mezcla heterogénea, de un elevado potencial contaminante, es lo que se denomina lixiviados o líquidos percolados.

2.5.2 Caracterización de los lixiviados.

Cada lixiviado tiene una naturaleza y una composición diferente dependiendo del tipo de residuo que lo genera, de las condiciones climáticas y de la edad del



depósito controlado. Por lo general, los lixiviados presentan altos niveles de contaminación, principalmente debido a:

- Elevadas concentraciones de materia orgánica.
- Concentraciones de nitrógeno, principalmente en forma de amonio.
- Altas concentraciones en sales, principalmente cloruros y sulfatos.
- Baja presencia de metales pesados.

Tabla 2-10: Caracterización de los lixiviados en los sectores A, C y D del Relleno Sanitario Las Iguanas

CARACTERIZACIÓN DE LIXIVIADOS DE LOS SECTORES A, C, Y D EN EL RELLENO SANITARIO LAS IGUANAS				
Sustancia	Sectores	Cantidad (mg/l)	Desviación Estándar (mg/l)	Límite (mg/l)
SDT	A	>9000	±1000	2000
	C	1200	±1000	
	D	15000	±3000	
STG	A	>7000	±1000	1600
	C	10000	±3000	
	D	15000	±10000	
SDF	A	>7000	±1000	
	C	10000	±2000	
	D	15000	±10000	
DQO	A	1500	±400	250
	C	2800	±1000	
	D	5000	±5500	
DBO	A	570	±240	100
	C	980	±500	
	D	1640	±1390	
PH	A	7.9	±0.32	
	C	8.3	±0.15	



	D	7.9	±2.5	
Conductividad	A	16250	±2430	<3000
	C	22140	±740	
	D	23580	±6080	
Amoniaco	A	560	±290	1
	C	1100	±180	
	D	1260	±260	
Amonio	A	600	±300	0.05
	C	1180	±190	
	D	1330	±275	
Nitrógeno Total	A	950	±420	15
	C	2650	±1850	
	D	2010	±445	
Cloruro	A	22860	±1060	1000
	C	3045	±716	
	D	3400	±240	
Sodio	A	1870	±160	200
	C	2240	±400	
	D	1740	±270	
Potasio	A	760	±240	1000
	C	1400	±200	
	D	1360	±380	
Dureza Total	A	1670	±270	500
	C	1410	±380	
	D	1910	±1270	
Cobre	A	0.1	±0.05	1
	C	0.2	±0.1	
	D	1.6	±5.2	
Zinc	A	0.2	±0.1	5
	C	0.4	±0.1	
	D	0.5	±0.8	
Cadmio	A	0.02	±0.02	0.02
	C	0.02	±0.02	
	D	0.03	±0.04	
Cianuro total	A	0.05	±0.05	0.1
	C	0.016	±0.01	
	D	0.07	±0.17	
Fenoles	A	0.08	±0.4	0.2
	C	1.9	±0.6	
	D	2.2	±1.3	

Fuente: Informe Análisis de lixiviado, Jairo Salcedo



Otra característica importante de los lixiviados de acuerdo con la tabla # 2-5 es que su calidad va cambiando a lo largo de la vida del depósito controlado.

En general el lixiviado según va pasando el tiempo:

- Aumenta el DQO y DBO;
- Disminuye la concentración de amonio;
- Aumenta la presencia de fenoles;
- Disminuye la presencia de metales pesados;

2.5.3 Riesgos de los lixiviados.

Si el relleno sanitario no tiene sistema de recogida de lixiviados, éstos pueden alcanzar las aguas subterráneas y causar, como resultado, problemas medioambientales o de salud.

Los contaminantes más significativos son la salinidad, los metales pesados y la presencia muy elevada de calcio y magnesio, amonio entre otros. Los lixiviados de un relleno sanitario en general presentan una elevada concentración de materia orgánica, allí se encuentran altas concentraciones de organismos patógenos como la *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Hafnia alvei*. También existe arsénico que son sustancias cancerígenas. Entre los elementos contaminantes está el plomo que procede de las baterías de los coches y de aparatos electrónicos, plásticos. Esto puede ocasionar lesiones cerebrales en los niños e hipertensión arterial en adultos. El mercurio produce lesiones renales y neurológicas. Las fuentes de cadmio y mercurio que producen lesiones renales y hepáticas.



Se produce un impacto ambiental significativo a los recursos, agua superficial y subterránea, al aire con malos olores y dispersión de bacterias altamente tóxicas, al suelo, el cual queda inerte, y al medio social por las enfermedades que pueden provocar los contaminantes y la acumulación de sustancias tóxicas. Los lixiviados están considerados efluentes tóxicos y como tales pueden causar aumento de la mortalidad de la población, aumento de enfermedades e incapacitaciones graves irreversibles.

2.5.4 Tratamiento de los lixiviados.

La selección del proceso más adecuado para el tratamiento del lixiviado varía en función de las características del propio lixiviado, de su composición química. Así, los parámetros de concentración de amonio, materia orgánica biodegradable y no biodegradable, conductividad y cloruros son factores importantes que determinan cuál es la tecnología más adecuada para aplicar en el tratamiento de estos lixiviados.

Pero también han de considerarse las características del medio receptor de los efluentes tratados, así como los límites legales de vertido. Muchos tratamientos generan a su vez otras fracciones residuales y concentradas que deben a ser gestionados. Pero además de los factores técnicos y legales hay que valorar los aspectos económicos.



2.5.4.1 Procesos anaeróbicos.

Las tecnologías clásicas para la remoción de materia orgánica, que como en el caso de los lixiviados es predominantemente materia orgánica disuelta, son los procesos biológicos de tratamiento. Para el caso de un lixiviado joven (menor a 5 años), los consecuentemente altos contenidos de materia orgánica (70%) parecieran idealmente apropiados para la aplicación de los procesos anaerobios de tratamiento.

Las principales ventajas que tienen los procesos anaerobios en este contexto son la mayor simplicidad en el sistema de tratamiento y la menor producción de lodos. Esto se refleja en menores costos de inversión de capital y de operación y mantenimiento, y en menores requisitos técnicos en el personal que opera el sistema.

Sin embargo, existen varias precauciones que hay que tener en cuenta al aplicar este tipo de procesos. Los altos contenidos de amoníaco y de minerales disueltos pueden generar problemas de toxicidad para los microorganismos. Esto implicaría una remoción previa del amoníaco en caso de que este fuera el problema, o la aplicación de cargas de trabajo reducidas debido a las limitaciones en la actividad microbiana por motivo de la toxicidad. (bvsde, 2004)

2.5.4.2 Procesos aeróbicos.

Los procesos aeróbicos, al igual que los anaeróbicos han sido ampliamente estudiados para el tratamiento de los lixiviados en rellenos sanitarios. Existe



experiencia con una gran variedad de tipos de sistemas, desde las tradicionales lagunas aireadas, hasta sofisticados sistemas que acoplan reactores biológicos con procesos de ultrafiltración con membranas.

Se utilizan cuando se requiere obtener una baja concentración de DBO en los efluentes. Vale la pena aclarar que como usualmente las concentraciones de DBO en los lixiviados son muy altas es relativamente fácil tener remociones porcentuales superiores al 90% en este parámetro. Sin embargo la DBO remanente puede ser todavía alta. Los costos de inversión y de operación y mantenimiento son significativamente superiores a los de los procesos anaerobios cuando los lixiviados son concentrados, como es el caso de un lixiviado joven, por lo que se logran mejores relaciones beneficio / costo cuando se utilizan para tratar lixiviados con concentraciones medias o bajas de DBO. Por esta razón, y dependiendo de las exigencias del vertimiento, se usan preferencialmente como post-tratamiento a los sistemas anaerobios, o para lixiviados viejos con bajos niveles de DBO. (bvsde, 2004)

2.5.4.3 Evaporación.

La utilización de la evaporación como sistema de tratamiento de lixiviados es una aplicación nueva. En ella se utiliza la energía que se tiene en el biogás del relleno sanitario en evaporar el lixiviado por calentamiento. Existen varios tipos de tecnologías ya desarrolladas para lograr el objetivo.



Las tecnologías existentes permiten lograr el control del total de emisiones de lixiviados del relleno sanitario, quedando un lodo que se dispone nuevamente en el relleno. La experiencia y los cálculos de producciones de gas y lixiviados en los rellenos sanitarios indican que se tiene gas en exceso para suplir las necesidades energéticas de evaporación del lixiviado. Algunas de las tecnologías utilizan de manera directa la energía que se genera al quemar el gas con el objetivo central de evaporar el lixiviado, lo que se denomina vaporización del gas, mientras que otras tecnologías pueden utilizar el calor residual que generan motores de combustión o turbinas, que utilizan el biogás para generar potencia mecánica, que a su vez se puede usar para la generación eléctrica.

Con la importancia mundial que están tomando el fenómeno de los gases invernadero y el cambio climático, la destrucción térmica del metano de los rellenos sanitarios se ha identificado como una de las maneras más efectivas en costos para obtener reducciones en las emisiones globales de metano.

Otras de las ventajas que con frecuencia se mencionan en favor de la tecnología de la evaporación son la simplicidad tecnológica de los equipos, y los bajos costos comparativos con otras tecnologías similares. (bvsde, 2004)

2.5.4.4 Recirculación de lixiviados.

Se pretende utilizar el relleno sanitario como un gran reactor anaerobio de tal manera que dentro del mismo relleno se logre la conversión a metano de los ácidos grasos que están presentes en el lixiviado. Al recircular el lixiviado se logra



un aumento en la humedad de los residuos dispuestos, que a su vez genera un aumento de la tasa de producción de gas metano en el relleno. Una vez los ácidos grasos han sido metanizados, el pH del lixiviado aumenta, y al aumentar el pH la solubilidad de los metales disminuye de tal forma que se logra una disminución de los metales en solución que son transportados por el lixiviado. De esta manera se logra una reducción significativa tanto de la DBO como de los metales que finalmente arrastra el lixiviado. Usualmente se considera que el nivel de tratamiento alcanzado es el de pretratamiento, siendo necesario algún tipo de tratamiento posterior que dependerá de los requisitos de los permisos de vertimiento en cada caso.

Adicionalmente, por el aumento de la humedad y la tasa de generación de gas, la recirculación de los lixiviados en el relleno sanitario puede generar aumentos significativos de las presiones internas de los fluidos, gases y líquidos, que comprometan la estabilidad estructural de los taludes. Este efecto puede ser más notorio en los residuos húmedos de países en desarrollo que en los secos de los países desarrollados. Es necesario mirar con cuidado los aspectos de seguridad geotécnica en los rellenos sanitarios cuando se considere el uso de la recirculación de los lixiviados como un método de pretratamiento. Esto implica cuidados especiales en términos de la instrumentación geotécnica del relleno, y en los sistemas de drenaje y evacuación de líquidos y gases. Con frecuencia esta instrumentación adicional, al igual que los requisitos adicionales de drenaje tanto de lixiviados como de gases aumentan significativamente el costo de los sistemas. (bvsde, 2004)



2.6 Generación de gases.

Cuando los residuos se descomponen en condiciones anaeróbicas, se generan gases como subproductos naturales de esta descomposición. En un relleno sanitario, la cantidad de gases producidos y su composición depende del tipo de residuo orgánico, de su estado y de las condiciones del medio que pueden favorecer o desfavorecer el proceso de descomposición.

La descomposición de la materia orgánica en los rellenos sanitarios, que se realiza por la actividad microbiana anaeróbica, genera diversos subproductos, entre ellos el biogás. Por lo tanto, condiciones favorables de medio para la supervivencia de los microorganismos anaeróbicos pueden desarrollarse a temperaturas de entre 10°C y 60°C, teniendo un óptimo entre 30°C y 40°C (fase mesofílica) y otro entre 50°C y 60°C (fase termofílica). El pH entre 6.5 y 8.5 permite un buen desarrollo de los microorganismos teniendo un óptimo entre 7 y 7.2

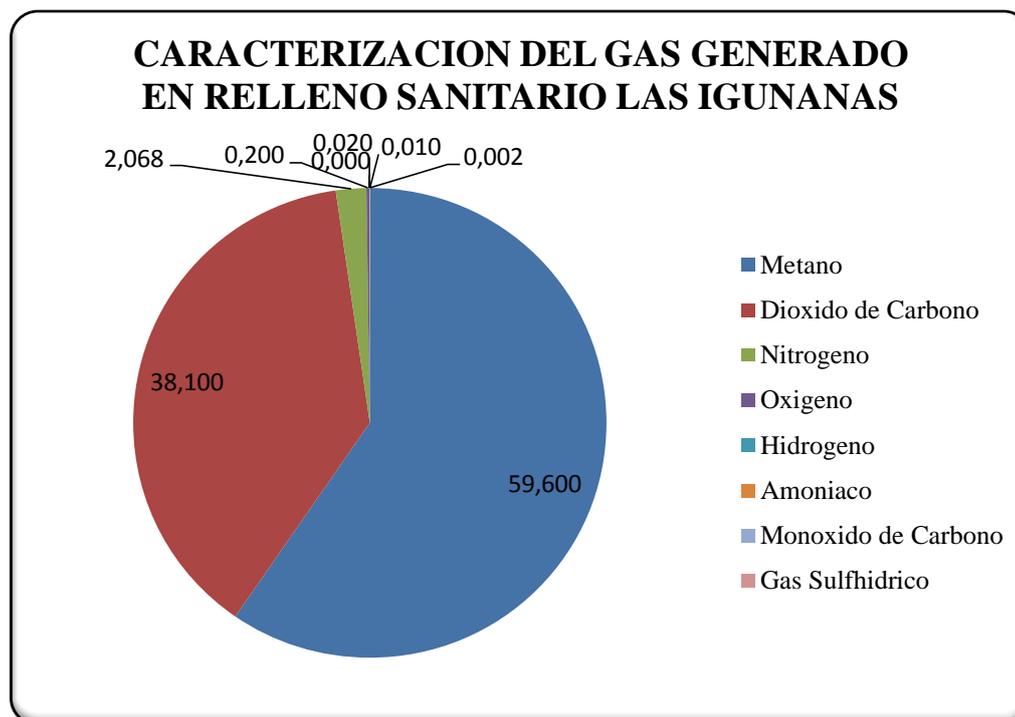
Por lo general, los componentes principales del biogás son el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂), en proporciones aproximadamente iguales, constituyendo normalmente más del 97% del mismo. Ambos gases son incoloros e inodoros, por lo que son otros gases, como el ácido sulfhídrico y el amoníaco los que le otorgan el olor característico al biogás y permiten su detección por medio del olfato.

Tabla 2-11: Caracterización del gas generado en el Relleno Sanitario Las Iguanas

CARACTERIZACIÓN DEL GAS GENERADO EN EL RELLENO SANITARIO LAS IGUANAS			
Sustancia	Formula	Concentración	Porcentaje
Metano	CH ₄	59.600	%
Dióxido de Carbono	CO ₂	38.100	%
Nitrógeno	N ₂	2.068	%
Oxígeno	O ₂	0.200	%
Hidrogeno	H ₂	0.000	%
Amoniaco	NH ₃	0.020	%
Monóxido de Carbono	CO	0.010	%
Gas Sulfhídrico	H ₂ S	0.002	%

Fuente: Laboratorio ILM LAS IGUANAS

Gráfico 2-7: Caracterización del gas generado en Relleno Sanitario Las Iguanas



Fuente: Laboratorio ILM LAS IGUANAS

El gas metano se produce en los rellenos en concentraciones dentro del rango de combustión, lo que confiere al biogás ciertas características de peligrosidad por

riesgos de incendio o explosión y por lo mismo, la necesidad de mantener un control sobre él.

2.7 Material de cobertura.

El terreno debe tener abundante material de cobertura de fácil extracción y con buen contenido de arcilla, dada su baja permeabilidad y elevada capacidad de absorción de contaminantes. Cuando esta sea escasa en el sitio, se deberá garantizar su adquisición en forma permanente y suficiente, tomando en cuenta su disponibilidad en lugares vecinos en donde los costos de transporte no sean muy altos.

Foto 2-9: Cantera con suficiente material para la cobertura de los desechos



Fuente: J. Dueñas

La cubierta de los residuos sólidos será realizada diariamente, así se tendrá un frente de trabajo mínimo y con cobertura al final del día, se preferirá un material



con contenido de arcilla que garantice la impermeabilización de las capas (entre 0.40m y 0.60m) intermedias y final contra la infiltración de precipitaciones pluviales, será utilizado tanto para la cobertura diaria de los residuos y su compactación como para la preparación de nuevas celdas de trabajo, se debe considerar que el material de cobertura será de un 20% del volumen de residuos que se depositarán.

2.7.1 Importancia de la cobertura.

El cubrimiento diario de los residuos y la cobertura final del relleno sanitario con tierra es de vital importancia para el éxito de esta obra. Ello debe cumplir las siguientes funciones:

- Minimizar la presencia y proliferación de insectos, roedores y aves.
- Evitar incendios y presencia de humos.
- Reducir los malos olores.
- Disminuir la entrada de agua de lluvia a la basura.
- Orientar los gases hacia los drenajes para evacuarlos del relleno sanitario.
- Darle al relleno sanitario una apariencia estética aceptable.
- Servir como base para las vías de acceso internas.
- Permitir el crecimiento de vegetación.

Foto 2-10: Cobertura de desechos en el Relleno Sanitario Las Iguanas



Fuente: J. Dueñas

Una de las diferencias entre un relleno sanitario y un botadero a cielo abierto es la utilización de material de cobertura en capas para confinar los residuos al final de cada jornada diaria y separar adecuadamente la basura del ambiente exterior.

2.8 Lagunas de oxidación.

Son excavaciones de diversas profundidades en el cual se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos (que convienen en forma simbiótica) y eliminan en forma natural, patógenos relacionados con excrementos humanos, sólidos en suspensión y materia orgánica.

Foto 2-11: Piscina para almacenamiento de lixiviado



Fuente: J. Dueñas

El sistema está compuesto inicialmente por un grupo de trampas que atrapan y separan los elementos sólidos no inherentes al diseño del sistema, en etapas siguientes el agua y sus residuos pasan a un sistema de lagunas (una o más) donde permanecen en contacto con el entorno, principalmente el aire, experimentando un proceso de oxidación y sedimentación, transformándose así la materia orgánica en otros tipos de nutrientes que pasan a formar parte de una comunidad diversa de plantas y ecosistema bacteriano acuático. Luego de este proceso, el agua superficial de las lagunas queda libre entre un 70 y un 85% de demanda química o biológica de oxígeno, los cuales son estándares apropiados para la liberación de estas aguas superficiales hacia la naturaleza de forma que esta última pueda absorber los residuos sin peligro para el medio ambiente y sus especies.



2.8.1 Lagunas de oxidación aerobias.

Cuando existe oxígeno en todos los niveles de profundidad. Los procesos aeróbicos tienen la ventaja de que aceleran el proceso de descomposición de los residuos orgánicos (en condiciones de suficiente oxígeno) y no producen gases malolientes como resultado de la acción bacteriana. La desventaja de este proceso es que normalmente se requiere energía externa para producir la aireación necesaria.

2.8.2 Lagunas de oxidación anaerobias.

Cuando la carga orgánica es tan grande que predomina la fermentación sin oxígeno. Cuando actúan bacterias anaerobias, se producen gases fétidos como metano, amoníaco y por esta razón, las plantas de tratamiento anaeróbicas se construyen como estructuras cerradas con control de emisión de gases (chimeneas de desfogo) para evitar molestias al entorno.

2.8.3 Lagunas de oxidación facultativas.

Es el caso que opere como una mezcla de las dos anteriores, la parte superior aerobia y el fondo anaerobio. Esta situación es la más común en una laguna de oxidación expuesta al ambiente.

2.9 Condiciones climáticas.

La dirección del viento predominante es importante debido a las molestias que puede ocasionar la descarga de los residuos y las labores de extracción de tierra y cobertura; a los papeles, el material liviano y el polvo que se levantan, y también



al posible transporte de malos olores a las áreas vecinas. Por ello, el relleno sanitario deberá estar ubicado de tal manera que el viento circule desde el área urbana hacia él; en caso contrario, para contrarrestar esta molestia se deben sembrar árboles y vegetación espesa en toda la periferia del relleno. La vegetación, además, impide que los vecinos y transeúntes observen las operaciones de disposición de los residuos sólidos y le da una mejor apariencia estética a la obra.

La precipitación pluvial es otro factor de vital importancia, por lo que se recomienda contar con registros de lluvias y periodos secos, a fin de estimar la cantidad de agua que cae en la zona de estudio. Estos datos pueden ser proporcionados por las instituciones nacionales de meteorología o las empresas de servicios de agua y drenaje. Aun cuando la precipitación pluvial se expresa en milímetros por año, conviene tener los registros mensuales de varios años para el dimensionamiento de las obras de drenaje perimetral y de lixiviado.

2.10 Legislación Ambiental.

Con la promulgación de la Constitución Política de la República del Ecuador en 1998, que reconoce a las personas, el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación; de forma a preservar el medio ambiente y de esta manera garantiza un desarrollo sustentable fue promulgada la Ley de Gestión Ambiental LEY NO. 37. RO/ 245 DE 30 DE JULIO DE 1999 para cumplir con dichos objetivos.



2.10.1 Ley de Gestión Ambiental.

La Ley de Gestión Ambiental constituye el cuerpo legal específico más importante atinente a la protección ambiental en el país. Esta ley está relacionada directamente con la prevención, control y sanción a las actividades contaminantes a los recursos naturales y establece las directrices de política ambiental, así como determina las obligaciones, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones dentro de este campo.

La promulgación de la Ley de Gestión Ambiental en el año de 1999, confirmó que el Ministerio del Ambiente, creado en el año de 1996, es la autoridad nacional ambiental y estableció un Marco general para el desarrollo y aprobación de la normativa ambiental, dentro de los principios de desarrollo sustentable, establecidos en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, y ratificados en la Constitución Política de la República.

Se establece el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental como un mecanismo de coordinación transectorial, interacción y cooperación entre los distintos ámbitos, sistemas y subsistemas de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales. Art. 5, Ley de Gestión Ambiental.

Dispone que el Ministerio del Ambiente, por su parte, debe coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos



y agentes contaminantes. Por otro lado, se establece que las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, deben previamente a su ejecución ser calificados, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental.

2.10.2 Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Esta ley tiene como objetivo primordial el de controlar y prevenir la contaminación ambiental de los recursos agua, aire y suelo.

Con la promulgación de la Ley de Gestión Ambiental, la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental tiene derogadas varias de sus disposiciones, ya que la Ley de Gestión Ambiental derogó expresamente muchos de sus artículos. Sin embargo, las demás disposiciones se mantienen vigentes pero con las limitaciones propias de una ley expedida hace casi treinta años, que en la práctica no se constituyó en la herramienta más efectiva de lucha contra la contaminación ambiental ya que no resultó funcional. Así por ejemplo, se creó el Comité Interinstitucional de Protección Ambiental, el mismo que muy pocas veces se reunió y no pudo constituirse en el órgano rector de estas políticas como pretendía la ley.

Originalmente era el Ministerio de Salud la autoridad competente en el ámbito nacional para hacer cumplir sus disposiciones ya que se trataba de una época en que los problemas de contaminación eran atendidos desde una óptica de salud



pública, es decir en la medida en que afectaban a la salud de la población mas no como un problema que también afecte a la calidad del aire y perjudique en general al medio ambiente. Actualmente, los gobiernos seccionales vienen a convertirse en las autoridades competentes y el Ministerio del Ambiente en los casos que no hay delegación o proceso de descentralización en materia ambiental.

Son supletorias a ésta Ley, el Código de la Salud, la Ley de Aguas, el Código de Policía Marítima y otras leyes que rijan en materia de aire, agua, suelo, flora y fauna.

2.10.3 Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA).

En el año de 2003 se publica el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente que unifica la legislación secundaria ambiental, para facilitar a los ciudadanos el acceso a la normativa requerida. Constituye un texto reglamentario bastante amplio de la normativa ecuatoriana vigente en la Ley de Gestión Ambiental y con lo que queda en vigor de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Se trata, pues, de una herramienta legal de desarrollo detallado, en el nivel reglamentario de la legislación relacionada al tema ambiental en general, a los impactos ambientales, al régimen forestal y afines.

El Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Decreto N° 3.516, se publicó en la Edición Especial No. 2 del Registro Oficial, con fecha 31 de marzo del 2003, ratificando su plena vigencia y aplicabilidad en



todo el territorio nacional. El presente Decreto expide el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. El texto unificado está compuesto de nueve libros con, algunos, sus respectivos anexos:

Libro I: Autoridad ambiental;

Libro II: Gestión ambiental;

Libro III: Régimen forestal, Anexo 1: Determinación del valor de restauración, Anexo 2: Guía conceptual de los métodos de valoración de los daños ambientales, Anexo 3: Formulario para presentaciones de datos del área a ser declarada bosque y vegetación protectora;

Libro IV: Biodiversidad, Anexo 1: Lista de especies de aves amenazadas o en peligro de extinción en el Ecuador;

Libro V: Recursos costeros;

Libro VI: Calidad ambiental, Anexo 1: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes : recurso agua, Anexo 2: Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados, Anexo 3: Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión, Anexo 4: Norma de calidad del aire ambiente, Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones, Anexo 6: Norma de calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, Anexo 7: Listados nacionales de productos químicos prohibidos, peligrosos y de uso severamente restringido que se utilicen en el Ecuador;

Libro VII: Régimen especial: Galápagos;

Libro VIII: Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico (ECORAE);



Libro IX: Sistema de derecho o tasas por los servicios que presta el ministerio del ambiente por el uso y aprovechamiento de bienes nacionales que se encuentran bajo su cargo y protección.

2.10.4 De la Calidad Ambiental.

Para fines de aplicación de las normas ambientales a la Industria Minero-metalúrgica, es importante detenerse en el Libro VI que trata “DE LA CALIDAD AMBIENTAL”, cuya estructura es la siguiente:

Título I Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA);

Título II Políticas Nacionales de Residuos Sólidos;

Título III Del Comité de Coordinación y Cooperación Interinstitucional para la Gestión de Residuos;

Título IV Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental;

Título V Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Peligrosos;

Título VI Reforma al Régimen Nacional para la Gestión de Productos Químicos Peligrosos, y;

Título VII Del Cambio Climático.

Este Libro introduce el Sistema Único de Manejo Ambiental, del cual, como se dice en el propio Libro, se trata desde el Art. 19 al Art. 24 de la Ley de Gestión Ambiental. Se regula lo referente a: marco institucional, mecanismos de



coordinación interinstitucional y los elementos del sub-sistema de evaluación de impacto ambiental, el proceso de evaluación de impacto ambiental, así como los procedimientos de impugnación, suspensión, revocatoria y registro de licencias ambientales. Este reglamento establece y define el conjunto de elementos mínimos que constituyen un sub-sistema de evaluación de impactos ambientales a ser aplicados en las instituciones integrantes del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

Los principios del Sistema Único de Manejo Ambiental son: el mejoramiento, la agilidad, la eficacia, la eficiencia, así como la coordinación institucional de las decisiones relativas a actividades o proyectos propuestos con potencial impacto y/o riesgo ambiental.

CAPITULO III

3 EVALUACION DIAGNOSTICA

3.1 Línea base.

El botadero de desechos sólidos del Cantón Pedro Carbo, cuenta con una área de 10 hectáreas en el cual se disponen diariamente 27 toneladas aproximadamente de desechos, no cuenta con ningún registro de entrada de vehículos, estos desechos son colocados y esparcidos por un tractor sin ningún tratamiento técnico, lo típico de un botadero a cielo abierto.

Foto 3-1: Acarreo de desechos en el botadero del Cantón Pedro Carbo



Fuente: J. Dueñas

No existe impermeabilización del suelo, los desechos no son compactados ni cubiertos diariamente, no cuentan con drenaje para los lixiviados, los cuales se almacenan aguas abajo de la masa de residuos, con la consecuente infiltración y contaminación de aguas superficiales y subterráneas, lo mismo sucede con los

gases que migran directamente a la atmósfera contaminando el medio ambiente, no cuentan con un cerramiento adecuado que impida la presencia de animales como perros, vacas y chanchos.

Foto 3-2: Presencia de animales domésticos entre basura y lixiviado en el botadero del Cantón Pedro Carbo



Fuente: J. Dueñas

La presencia de los minadores o recicladores, es otro de los problemas que presentan estos botaderos a cielo abierto, los cuales arman covachas o carpas para guardar los productos reciclados que obtienen de los desechos depositados en este lugar.

3.1.1 Ubicación.

El botadero ubicado al noreste del Cantón Pedro Carbo, al costado izquierdo de la vía que se dirige al sitio Jerusalén, a 3.5 km de la cabecera cantonal y a 1 km del siguiente poblado. El área del terreno es de 10 has y la superficie ocupada por los desechos es de 3 has.

Tabla 3-1: Coordenadas UTM del botadero del Cantón Pedro Carbo

COORDENADAS UTM DEL BOTADERO DEL CANTÓN PEDRO CARBO			
Cuadrantes	Norte	Este	Cota
Punto # 1	9803138.890	584668.101	73.423
Punto # 2	9803350.616	584558.293	68.656
Punto # 3	9803206.526	583974.998	65.751
Punto # 4	9803079.322	584003.164	69.393

Fuente: J. Dueñas

Foto 3-3: Vista panorámica del botadero del Cantón Pedro Carbo



Fuente: Google earth.



3.1.2 Población.

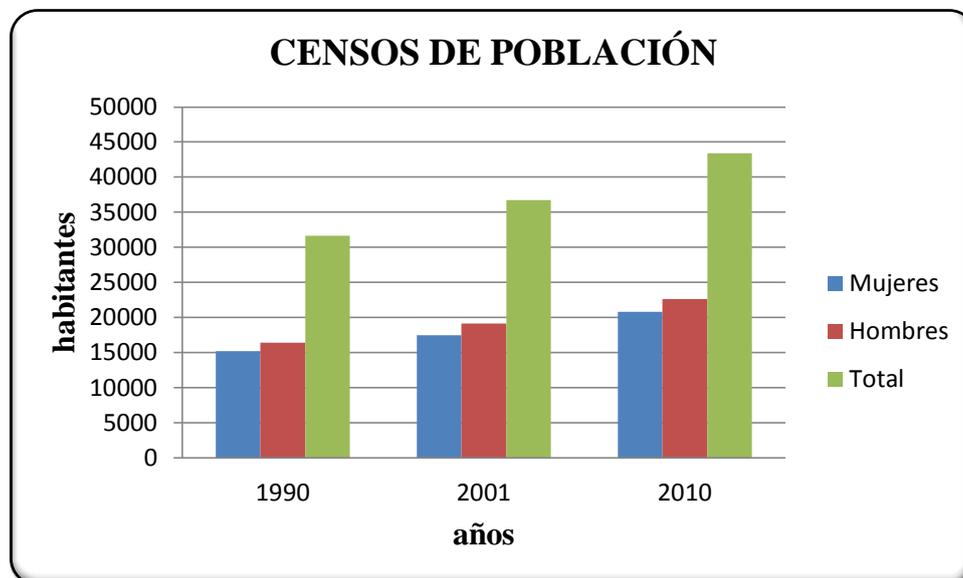
El cantón Pedro Carbo tiene una población de 43 436 habitantes en el censo del año 2010, dividido en 20 220 habitantes urbanos y 23 216 habitantes rurales con 20 828 mujeres y 22 608 hombres.

Tabla 3-2: Censos de población

CENSOS DE POBLACIÓN			
Año	1990	2001	2010
Mujeres	15193	17522	20828
Hombres	16435	19189	22608
Total	31628	36711	43436

Fuente: INEC - 2010

Gráfico 3-1: Censos de población



Fuente: INEC- 2010

3.1.3 Temperatura.

La temperatura es aquella propiedad física o magnitud referida a las nociones comunes de caliente, tibio o frío que puede ser medida con un termómetro que nos permite conocer las temperaturas, es decir, nos da una cabal idea de cuánto frío o calor presenta el cuerpo de una persona, un objeto o una región determinada.

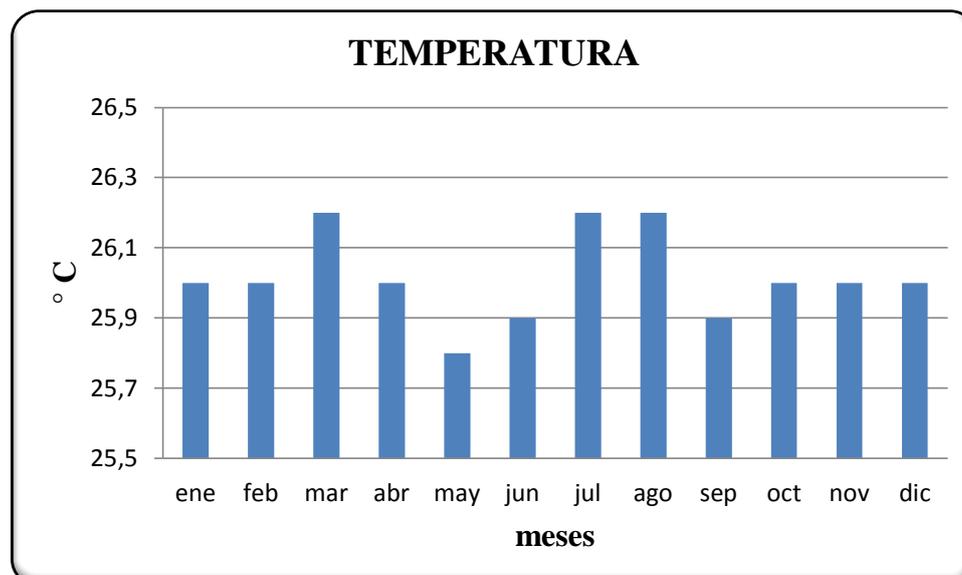
Según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI en el Cantón Pedro Carbo la temperatura promedio de 26°C.

Tabla 3-3: Temperatura en el Cantón Pedro Carbo

TEMPERATURA (°C)											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
26	26	26.2	26	25.8	25.9	26.2	26.2	25.9	26	26	26

Fuente: INAMHI - 2011

Gráfico 3-2: Temperatura en el Cantón Pedro Carbo



Fuente: INAMHI - 2011

3.1.4 Precipitación.

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico, responsable del depósito de agua dulce en el planeta y, por ende, de la vida en nuestro planeta, tanto de animales como de vegetales, que requieren del agua para vivir. La precipitación es generada por las nubes, cuando alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua aumentan de tamaño hasta alcanzar el punto en que se precipitan por la fuerza de gravedad. La precipitación se mide mediante instrumentos diseñados para calcular la precipitación llamados pluviómetros.

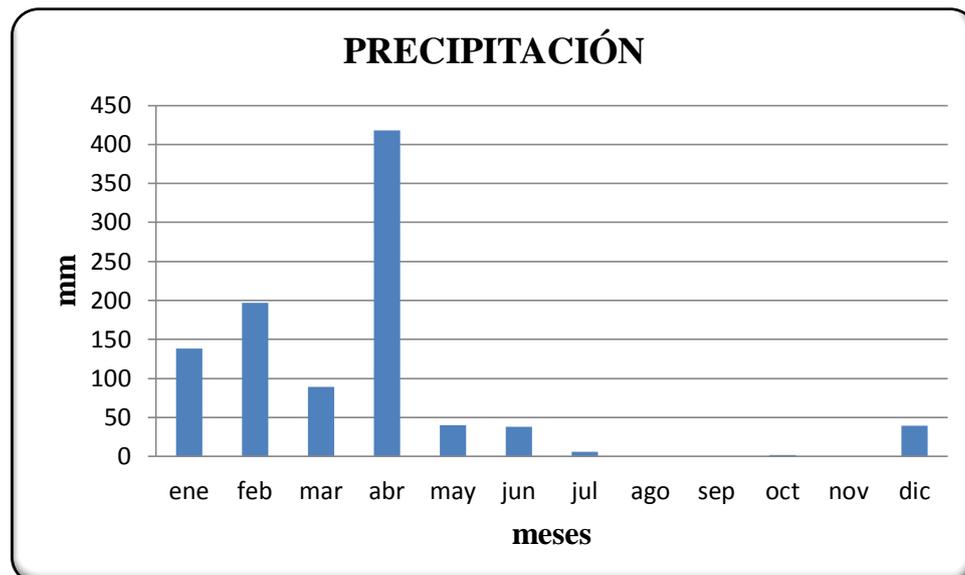
Según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI en el Cantón Pedro Carbo la precipitación promedio anual es de 967.7 mm.

Tabla 3-4: Precipitación en el Cantón Pedro Carbo

PRECIPITACIÓN (mm)											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
138.4	196.8	89	418.1	40.4	38	6.1	0	0	1.6	0	39.3

Fuente: INAMHI - 2011

Gráfico 3-3: Precipitación en el Cantón Pedro Carbo



Fuente: INAMHI - 2011

3.1.5 Heliofanía.

La heliofanía representa la duración del brillo solar u horas de sol, y está ligada al hecho de que el instrumento utilizado para su medición, heliofanógrafo, registra el tiempo en que recibe la radiación solar directa. Se mide en horas y minutos de brillo solar.

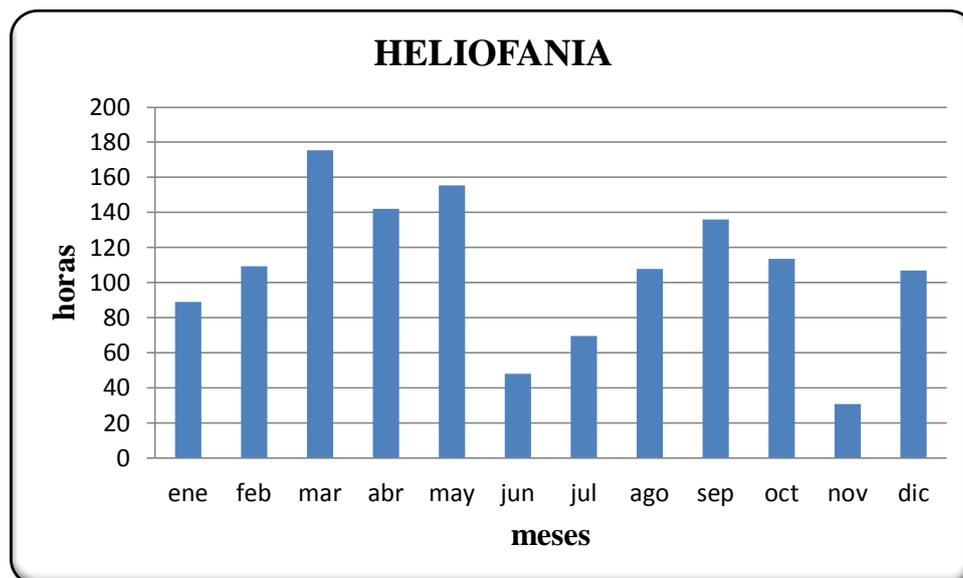
Según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI en el Cantón Pedro Carbo la heliofanía es de 1 283.8 horas/año.

Tabla 3-5: Heliofanía en el Cantón Pedro Carbo

HELIOFANIA (horas)											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
89.2	109.4	175.3	142	155.3	48	69.5	107.8	136.1	113.5	30.7	107

Fuente: INAMHI - 2011

Gráfico 3-4: Heliofanía en el Cantón Pedro Carbo



Fuente: INAMHI - 2011



3.1.6 Humedad relativa

La humedad relativa de una masa de aire es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene y la que tendría si estuviera completamente saturada; así cuanto más se aproxima el valor de la humedad relativa al 100% más húmedo está.

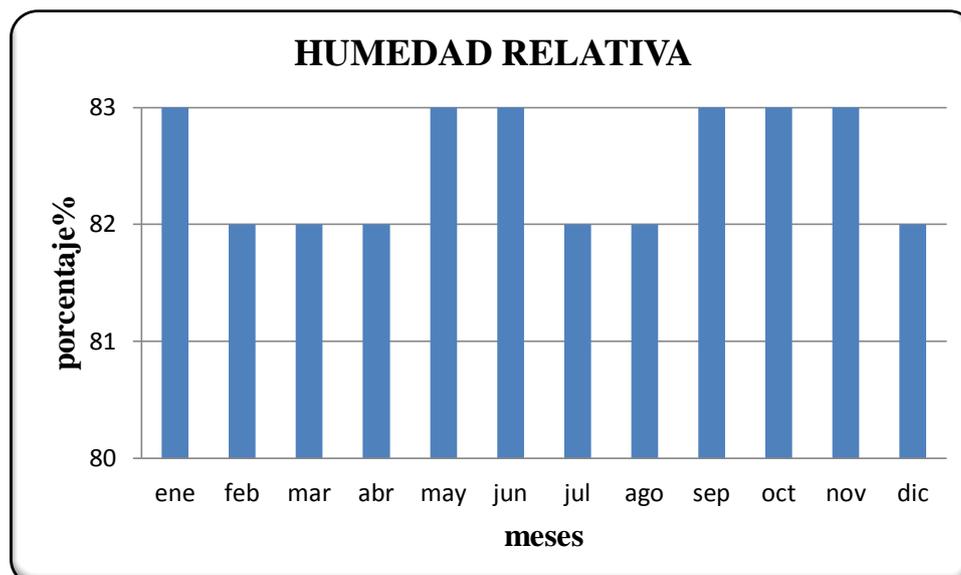
Según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI en el Cantón Pedro Carbo la humedad relativa tiene un valor casi constante del 83%.

Tabla 3-6: Humedad relativa en el Cantón Pedro Carbo

HUMEDAD RELATIVA (%)											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
83	82	82	82	83	83	82	82	83	83	83	82

Fuente: INAMHI - 2011

Gráfico 3-5: Humedad relativa en el Cantón Pedro Carbo



Fuente: INAMHI – 2011

3.1.7 Nubosidad.

La nubosidad es la fracción de cielo cubierto con nubes, en un lugar en particular, según las normas meteorológicas actuales, la nubosidad se expresa en octas, esta es dividida en 8 partes por el operador, quien evalúa entonces el número de esas partes que están cubiertas por las nubes.

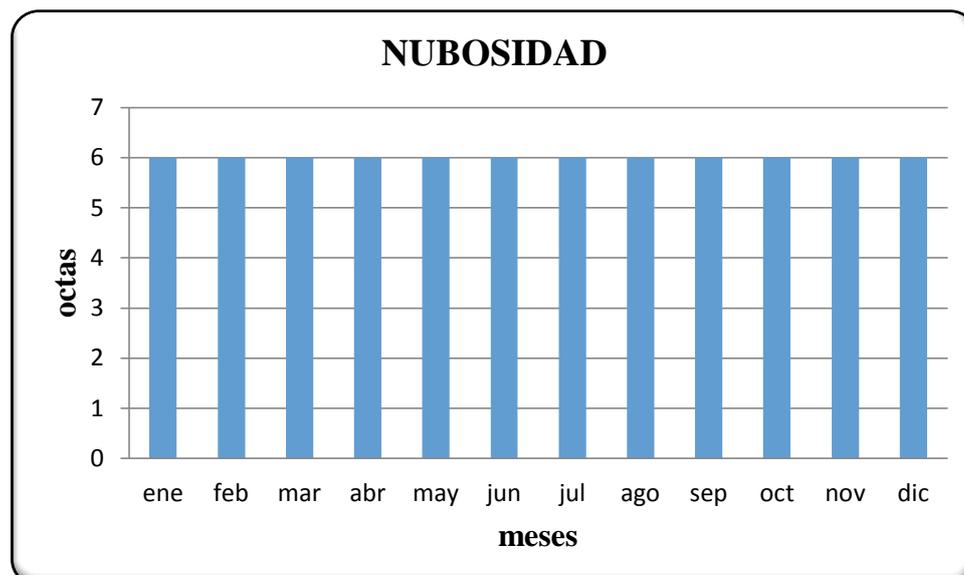
Según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI en el Cantón Pedro Carbo la nubosidad tiene un valor constante de 6 octas.

Tabla 3-7: Nubosidad en el Cantón Pedro Carbo

NUBOSIDAD (octas)											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Fuente: INAMHI

Gráfico 3-6: Nubosidad en el Cantón Pedro Carbo



Fuente: INAMHI - 2011

3.1.8 Velocidad y dirección del viento.

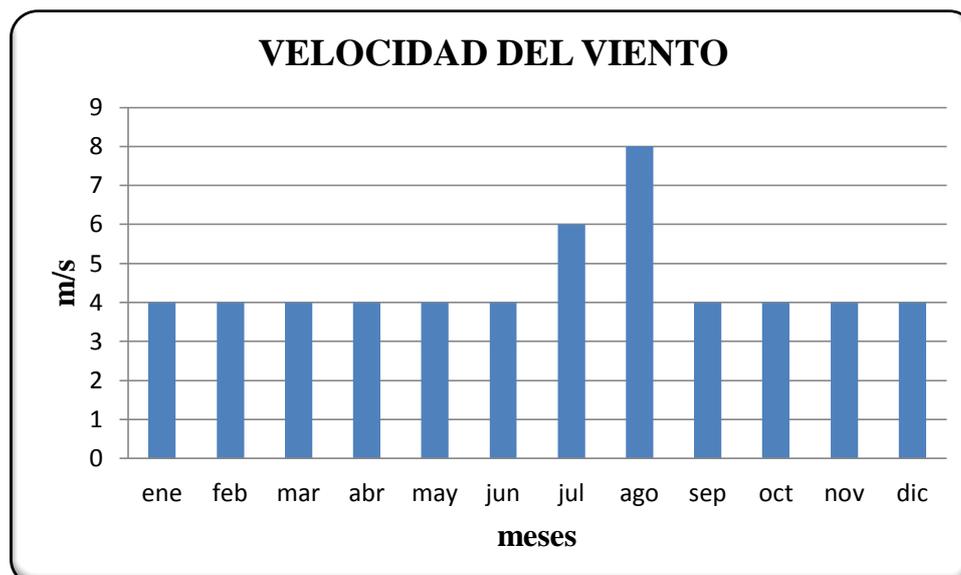
El viento es el aire en movimiento, el cual se produce en dirección horizontal, a lo largo de la superficie terrestre y viene definido por dos parámetros esenciales que son, su dirección y su velocidad. La dirección del viento depende directamente de la distribución de las presiones, pues aquel tiende a soplar desde la región de altas presiones hacia la de presiones más bajas y su valoración a lo largo del tiempo conduce a la ejecución de la llamada rosa de los vientos. La velocidad media del viento varía entre 4 y 8 m/seg., según diversas situaciones meteorológicas.

Tabla 3-8: Velocidad del viento en el Cantón Pedro Carbo

VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
4	4	4	4	4	4	6	8	4	4	4	4

Fuente: INAMHI – 2011

Gráfico 3-7: Velocidad del viento en el Cantón Pedro Carbo



Fuente: INAMHI - 2011

3.1.9 Suelo.

En el sitio donde se realiza la investigación se tomaron muestras de suelo, con el propósito de verificar la calidad del material sobre el que se depositan actualmente los residuos sólidos.

Las muestras de suelo tomadas en el sitio fueron llevadas al laboratorio para realizar los ensayos de granulometría, próctor, contenido de humedad, límites de Atterberg.

Foto 3-4: Toma de muestra del material para análisis en laboratorio



Fuente: J. Dueñas

En el lugar se encontraron dos tipos de material que se definen como: arcilla gravosa arenosa de coloración negra que es la primera capa de 0.70 m de espesor y la segunda capa es arcilla gravosa arenosa de coloración amarillenta, no se encontró nivel freático en las calicatas realizadas a 2.10 m de profundidad.

Los resultados de los ensayos realizados al tipo de suelo (ver anexo 2), se los resumen en las siguientes tablas:



Tabla 3-9: Límites de Atterberg

LIMITES DE ATTERBERG				
	Líquido %	Plástico %	Plasticidad %	Humedad %
Muestra 1-1	68	25	43	22.8
Muestra 1-2	66	28	38	24.29
Muestra 2-1	59	17	42	21.85
Muestra 2-2	55	16	39	22.63

Fuente: J. Dueñas

Tabla 3-10: Granulometría del porcentaje pasante

GRANULOMETRIA PORCENTAJE PASANTE				
Tamiz	Muestra 1-1	Muestra 1-2	Muestra 2-1	Muestra 2-2
4"	100	100	100	100
3"	100	100	100	100
2½"	100	100	100	100
2"	100	100	100	100
1½"	100	100	100	100
1"	100	100	100	100
¾"	89.14	92.47	100	93.47
½"	83.8	86.58	100	87.67
⅜"	81.26	85.36	100	82.93
¼"	81.26	85.36	100	82.93
N° 4	78.98	84.41	100	81.82
N° 8	78.98	84.41	100	81.82
N° 10	77.29	82.45	98.88	80.68
N° 16	77.29	82.45	98.88	80.68
N° 20	77.29	82.45	98.88	80.68
N° 30	77.29	82.45	98.88	80.68
N° 40	74.12	80	97.06	77.04
N° 50	74.12	80	97.06	77.04
N° 60	74.12	80	97.06	77.04
N° 80	74.12	80	97.06	77.04
N° 100	74.12	80	97.06	77.04
N° 200	59.36	74.68	83.3	66.08

Fuente: J. Dueñas



3.1.10 Flora

El botadero de residuos sólidos se encuentra ubicado en lo que es el bosque seco tropical caracterizado por lluvias durante dos o tres meses al año y gran parte del tiempo tiene una estación seca, la flora es el conjunto de especies vegetales que pueblan un territorio o una región geográfica,

Tabla 3-11: Flora existente en el lugar

FLORA EXISTENTE EN EL LUGAR		
Familia	Nombre científico	Nombre común
Anacardaceae	Spondius purpureum	Ciruela
Anacardaceae	Manguifera indica	Mango
Sterculiaaceae	Guazuma ulmifolia Lam	Guasmo
Bombacaceae	Ceiba pentandra	Ceibo
Convolvulaceae	Ipomoea comea Jacq.	Floron Arbusto
Caesalpinaceae	Caesalpineia corimbosa	Cascol
Euforbiaceas	Ricinus Communis	Higuerilla
Cactacea	Ardilla. Sciurus granatensis. Zorro	Espina de Zabana
Convolvulaceae	Luffa sp.	Esponja vegetal
Cucurbitaceae	Passiflora edulis	Maracuyá
Fabaceae	Tamarindus indica	Tamarindo
Mimosaceae	Prosopis pallida	Algarrobo
Mimosaceae	Leucaena trichoides	Leucaena
Compositae	Vernonia baccharoides	Chilca
Malvaceae.	Lagunaria patersonii (Andrews)	pica-pica.
Elaeocarpaceae	Muntingia calabura	Nigüito
Cuculospermaceae	Cochospermun SDD-	Bototillo
	Cynodon dactylon	Paja de la Virgen
Cucurbitáceas	Cucurbita maxima.	Zapallo
Caricácea	Carica papaya	Papaya
Machaerium	Millei Standl	Cabo de hacha Árbol
Albizia	Guachapele (H.B.K.) Dugand Árbol	Guachapelí
Gramíneas	Oryza sativa	Arroz

Fuente: J. Dueñas



3.1.11 Fauna

La fauna es el conjunto de especies animales en sus diferentes clasificaciones, como mamíferos, reptiles, aves, y otros, que habitan en una región geográfica, que son propias de un ecosistema determinado. Los animales suelen ser muy sensibles a las perturbaciones que alteran su hábitat.

Tabla 3-12: Fauna existente en el lugar

FAUNA EXISTENTE EN EL LUGAR		
Nombre científico	Nombre común	
Prochilodus	Bocachico	Peces
Sparisoma cretense	Vieja	
Hoplias microfepis	Guanchiche	
Eubucco bourcierii	Barbudo	
Centroides sp.	Alacrán	Invertebrados
Sinoeca septentrionalis	Avispa	
Blaberus gigantus	Cucaracha	
Nasutitermes	Comejen	
Tropidacris cristata	Saltamonte	
Iguana	Iguana	Reptiles
Bothrops asper	Equis	
Coa constrictor	Mata caballo	
Phyllodactylus reiiei	Salamanquesas	
Dendrocygna autumnalis	Patillo	Aves
Furnarius eucopus	Ollero	
Coragyps atratus	Gallinazo	
Crotophaga sulcirostris	Garrapatero	
Petrogloussus	Tilingo	
Varios especies	Murcielagos	Mamiferos
Oryzomys sp	Ratón arrozalero	
Urocyon cinereoargenteus	Zorro	
Bos primigenius taurus	Vaca	
Sus scrofa domestica	Cerdo	
Canis lupus familiaris	Perro	
Bufo marinus	Sapo grande	Anfibios

Fuente: J. Dueñas



3.1.12 Socioeconómico.

Entre los principales indicadores socioeconómicos del Cantón, se registra una tasa de analfabetismo en el área urbana del 19% para las mujeres, 15% para los hombres; a nivel rural, 24% hombres, 30% mujeres. La desnutrición crónica de los niños menores de 6 años es de 45% en el sector urbano y en el sector rural llega al 44%.

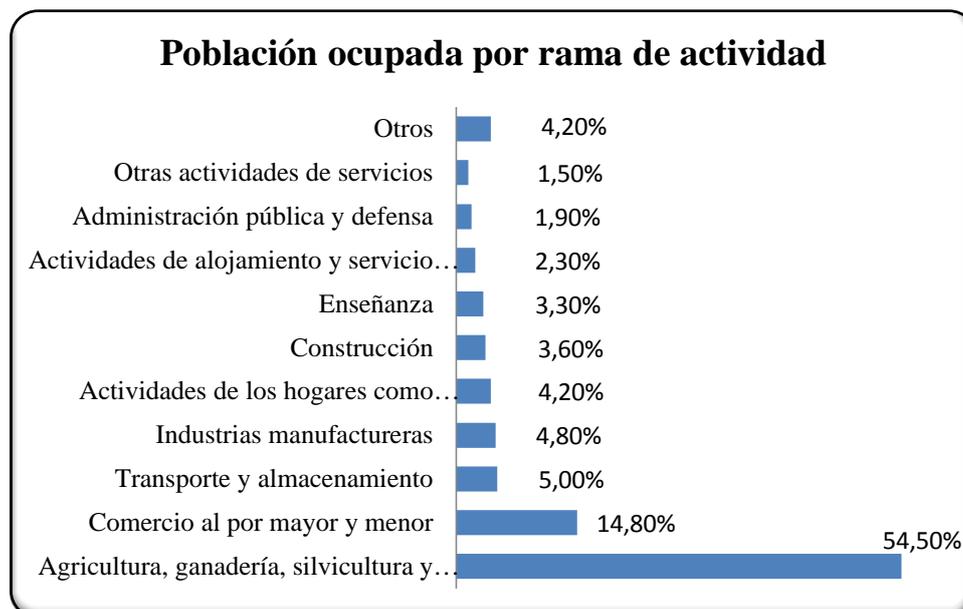
El 54% de la población trabaja en el sector agropecuario. La agricultura y ganadería son sus principales fuentes de riqueza. Hay cultivos de arroz, maíz, algodón, girasol, maní, banano, y en las vegas o ciénagas se siembran diversos productos agrícolas con óptimos resultados; además se cría ganado de calidad, especialmente vacuno y caprino.

Tabla 3-13: Población ocupada por rama de actividad

POBLACIÓN OCUPADA POR RAMA DE ACTIVIDAD	
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	54.50%
Comercio al por mayor y menor	14.80%
Transporte y almacenamiento	5.00%
Industrias manufactureras	4.80%
Actividades de los hogares como empleadores	4.20%
Construcción	3.60%
Enseñanza	3.30%
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	2.30%
Administración pública y defensa	1.90%
Otras actividades de servicios	1.50%
Otros	4.20%

Fuente: INEC - 2010

Gráfico 3-8: Población ocupada por rama de actividad



Fuente: INEC

El 15% de la población está dedicada a la actividad comercial, ya sea esta formal o informal, como son los almacenes de electrodomésticos, de ropa, de comida, entre otros. El 46% de los habitantes del Cantón Pedro Carbo son Personas Económicamente Activas (PEA).

3.1.13 Cultural.

Lo cultural hace referencia a la cultura, como creación humana, y conjunto de valores, creencias, objetos materiales, ideología, religión y costumbres en general, de una determinada sociedad. La identidad cultural supone estar imbuido de la cultura social a la que se pertenece, considerándose un miembro del sistema.

Los pueblos tienen su patrimonio cultural, compuesto por sus creaciones materiales e inmateriales, reflejadas en sus valores, creencias, música, bailes, libros, y cuadros.



El Parque Ecológico Cultural Pedro Carbo se encuentra en la Comuna La Estacada y cuya actividad cultural son todas las acciones que se desarrollan para crear, difundir o desarrollar la cultura. Por ejemplo, actividades en escuelas, clubes, centros religiosos, o artísticos.

3.1.14 Paisajismo.

Paisajismo es la actividad destinada a modificar las características visibles, físicas y anímicas de un espacio, tanto rural como urbano, entre las que se incluyen: los elementos vivos, tales como flora y fauna, lo que habitualmente se denomina jardinería, el arte de cultivar plantas con el propósito de crear un bello entorno paisajístico; los elementos naturales como las formas del terreno, las elevaciones o los cauces de agua; los elementos humanos, como estructuras, edificios u otros objetos materiales creados por el hombre; los elementos abstractos, como las condiciones climáticas y luminosas; y los elementos culturales.

3.1.15 Área de influencia.

El área de influencia del proyecto es de 500 m a la redonda, la población vecina más cercana se llama Jerusalén y se encuentra a 1 000 m de distancia y a 3 500 m con la cabecera cantonal de Pedro Carbo.

La carretera que va al sitio Jerusalén colinda con la parte frontal del botadero y se encuentra en buen estado, hay sembríos que están a lado del lugar del proyecto con el riesgo de que estos productos agrícolas se contaminen.

3.2 Topografía.

La base principal para todo trabajo de Ingeniería Civil es el levantamiento topográfico, que es muy importante debido a que se necesita saber las características de la zona donde se va a implantar el proyecto, de acuerdo a esto se va a verificar la forma del terreno y sus características. El levantamiento topográfico es muy importante para planificar y construir un proyecto.

Foto 3-5: Levantamiento topográfico en el botadero de desechos sólidos



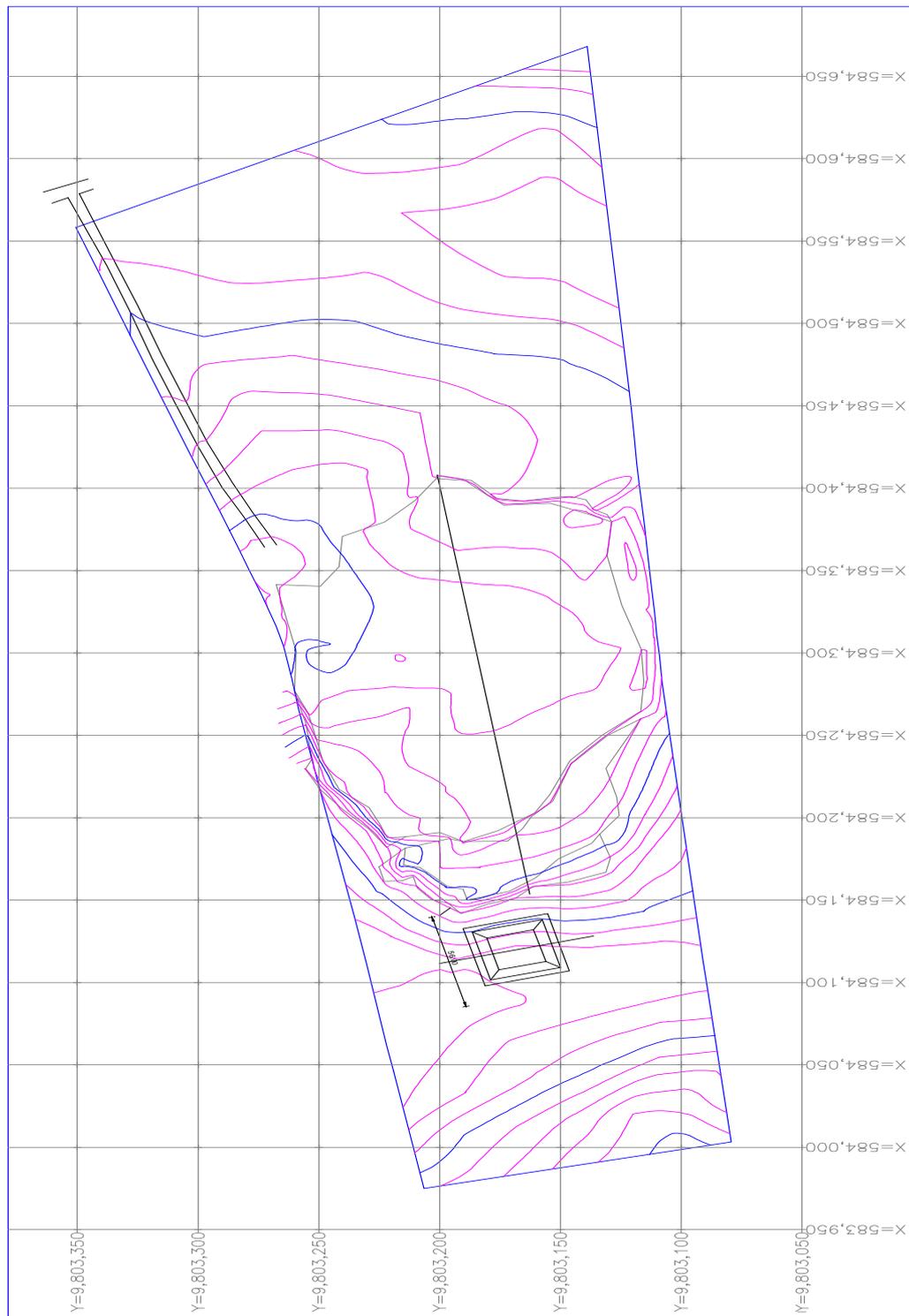
Fuente: J. Dueñas

3.2.1 Levantamiento topográfico.

El lugar donde se realizó el levantamiento topográfico está con bastante basura descubierta, y vegetación alrededor de los desechos, también hay presencia de minadores que buscan en la basura cualquier tipo de material para vender y poder subsistir.



Plano 3-1: Curvas de nivel en el botadero del Cantón Pedro Carbo



Fuente: J. Dueñas



Se colocaron dos estaciones de inicio para lo cual se utilizó un GPS Magellan 315 en el Sistema de Coordenadas UTM y Datum WGS 84, a partir de estas estaciones se realizó todo el levantamiento topográfico con la estación total TOPCON y así ubicar los cuadrantes.

El desnivel que hay donde se encuentran depositados los desechos del botadero, van desde la cota 75 en la parte superior y la cota 62 en la parte inferior, todos estos desechos se encuentran ubicados en una longitud de 250 metros por un ancho de 145 metros, la superficie total del terreno es de 10 has y el área ocupada actualmente por los desechos sólidos es de 3 has.

Tabla 3-14: Planilla de las estaciones para realizar el levantamiento topográfico en el botadero de desechos sólidos del Cantón Pedro Carbo

PLANILLA DE LAS ESTACIONES PARA REALIZAR EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL BOTADERO DE DESECHOS SÓLIDOS DEL CANTÓN PEDRO CARBO				
Puntos	NORTE (Y)	ESTE (X)	COTA	Descripción
1	9803150.998	584307.999	74.981	Estación E1
2	9803206.686	584238.919	73.983	Estación E2
3	9803176.420	584155.552	70.139	Estación E3
4	9803216.147	584171.702	70.453	Estación E4
5	9803258.820	584273.113	74.567	Estación E5
6	9803279.466	584368.942	75.936	Estación E6

Fuente: J. Dueñas

La planilla completa del levantamiento topográfico que se realizó en el botadero del Cantón Pedro Carbo se encuentra en el ANEXO 1.

3.2.2 Equipos utilizados.

Los equipos utilizados para realizar el levantamiento topográfico del botadero del Cantón Pedro Carbo, fueron un GPS Magellan 315 y una estación total TOPCON GTS-236.

Tabla 3-15: Equipos utilizados para el levantamiento topográfico

EQUIPOS UTILIZADOS PARA LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	
GPS Magellan 315 con el cual se obtuvieron las coordenadas de los puntos de inicio en el sistema UTM que servirán para poder iniciar el levantamiento topográfico.	
Estación total TOPCON GTS -236W con la cual se realizó todo el levantamiento topográfico del terreno planimétrico y altimétrico donde se ubica el botadero de los desechos del Cantón Pedro Carbo.	

Fuente: J. Dueñas

3.2.3 Vialidad.

El terreno deberá estar cerca de una vía principal para que sea de fácil acceso y resulten más económicos el transporte de los residuos sólidos y la construcción de

la vía de penetración interna. Esta deberá permitir el ingreso fácil, seguro y rápido de los vehículos recolectores en todas las épocas de año.

Foto 3-6: Vía de ingreso al botadero del Cantón Pedro Carbo



Fuente: J. Dueñas

La malla vial urbana se desarrolla en torno a un eje principal que es la vía Nobol-La Cadena (E-45), que a nivel urbano toma el nombre de 9 de Octubre, la cual se encuentra asfaltada y en buen estado para el rodaje de los vehículos.

Esta vía que divide la ciudad en dos partes y recoge la mayor parte del flujo vehicular de la misma, se constituye en la principal vía arterial existente, seguida de aquellas que conducen hacia las parroquias, mientras las restantes cumplen la función de colectoras, las calles son asfaltadas en el 80%, el resto son adoquinadas y lastradas.

Foto 3-7: Vía principal del Cantón Pedro carbo



Fuente: J. Dueñas

El amanzamiento es rectilíneo conformando una trama de tipo ortogonal que mayoritariamente se alinea a la vía principal con una ligera deflexión en la parte suroeste. De esta trama nacen las vías que se dirigen hacia las parroquias rurales y principales recintos. Es necesario señalar que el relieve del suelo es bastante irregular y dificulta la construcción de vías dentro y fuera de la ciudad.

La vía que va al botadero de residuos sólidos es asfaltada y está en buen estado para que circulen los carros recolectores sin ningún tipo de problemas.

3.3 Cobertura.

La cobertura de los desechos sólidos no se la realiza diariamente, sólo se coloca material por donde el carro recolector va avanzando, esto permite que las precipitaciones pluviales en época lluviosa se infiltren, por la masa de los

desechos colocados en el sitio, por lo cual se incrementa la producción de lixiviado.

Foto 3-8: Desechos sólidos sin cubrir en el botadero del Cantón Pedro Carbo



Fuente: J. Dueñas

De igual forma, al no tener una capa de material que cubran los desechos, los gases generados por los mismos migran de la masa de desechos hacia el medio ambiente produciendo una contaminación.

3.4 Lixiviado.

Al no haber una estructura para la captación de los lixiviados generados por la descomposición de los desechos, estos fluyen sin ningún control y se almacenan aguas abajo de la masa de basura, produciendo contaminación al suelo, se infiltran y contaminan las aguas subterráneas, en época de lluvia los lixiviados son arrastrados con el agua de las precipitaciones hacia los ríos contaminando las aguas superficiales que son utilizada en la agricultura.

Foto 3-9: Lixiviados acumulados en el botadero del Cantón Pedro Carbo



Fuente: J. Dueñas

3.4.1 Cálculos de volumen de lixiviados.

El método suizo permite estimar de manera rápida y sencilla el caudal de lixiviado o líquido percolado mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{P \times A \times K}{T}$$

Donde:

Q: Caudal medio de lixiviados (lts/seg).

P: Precipitación media anual (mm/año).

A: Área del relleno sanitario (m²).

T: Numero de segundos en un año (31 536 000 seg).

K: Coeficiente de compactación, que depende del grado de compactación.



Para rellenos débilmente compactados con peso específico de 0.4 a 0.7 ton/m³, se estima una producción de lixiviado entre 25 y 50% ($k = 0.25$ a 0.50) de precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

Para rellenos fuertemente compactados con peso específico > 0.7 ton/m³, se estima una generación de lixiviado entre 15 y 25% ($k = 0.15$ a 0.25) de la precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

Sustituyendo los datos para el cálculo del caudal medio de los líquidos lixiviados se obtiene:

$$Q = \frac{0.21 \text{ m} \times 20000 \text{ m}^2 \times 0.25}{10368000 \text{ seg}}$$

$$Q = 0.0001012731 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Los ensayos efectuados a los lixiviados del sitio de la Investigación, tuvieron los siguientes resultados, y se muestran en la tabla 3-16

Tabla 3-16: Caracterización de los lixiviados en el Cantón Pedro Carbo

CARACTERIZACIÓN DE LOS LIXIVIADOS EN EL CANTÓN PEDRO CARBO		
Ensayo	Unidades	Valores
pH	unid de pH	6.880
Conductividad a 20°C	μS/cm	2.720
SDT a 20°C	mg/l	1385.000
Residuos sedimentables a 1 H	ml/1h	2.000
Residuos totales	mg/l	2500.000
Residuos no filtrables (suspendidos)	mg/l	740.000
Residuos filtrables (disueltos)	mg/l	1760.000



DQO	mg/l	2610.000
DBO5	mg/l	1130.000
Dureza total	mg/l CaCO3	1320.000
Dureza cálcica	mg/l CaCO3	690.000
Dureza magnésica	mg/l CaCO3	630.000
Alcalinidad P o F	mg/l CaCO3	0.000
Alcalinidad M o T	mg/l CaCO3	815.000
Alcalinidad bicarbonato	mg/l CaCO3	815.000
Alcalinidad Carbonato	mg/l CaCO3	0.000
Alcalinidad Hidróxido	mg/l CaCO3	0.000
Amoniaco	mg/l	45.000
Amonio	mg/l	35.000
Nitrógeno Total	mg/l	84.000
Fósforo total como P	mg/l	10.600
Cloruros	mg/l	1400.000
Sulfatos	mg/l	72.000
Calcio	mg/l	276.000
Magnesio	mg/l	181.000
Hierro	mg/l	3.100
Sodio	mg/l	900.000
Potasio	mg/l	150.000
Plomo	mg/l	0.300
Cobre	mg/l	0.410
Zinc	mg/l	0.660
Cadmio	mg/l	0.040
Cromo Hexavalente	mg/l	0.150
Cianuros	mg/l	0.006
Fenoles	mg/l	0.220

Fuente: Laboratorio ILM Las Iguanas

3.5 Gases.

Los gases que se generan por la descomposición de los desechos orgánicos, que se colocan en este lugar, migran directamente a la atmosfera contaminando el medio ambiente, esto sucede por la no existencia de infraestructura que conduzcan los gases hacia alguna chimenea para su incineración en el sitio.

Foto 3-10: Gases saliendo al Medio Ambiente en el botadero del Cantón Pedro Carbo



Fuente: J. Dueñas

3.6 Presencia de minadores y riesgos.

Se sabe que muchas personas frecuentan los rellenos sanitarios y botaderos a cielo abierto para tratar de recuperar objetos que puedan tener algún valor comercial o que puedan ser utilizados en su vida cotidiana. La práctica realizada por los pepenadores en muchas ocasiones interfiere con las actividades de disposición final, dificultando la descarga de las unidades y en algunas ocasiones poniéndose en peligro a sí mismos al subirse a las unidades en movimiento o en maniobras de descarga.

Aunque es difícil controlar en ocasiones el ingreso de estas personas en un relleno sanitario, pues estos siempre buscarán la manera de ingresar al recinto sin ser vistos, por lo que es de suma importancia mantener una vigilancia en la entrada al relleno sanitario y en las áreas de trabajo.



Aunque en las poblaciones alejadas de los grandes centros urbanos este fenómeno puede no producirse, ya que no existe un mercado para estos materiales, en la mayoría de los municipios esta es una práctica constante debido a los altos índices de desocupación y a la extrema pobreza.

Las personas más expuestas por el contacto directo con los desechos sólidos son los recicladores, que se dedican a extraer material útil de la basura, sean estos orgánicos (restos de comida) o inorgánicos (cartón, papel, plásticos, vidrio, metales, y otros.) para comercializarlo posteriormente como medio de subsistencia. Estas personas llegan incluso a tener lugares fijos en los botaderos, donde además habitan, la recolección y separación de materiales la realizan en las peores condiciones y sin la más mínima protección para su salud. Con el vertido incontrolado de la basura, el paisaje se degrada y se convierte en un lugar sucio y desagradable.

Es común, entonces, encontrar personas en el basurero municipal que laboran y sobreviven en condiciones de miseria y a las que es imperativo ayudar con todos los medios posibles para que mejoren sus condiciones de vida, ya que el reciclaje es una actividad informal que la realizan unas pocas personas que a pesar de sufrir algún accidente o contraer alguna enfermedad, lo hacen para llevar el sustento diario a su familia.

Foto 3-11: Minadores en el botadero a cielo abierto del Cantón Pedro Carbo



Fuente: J. Dueñas

En el botadero de desechos sólidos del Cantón Pedro Carbo se encuentran 13 personas realizando esta difícil labor.



CAPITULO IV

4 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 Volumen de desechos.

Los requerimientos de espacio del relleno sanitario están en función de:

- La producción total de RSU;
- La cobertura de recolección (la condición crítica de diseño es recibir el 100% de los residuos generados);
- La densidad de los RSU estabilizados en el relleno sanitario; y,
- La cantidad del material de cobertura es 20 a 25% del volumen compactado de RSU.



Tabla 4-1: Volumen de desechos acumulados en el botadero

VOLUMEN DE DESECHOS ACUMULADOS			
Abcisas	Distancia (m)	Área (m²)	Volumen (m³)
0+000		0	
	20		445.19
0+020		44.519	
	20		2149.98
0+040		170.479	
	20		4490.74
0+060		278.595	
	20		6909.28
0+080		412.333	
	20		8820.03
0+100		469.670	
	20		9434.59
0+120		473.789	
	20		9399.07
0+140		466.118	
	20		9729.78
0+160		506.860	
	20		10002.53
0+180		493.393	
	20		9646.13
0+200		471.220	
	20		7903.61
0+220		319.141	
	20		5374.02
0+240		218.261	
	10		1648.35
0+250		111.409	
	10		557.05
0+260		0	
TOTAL			86510.35

Fuente: J. Dueñas



Tabla 4-2: Volumen de relleno de desechos hasta la cota 74

VOLUMEN DE RELLENO DE DESECHOS HASTA LA COTA 74			
Abcisas	Distancia (m)	Área (m²)	Volumen (m³)
0+000		0	
	20		1238.84
0+020		123.884	
	20		2398.18
0+040		115.934	
	20		1834.22
0+060		67.488	
	20		935.70
0+080		26.082	
	20		348.07
0+100		8.725	
	20		125.91
0+120		3.866	
	20		360.69
0+140		32.203	
	20		574.13
0+160		25.210	
	20		670.24
0+180		41.814	
	20		801.54
0+200		38.340	
	20		1149.54
0+220		76.614	
	20		793.88
0+240		2.774	
	10		14.86
0+250		0.197	
	10		0.99
0+260		0	
TOTAL			11246.78

Fuente: J. Dueñas



Tabla 4-3: Volumen de corte de desechos hasta la cota 74

VOLUMEN DE CORTE DE DESECHOS HASTA LA COTA 74			
Abscisas	Distancia (m)	Área (m²)	Volumen (m³)
0+000		0	
	20		0
0+020		0	
	20		8.29
0+040		0.829	
	20		165.65
0+060		15.736	
	20		699.69
0+080		54.233	
	20		1189.23
0+100		64.690	
	20		1231.54
0+120		58.464	
	20		1179.28
0+140		59.464	
	20		1223.24
0+160		62.860	
	20		1374.75
0+180		74.615	
	20		1244.66
0+200		49.851	
	20		567.90
0+220		6.939	
	20		766.83
0+240		69.744	
	10		469.38
0+250		24.132	
	10		120.66
0+260		0	
TOTAL			10241.10

Fuente: J. Dueñas



Tabla 4-4: Volumen de relleno de desechos hasta la cota 77

VOLUMEN DE RELLENO DE DESECHOS HASTA LA COTA 77			
Abcisas	Distancia (m)	Área (m²)	Volumen (m³)
0+000		0	
	20		0
0+020		0	
	20		1764.50
0+040		176.450	
	20		4022.48
0+060		225.798	
	20		4573.87
0+080		231.589	
	20		4682.11
0+100		236.622	
	20		4751.22
0+120		238.500	
	20		4424.59
0+140		203.959	
	20		3751.68
0+160		171.209	
	20		3106.44
0+180		139.435	
	20		2421.70
0+200		102.735	
	20		1027.35
0+220		0	
	20		0
0+240		0	
	10		0
0+250		0	
	10		0
0+260		0	
TOTAL			34525.94

Fuente: J. Dueñas



Tabla 4-5: Volumen de cobertura para mesa de la cota 74

VOLUMEN DE COBERTURA PARA MESA DE LA COTA 74			
Abscisas	Distancia (m)	Área (m²)	Volumen (m³)
0+010		0	
	10		135.89
0+020		27.177	
	20		764.92
0+040		49.315	
	20		1050.07
0+060		55.692	
	20		1164.04
0+080		60.712	
	20		1259.23
0+100		65.211	
	20		1291.60
0+120		63.949	
	20		1159.88
0+140		52.039	
	20		973.56
0+160		45.317	
	20		830.30
0+180		37.713	
	20		677.23
0+200		30.010	
	20		529.43
0+220		22.933	
	6.82		78.20
0+226.82		0	
TOTAL			9914.35

Fuente: J. Dueñas



Tabla 4-6: Volumen de cobertura para mesa de la cota 77

VOLUMEN DE COBERTURA PARA MESA DE LA COTA 77			
Abscisas	Distancia (m)	Área (m²)	Volumen (m³)
0+000		0	
	20		0
0+028		0	
	12		224.17
0+040		37.361	
	20		954.98
0+060		58.137	
	20		1138.78
0+080		55.741	
	20		1102.45
0+100		54.504	
	20		1080.54
0+120		53.550	
	20		931.74
0+140		39.624	
	20		694.88
0+160		29.864	
	20		513.90
0+180		21.526	
	20		347.11
0+200		13.185	
	9.51		62.69
0+209.51		0	
TOTAL			7051.24

Fuente: J. Dueñas

Tabla 4-7: Volumen de cobertura para los taludes finales

VOLUMEN DE COBERTURA PARA TALUDES			
Talud	Factor de inclinación (m)	Área (m²)	Volumen (m³)
65 - 70	1.030776406	1770.03	1824.51
70 - 74	1.030776406	4414.92	4550.80
74 - 77	1.030776406	5337.02	5501.27
TOTAL			11876.57

Fuente: J. Dueñas



Tabla 4-8: Volumen total de desechos y material de cobertura por año en el Cantón Pedro Carbo

VOLUMEN TOTAL DE DESECHOS Y MATERIAL DE COBERTURA POR AÑO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO					
Año	Desechos (ton)	Densidad (ton/m³)	Volumen de desechos (m³)	Cobertura (m³)	Volumen total (m³)
2014	9 775.23	0.7	13 964.61	2 792.92	16 757.53
2015	9 964.40	0.7	14 234.86	2 846.97	17 081.84
2016	10 153.33	0.7	14 504.76	2 900.95	17 405.71
2017	10 342.57	0.7	14 774.54	2 954.91	17 729.45
2018	10 532.57	0.7	15 046.53	3 009.31	18 055.84
2019	10 720.61	0.7	15 315.15	3 063.03	18 378.19
2020	10 909.76	0.7	15 585.37	3 117.07	18 702.45

Fuente: GAD Pedro Carbo.

4.2 Diseño.

El diseño y el dimensionamiento de la celda diaria, los filtros para la evacuación de los lixiviados, las chimeneas para la conducción de los gases y la piscina para el almacenamiento de los lixiviados son fundamentales para la realización del proyecto. En este punto se presentará la información básica para la elaboración del diseño, este se verá condicionado por las condiciones topográficas; es por ello que dependiendo de estas, se tendrán alternativas de solución para cada sitio. Es en este punto donde la ingeniería básica juega un papel muy importante.

4.2.1 Celda diaria.

Como se sabe, la celda diaria está conformada básicamente por los RSU y el material de cobertura y será dimensionada con el objeto de economizar tierra, sin perjuicio del recubrimiento y con el fin de que proporcione un frente de trabajo suficiente para la descarga y maniobra de los vehículos recolectores.



Las dimensiones y el volumen de la celda diaria dependen de factores tales como:

- La cantidad diaria de RSU que se debe disponer;
- El grado de compactación;
- La altura de la celda más cómoda para el trabajo; y,
- El frente de trabajo necesario que permita la descarga de los vehículos de recolección.

Para la celda diaria se recomienda una altura que fluctúe entre 1.5 y 2.0 metros, esto debido a la mediana compactación alcanzada por la operación y a fin de brindar una mayor estabilidad mecánica a la construcción de los terraplenes del relleno sanitario. A partir del volumen diario de desechos compactados y teniendo en cuenta las limitaciones de altura, se calculará el avance y el ancho de la celda, procurando mantener un frente de trabajo lo más estrecho posible.

4.2.1.1 Cantidad de RSU que se debe disponer en la celda diaria.

La cantidad de basura para diseñar la celda diaria se puede obtener a partir de la basura producida diariamente, es decir;



Tabla 4-9: Producción de toneladas por día en el Cantón Pedro Carbo

PRODUCCIÓN DE TONELADAS POR DÍA EN EL CANTÓN PEDRO CARBO			
Año	Habitantes	ppc	Toneladas día
2014	47 824	0.5600	26.78
2015	48 507	0.5628	27.30
2016	49 182	0.5656	27.82
2017	49 850	0.5684	28.33
2018	50 510	0.5713	28.86
2019	51 161	0.5741	29.37
2020	51 802	0.5770	29.89

Fuente: INEC

DSrs = 26 780 kg/día

Donde:

DSrs = Cantidad media diaria de RSU en el relleno sanitario (kg/día).

4.2.1.2 Volumen de la celda diaria.

Los residuos sólidos y el material de cobertura son básicamente lo que conforman la celda diaria, y su dimensionamiento se realiza con el fin de optimizar espacios de trabajo y material de cobertura.

$$V_c = \frac{DSrs}{Drs}$$

$$V_c = \frac{26780 \text{ kg/día}}{700 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_c = 38.26 \text{ m}^3$$



Donde:

V_c = Volumen de la celda diaria (m^3)

D_{rs} = Densidad de los RSU recién compactados en el relleno sanitario semimecánizado, (400 a 700 kg/m^3).

4.2.1.3 Dimensiones de la celda diaria.

Para el dimensionamiento de la celda se determina el área y la longitud de la celda diaria.

➤ Área de la celda diaria.

$$A_c = \frac{V_c}{h_c}$$

$$A_c = \frac{38.26 m^3}{2 m}$$

$$A_c = 19.13 m^2$$

Donde:

A_c = Área de la celda ($m^2/día$)

h_c = Altura de la celda entre 1.5 y 2.0 m.

➤ Largo o avance de la celda diaria (m)

$$l = \frac{A_c}{a}$$



$$l = \frac{19.13 \text{ m}^2}{5.0 \text{ m}}$$

$$l = 3.83 \text{ m}$$

Donde:

l = Largo de la celda diaria (m).

a = Ancho que se fija de acuerdo con el frente de trabajo necesario para la descarga de la basura por los vehículos recolectores (m). Debe tenerse en cuenta que en pequeñas comunidades serán uno o dos vehículos como máximo los que descarguen a la vez, lo que determina el ancho entre 3 y 6 m.

Como los taludes también deben ser cubiertos con tierra, la relación del ancho con el largo de la celda que menos material de cobertura requerirá sería la de un cuadrado. Se trata, entonces, de la raíz cuadrada del área de la celda:

$$a = l = \sqrt{Ac}$$

Cuando esto no se cumple por ser el ancho resultante demasiado estrecho para la descarga de los vehículos, entonces se fija primero el ancho y luego se calcula el avance.

4.2.2 Chimeneas.

La chimenea es un elemento para liberar los gases y compuestos volátiles producto de la descomposición de los residuos. Por lo tanto debido al reducido tamaño de la celda, la misma tendrá una chimenea con malla y al centro una



tubería de PVC de 4" perforada. Con ello se consigue mejorar la eficiencia de recolección de los gases y disminuir el volumen de la celda rápidamente.

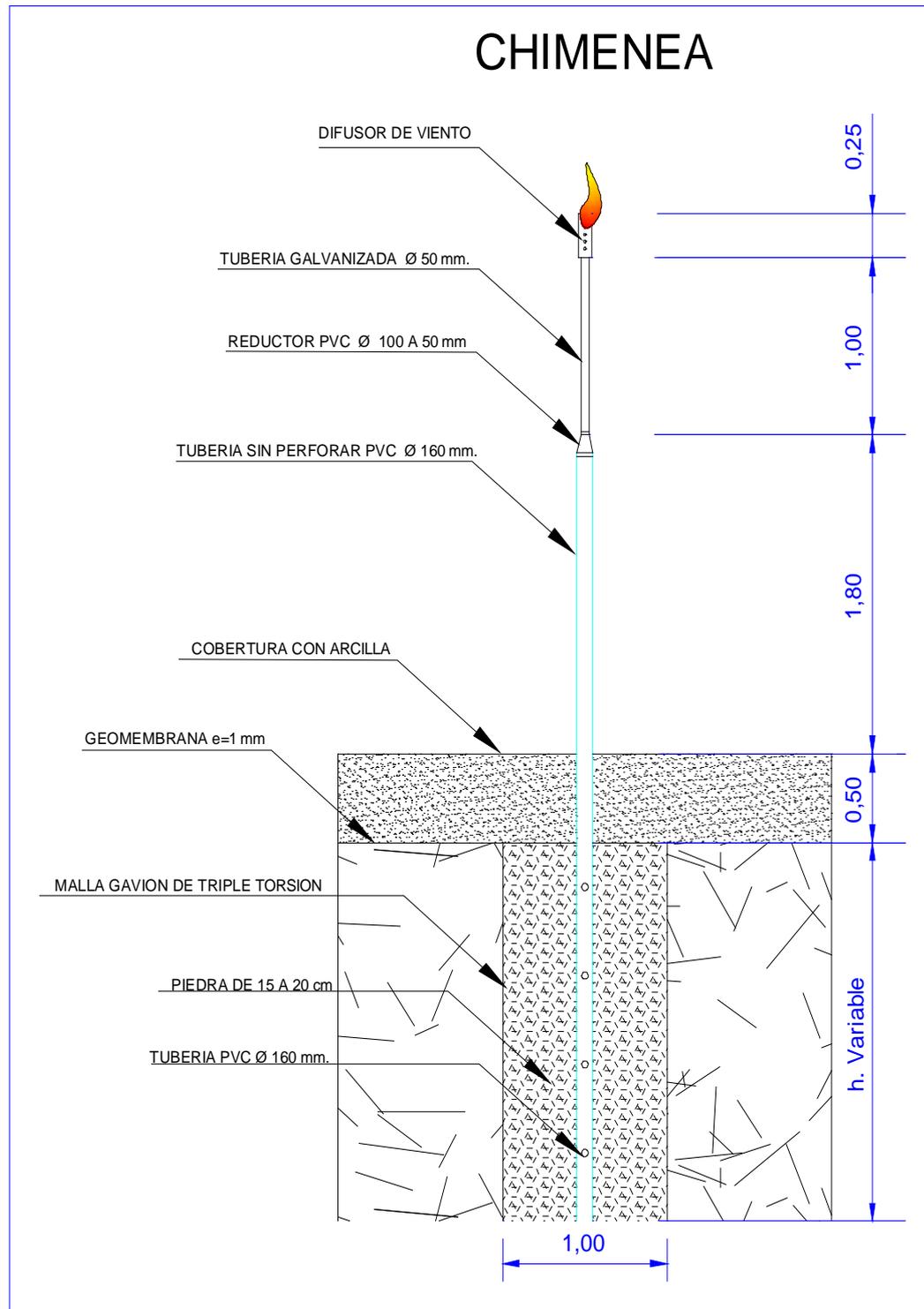
Para recoger el biogás producido en el Botadero Municipal, especialmente gas metano (CH₄) el cual puede alcanzar concentraciones altas (5 a 15%) y dióxido de carbono CO₂, se recomienda la construcción de un sistema de chimeneas las cuales atraviesan en sentido vertical los desechos del botadero municipal, desde el fondo hasta la superficie.

Estas se construyen a medida que avanza el relleno con los desechos y es necesario dar una buena compactación a su alrededor, este método es bastante simple y eficiente además de su bajo costo de construcción.

Por esta razón resulta conveniente instalar chimeneas de drenaje y se construyen usando malla gavión #22 de triple torsión con agujeros de 50 mm, las cual se colocan conforme al avance del relleno. En su interior se arroja material de piedra drenante de 15 cm, con el objeto de permitir que el biogás pueda fácilmente filtrarse hasta la superficie del relleno. En el interior debe ir una tubería de PVC de 100 mm perforada con agujeros de 2.0 centímetros de diámetro a lo largo de su eje vertical, y otra no perforada al final para coleccionar el gas y quemarlo.

Las chimeneas deberán interconectarse con el sistema de drenaje de lixiviados a fin de lograr una mayor eficiencia en el drenaje de líquidos y gases en el relleno.

Figura 4-1: Esquema de chimenea para la evacuación de los gases



Fuente: J. Dueñas



4.2.2.1 Memoria Técnica.

Para la evacuación de los gases producidos por la descomposición de los desechos orgánicos se construirán 30 chimeneas separadas por cuadrículas de 50m.

Estas chimeneas se conformaran por una malla gavión de 1m de diámetro y serán llenadas con piedras redondeadas de aproximadamente 15 a 20 cm de diámetro. En su interior llevará un tubo PVC de Φ 100mm, el cual tendrá 4 líneas verticales de perforaciones de 2cm de diámetro separadas cada 20cm, estas perforaciones se las realiza para que el gas generado ingrese al interior de la tubería.

Cuando la chimenea llegue a la parte superior del relleno se colocará una geomembrana de 1.20m de diámetro con un espesor de 1.5mm, para proteger las piedras de la capa de arcilla que se coloca como cobertura de los desechos.

Se colocará una tubería PVC de las mismas características de la tubería anterior sin perforar de 2.30m a partir del nivel superior de la piedra, allí se colocará un reductor PVC de $\Phi = 100\text{mm}$ a $\Phi = 50\text{mm}$ que ira unido a un tubo galvanizado de $\Phi = 50\text{mm}$ de 1m de alto, por ultimo ira un difusor de viento de 0.25m de alto y de $\Phi = 80\text{mm}$ con 4 líneas verticales de perforaciones de 1.5cm de diámetro con separación de 4cm, por el cual sale el gas y se lo quema para que no contamine el aire.

Cantidades y materiales:

- 30 chimeneas.
- 34 m² de geomembrana (HDPE) de 1.5mm de espesor.



- 30 difusores de viento.
- 30 reductores de PVC de $\Phi = 100\text{mm}$ a $\Phi = 50\text{mm}$.
- 30 m de tubería galvanizada de $\Phi = 50\text{mm}$.
- 69 m de tubería PVC sin perforar de $\Phi = 100\text{mm}$.
- 150 m de tubería PVC perforada de $\Phi = 100\text{mm}$.
- 118 m³ de piedras para chimeneas.
- 471 m² de malla gavión.

4.2.3 Filtros.

Se requiere de un drenaje de lixiviados a través de un mecanismo de infiltración extendido sobre la superficie de la base del relleno. Se construirán las zanjas de forma que su base sean canaletas rectangulares de 0.50 m de base y 0.30 m de altura colocando en su interior piedras de 50 mm la piedra filtrante estará constituida por fragmentos limpios, resistentes y durables, que no presenten partículas alargadas o planas en exceso, y deberá estar libre de material vegetal, arcilla u otro material inadecuado. Asimismo, se debe instalar tuberías perforadas PVC de 100 mm para el drenaje de los líquidos.

4.2.3.1 Cálculo del caudal para el diseño del drenaje.

El método suizo permite estimar de manera rápida y sencilla el caudal de lixiviado o líquido percolado mediante la ecuación:

$$Q = \frac{P \times A \times K}{T}$$

Donde:

Q: Caudal medio de lixiviados (L/seg.).



P: Precipitación media anual (mm/año).

A: Área del relleno sanitario (m²).

T: Numero de segundos en un año (31 536 000 seg.).

K: Coeficiente de compactación, que depende del grado de compactación.

Para rellenos débilmente compactados con peso específico de 0.4 a 0.7 t/m³, se estima una producción de lixiviado entre 25% y 50% (k = 0.25 a 0.50) de precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

Para rellenos fuertemente compactados con peso específico > 0.7 t/m³, se estima una generación de lixiviado entre 15 y 25% (k = 0.15 a 0.25) de la precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

Sustituyendo los datos para el cálculo del caudal medio de los líquidos lixiviados se obtiene:

$$Q = \frac{P \times A \times K}{T}$$

$$Q = \frac{0.210 \text{ m} \times 20000 \text{ m}^2 \times 0.25}{10368000 \text{ seg}}$$

$$Q = 0.0001012731 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Aplicando la fórmula de Manning se calcula:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R h^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:



$$A = \pi \frac{d^2}{4}$$

$$Rh = \frac{d}{4}$$

$$S = 0.005$$

$$n = 0.013 \text{ (para tuberías de PVC)}$$

Sustituyendo los valores se obtiene:

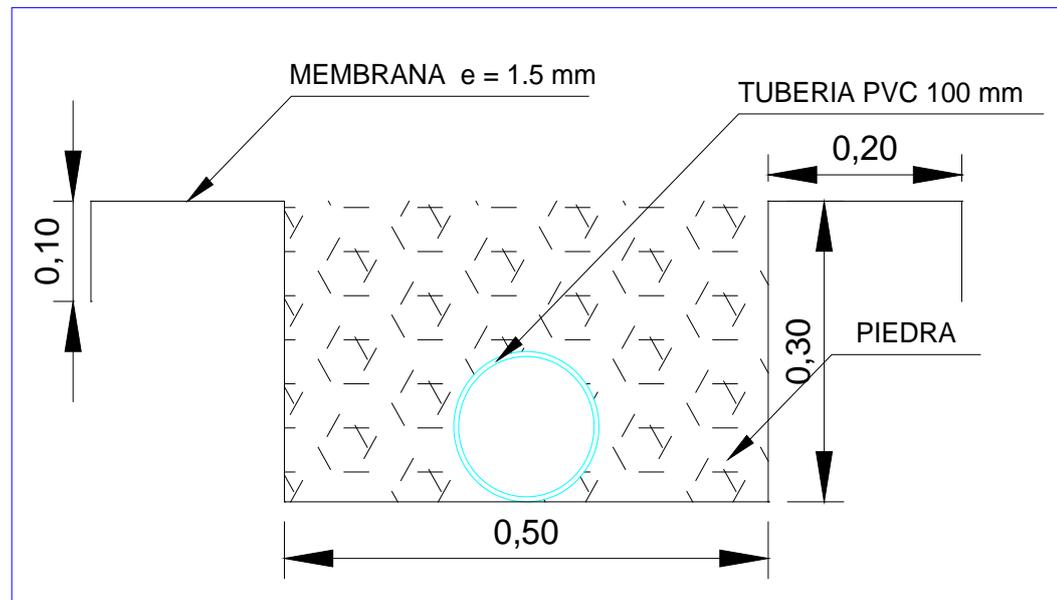
$$0.0001012731 = \frac{\pi \times d^2 \times d^{2/3} \times 0.005^{1/2}}{0.013 \times 4 \times 4^{2/3}}$$

$$0.0001012731 = 1.695345 \times d^{8/3}$$

$$d = 26.21 \text{ mm}$$

Entonces necesitamos una tubería de PVC de 26.21 mm de diámetro, pero para poder obtener una completa seguridad del funcionamiento de esta tubería se sobre dimensionará este diámetro utilizando una tubería de PVC Φ de 100mm, de esta manera se estarán previniendo periodos largos de lluvia y con gran precipitación, así como la posible colocación de sedimentos en el fondo de esta, utilizando siempre el sistema del Dren Francés.

Figura 4-2: Esquema de filtro para la conducción de los lixiviados



Fuente: J. Dueñas

4.2.3.2 Memoria Técnica.

Para la evacuación de los lixiviados se construirán 806.36 ml de filtros en forma de espina de pescado, es decir un filtro principal con 257 ml unido a 4 filtros secundarios de cada lado con 549.36 ml separados 70m y con una abertura de 45°, con un desfase de 5m entre los filtros secundarios ambos lados.

La sección será de 0.50m de base y 0.30m de alto y la pendiente será de 0.5% en el filtro principal mientras que en el secundario dicha pendiente es de 2%.

Los filtros serán impermeabilizados con geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE), con espesor de 1.5mm y un área total de 1 290.18 m².

Estos filtros se colmaran con 96.76m³ de piedra redondeada de aproximadamente 4 pulgadas de diámetro, en su interior se colocara 806.36 ml de tubería PVC Φ de

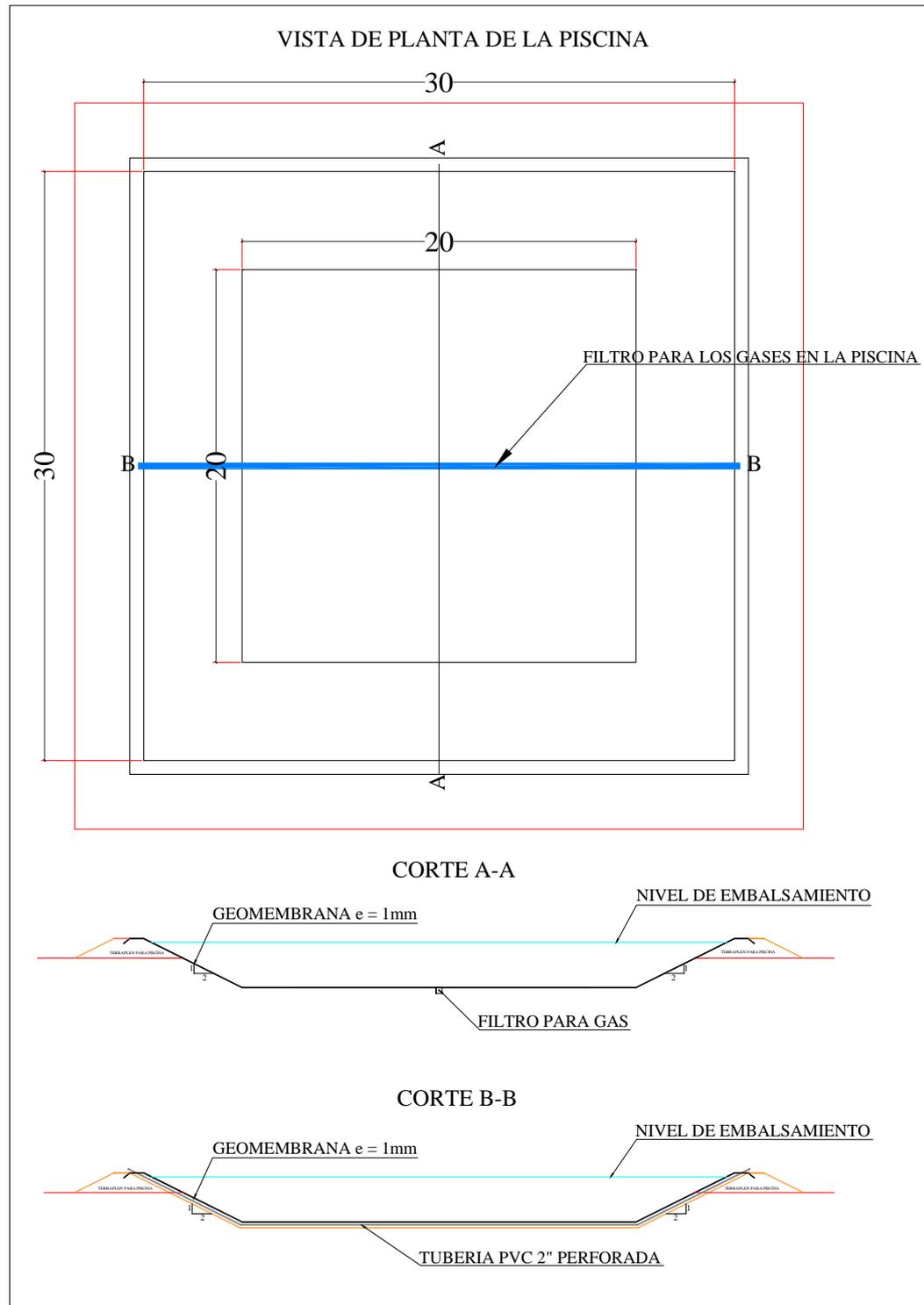


100mm, la tubería ira ranurada para que los lixiviados ingresen y evacuarlos hacia la piscina de almacenamiento. Ver plano # 4-3.

4.2.4 Laguna de almacenamiento de lixiviados.

Para superar los problemas del período de lluvias, se debe construir una piscina que tenga capacidad para almacenar el lixiviado durante los días en que no sea factible evaporarlo. No obstante, éste período dura cuatro meses; hay días con lluvias de magnitud baja y, también, existen días sin lluvia, en los que es factible evaporar los lixiviados; con estos antecedentes, con base a la experiencia, se diseña la piscina con una capacidad de almacenamiento para 120 días de condición crítica.

Plano 4-1: Piscina para almacenamiento del lixiviado vista en planta y corte



Fuente: J. Dueñas



$$Q = \frac{P \times A \times K}{T}$$

$$Q = \frac{0.210 \text{ m} \times 20000 \text{ m}^2 \times 0.25}{10368000 \text{ seg}}$$

$$Q = 0.0001012731 \text{ m}^3/\text{seg}$$

El volumen de almacenamiento de lixiviado en los 120 días se calcula de la siguiente forma:

$$V = Q \text{ m}^3/\text{seg} \times t \text{ seg}$$

$$V = 0.0001012731 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \times 10368000 \text{ seg}$$

$$V = 1050 \text{ m}^3$$

4.2.4.1 Memoria técnica.

La piscina para el almacenamiento de los lixiviados se construirá en la parte baja del relleno entre las cotas 62.50 - 65.00 y cuyas medidas serán 20m x 20m en la parte inferior, 30m x 30m en la parte superior y una altura de 2.5m por lo cual su volumen de almacenamiento será de 1 625 m³.

Los volúmenes de corte y relleno fueron calculados mediante secciones con el programa CIVILCAD, siendo el volumen de corte 378.60m³ y el volumen de relleno de 2 129.60m³, este es el volumen que se necesita para realizar el terraplén y se lo hará en capas de 0.30m para tender el material arcilloso y luego compactarlo, y formaran taludes 1V:3H exterior y 1V:2H interior.



El interior de la piscina será impermeabilizada con geomembrana de 1.5mm y será anclada 0.70m en la corona de la piscina el área total es de 620m², en el eje de la piscina ira un filtro para gases de sección 0.30m x 0.30m y 31.20m de longitud, este filtro será colmado con 1.25m³ de piedra de 2” de diámetro, en su interior ira una tubería de 50mm de diámetro perforada cuya longitud será de 32.20m, para proteger la piedra del material arcilloso se colocará 31.20m² de geotextil no tejido.

4.2.5 Canal.

Los canales para el control de aguas de escorrentía son estructuras que no tienen características especiales. Son interceptores para desviar las aguas lluvias y evitar que pasen sobre la basura, penetren y aumenten los caudales de lixiviados. Estos canales se deben diseñar de acuerdo a las técnicas tradicionales de Ingeniería, teniendo en cuenta la intensidad de las lluvias. Normalmente en los rellenos sanitarios los canales interceptores de aguas de escorrentía se diseñan de acuerdo a la vida útil de cada piso con basura.

El dimensionamiento de las cunetas y canales de aguas lluvias, tal como se muestra en el anexo, se calculó con el software HCANAL que se basa en el método de Manning. El caudal de aguas lluvias a ser drenadas se calculó mediante la ecuación $Q=C*I*A$, considerando el área de aportación tanto en la zona interna del relleno sanitario, como la de las laderas exteriores adyacentes, y un suelo arcilloso.



4.2.5.1 Cálculo del caudal para el diseño del canal.

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

En donde:

I = Intensidad de precipitación (mm/h)

C = Coeficiente de escorrentía (está entre 0.6 y 0.8)

A = Área tributaria acumulada del tramo (ha)

Para el cálculo de la intensidad de precipitación nos basamos en el método de Ven Te Chow, quien proporciona la definición, en la siguiente expresión analítica:

$$I = \frac{K \times T^m \times P_{\max 24}}{t^n}$$

Donde:

I = Intensidad de precipitación

T = Periodo de retorno

K, m, n = Constantes de ajuste de las ecuaciones

P_{max} = Precipitación máxima ocurrida en las 24 horas

t = Tiempo de duración de la tormenta o tiempo de concentración

La precipitación máxima adoptada para nuestro caso es de 100 mm.



El periodo de retorno se puede obtener de acuerdo a las condiciones del diseño, en la tabla 4-10 se mostrará valores para tipos de diseño.

Tabla 4-10: Periodo de retorno

TIPO DE DRENAJE	PERIODO DE RETORNO Tr (años)
Estructuras menores de drenaje (alcantarillas)	20-25
Estructuras de drenaje superficial (cunetas)	5

Fuente: www.google.com.ec

Para nuestro caso, tomaremos un periodo de retorno de 25 años

El tiempo de concentración, o tiempo que se demora una partícula de agua en recorrer desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto donde intercepta la vía, se calcula por medio de fórmulas, en la tabla 4-11 mostraremos valores admisibles para ciertas condiciones de drenaje.

Tabla 4-11: Tiempo de concentración

TIPOS DE DRENAJES	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN
Para alcantarillas (los valores que se adoptan dependen de la forma, gradiente y extensión del área de drenaje)	10 – 20
Para cunetas (los valores que se adoptan dependen de las Gradientes longitudinales de la vía y de las alturas de corte)	5 – 10

Fuente: www.google.com.ec

Para nuestro caso, tomaremos un tiempo de concentración de 10min



Con los conceptos anteriores y los valores adoptados procedemos a calcular la intensidad de lluvia.

Datos:

$$k = 1.63$$

$$m = 0.135$$

$$n = 0.355$$

$$P_{max} = 100\text{mm}$$

$$T = 25\text{años}$$

$$t = 10\text{min}$$

$$I = \frac{k \times T^m \times P_{max} \times 24}{t^n}$$

$$I = \frac{1.63 \times 25^{0.135} \times 100}{10^{0.355}}$$

$$I = 111.15 \text{ mm/h}$$



Coefficiente de escorrentía, en la tabla 4-12 mostraremos diferentes valores de coeficientes para varios tipos de superficies.

Tabla 4-12: Coeficiente de escorrentía

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0,70	0,95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0,50	0,70
Zonas residenciales unifamiliares	0,30	0,50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0,40	0,60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0,60	0,75
Zonas residenciales semiurbanas	0,25	0,40
Zonas industriales espaciadas	0,50	0,80
Zonas industriales densas	0,60	0,90
Parques	0,10	0,25
Zonas deportivas	0,20	0,35
Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril	0,20	0,40
Zonas suburbanas	0,10	0,30
Calles asfaltadas	0,70	0,95
Calles hormigonadas	0,70	0,95
Calles adoquinadas	0,70	0,85
Aparcamientos	0,75	0,85
Techados	0,75	0,95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0,05	0,10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0,10	0,15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0,15	0,20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0,13	0,17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0,18	0,22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0,25	0,35

Fuente: www.google.com.ec

Para nuestro caso se trata de suelo arcilloso con pendientes mayores al 7 %, por lo que tomaremos el valor máximo de 0.35 para el canal.



Coeficiente de rugosidad se caracteriza por la resistencia al flujo, en la tabla 4-13 se muestra diferentes tipos de rugosidad.

Tabla 4-13: Coeficientes de rugosidad

MATERIAL	HAZEN-WILLIAMS(C)	MANNING(n)
Acero galvanizado(nuevo y usado).	125	0.014
Acero soldado(nuevo).	120	0.012
Acero soldado(usado).	90	0.014
Fierro fundido limpio(nuevo).	130	0.013
Plástico (PVC).	150	0.009
Asbesto-cemento(nuevo).	135	0.01
Cobre y latón.	130	0.01
Conductos cemento pulido int.	100	0.01
Concreto, acabado liso.	130	0.012
Concreto, acabado común	120	0.013
Polietileno alta densidad(PE)	150	0.009
Hierro dúctil.	135	0.011
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa		0,020-0,025
En tierra ordinaria, superficie irregular		0,025-0,035
En tierra con ligera vegetación		0,035-0,045
En tierra con vegetación espesa		0,040-0,050
En tierra excavada mecánicamente		0,028-0,033
En roca, superficie uniforme y lisa		0,030-0,035

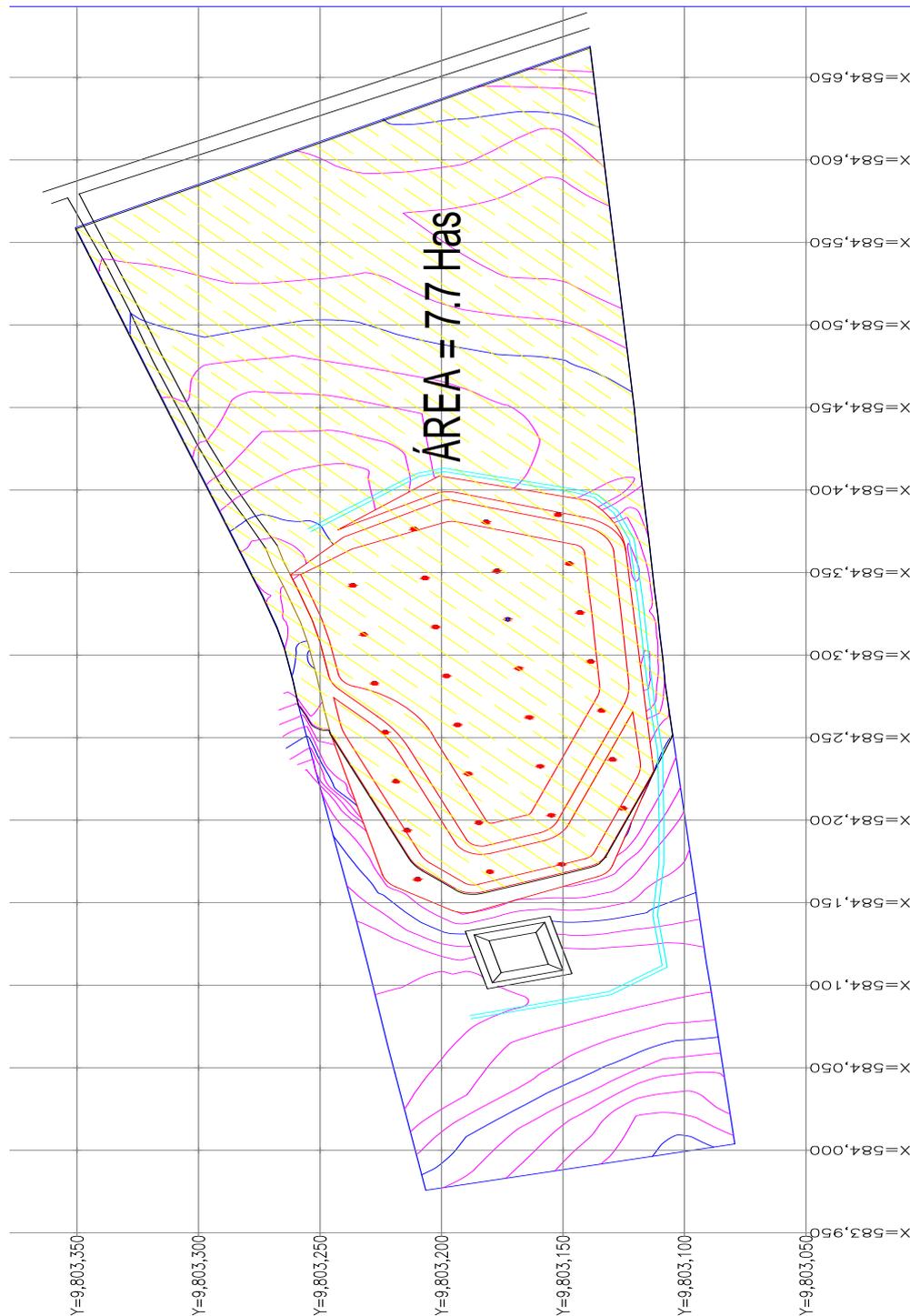
Fuente: www.google.com.ec

En nuestro caso utilizaremos el coeficiente de rugosidad de Manning, por tratarse de tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa tomaremos el valor de 0,02.



El área de aportación que tendrá el canal es 7.7 has y se detalla en el siguiente plano.

Plano 4-2: Área de aportación para canal de aguas lluvias



Fuente: J. Dueñas.



Datos:

$$C = 0.35$$

$$I = 111.15 \text{ mm/h}$$

$$A = 7.7 \text{ has}$$

$$Q = \frac{0.35 \times 111.15 \text{ mm/h} \times 7.7 \text{ has}}{360}$$

$$Q = 0.83 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Datos para el programa:

$$\text{Caudal (Q)} = 0.83 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{Rugosidad (n)} = 0.02$$

$$\text{Ancho de solera (b)} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Pendiente (s)} = 0.002 \text{ m/m}$$

$$\text{Talud (z)} = 1 \text{ H } 1 \text{ V}$$

Gráfico 4-1: Pantalla del programa H-Canal con los resultados del cálculo

Lugar: Pedro Carbo	Proyecto: Tesis
Tramo: 0+000-0+060	Revestimiento: Terreno natural

Datos:	
Caudal (Q):	1 m ³ /s
Ancho de solera (b):	1 m
Talud (Z):	1
Rugosidad (n):	.02
Pendiente (S):	.002 m/m

Resultados:			
Tirante normal (y):	0.5763 m	Perímetro (p):	2.6300 m
Area hidráulica (A):	0.9084 m ²	Radio hidráulico (R):	0.3454 m
Espejo de agua (T):	2.1526 m	Velocidad (v):	1.1008 m/s
Número de Froude (F):	0.5410	Energía específica (E):	0.6381 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

Fuente: Software Hcanales



4.3 Programación.

Para tener un control de obra y una eficiente administración del proyecto es necesario seguir el programa, el cual va a ser la referencia de cómo se va a proceder durante la ejecución de la obra.

La programación es la determinación de los tiempos para las operaciones que abarcan el proyecto, la suma de los tiempos constituye el tiempo total terminación. Un programa es una tabla de tiempos para un plan y, por consiguiente, no se puede establecer hasta que éste se haya desarrollado y consiste en determinar la duración de cada actividad y estimar la duración total del proyecto. Además la estimación de los tiempos puede determinarse en base a tres factores: la experiencia, la cantidad de trabajo a realizar y los recursos asignados.

Una programación para el plan que se vaya a seguir contiene los siguientes puntos:

- Duración estimada de cada actividad;
- El tiempo de inicio y terminación requerido para terminar el proyecto;
- Tiempos más tempranos en que se puede empezar una actividad;
- Tiempos más tardíos en que se tiene que iniciar y terminar cada actividad;
- Holgura positiva o negativa entre el tiempo que se puede y en el que se debe iniciar y terminar cada actividad; y,
- La ruta crítica.



Tabla 4-14: Cronograma de trabajos a realizar

CRONOGRAMA DE TRABAJOS A REALIZAR EN EL BOTADERO DE DESECHOS SÓLIDOS DEL CANTÓN PEDRO CARBO								
	1° MES		2° MES		3° MES		4° MES	
RECONFORMACIÓN DE MESA Y TALUDES DE DESECHOS	X	X	X	X	X	X	X	
COBERTURA DE MESA Y TALUDES DE DESECHOS		X	X	X	X	X	X	X
CONSTRUCCIÓN DE FILTRO PARA DRENAJE DE LIXIVIADOS	X	X	X	X				
CONSTRUCCIÓN DE PISCINA PARA LIXIVIADOS		X	X	X				
CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS					X	X	X	X
OPERACIÓN DE CELDA DIARIA	X	X	X	X	X	X	X	X
MONITOREO DE LIXIVIADOS Y GASES							X	
CONSTRUCCIÓN DE CANAL INTERCEPTOR DE AGUAS LLUVIAS						X	X	

Fuente: J. Dueñas

4.4 Presupuesto.

Es un instrumento en el cual se visualiza, la planificación, y programación de recursos y sus prioridades; además refleja lo que se va a hacer, hasta que punto, para que y como y cuyo objetivo general es lograr la eficiencia y la equidad. En la eficiencia destacan tres tipos: Eficiencia técnica que tiene que ver con aquella opción que emplea la menor cantidad posible de recursos para generar el bien o servicio. Eficiencia Económica la definida entre aquellas eficiencias técnicas, la que genere menor costo y la eficiencia asignativa es la que cumple la dos anteriores y es la que todos en común desean.



Tabla 4-15: Rubros y presupuesto

Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS						
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						
RUBRO N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
I.- RECONFORMACION DE TALUDES Y MESA DE DESECHOS						
1.1	Reconformación de taludes de desechos	m³	10,241.10	1.41	14,439.95	
1.2	Cobertura de mesa (e=50 cm)	m³	16,965.59	2.80	47,503.64	
1.3	Cobertura de taludes (e=30 cm)	m³	11,876.57	3.09	36,698.62	
II.- FILTRO PARA DRENAJE DE LIXIVIADOS						
2.1	Excavación, desalojo y reubicación de desechos	m³	284.17	9.74	2,767.82	
2.2	Geomembrana HDPE 1,5 mm	m²	1,290.18	9.75	12,579.26	
2.3	Piedra filtrante	m³	96.76	6.09	589.27	
2.4	Tubería PVC ø 4" drenaje de lixiviados	ml	806.36	41.93	33,810.67	
III.- PISCINA DE LIXIVIADOS						
3.1	Relleno con material del sitio para dique para piscina de lixiviado	m³	2,129.60	12.20	25,981.17	
3.2	Material de protección inferior para geomembrana	m³	186.05	3.73	693.97	
3.3	Geomembrana HDPE 1,50 mm	m²	620.18	9.75	6,046.76	
3.4	Sub-dren de piscina de lixiviados	ml	31.20	27.09	845.21	
IV.- CHIMENEAS						
4.1	Chimeneas	unidad	30.00	1,089.03	32,670.90	
V.- OPERACIÓN DE CELDA DIARIA						
5.1	Operación del relleno sanitario - celda diaria	ton	2,520.00	10.53	26,535.60	
VI.- MONITOREO DE LIXIVIADOS Y GASES						
6.1	Análisis físico químicos de lixiviados	ensayo	1.00	1,066.80	1,066.80	
6.2	Análisis físico químicos de gases	ensayo	1.00	933.45	933.45	
VI.- OBRAS COMPLEMENTARIAS						
7.1	Canal interceptor de aguas lluvias	m³	505.00	3.18	1,605.90	
				TOTAL	U.S. \$	244,768.99

Fuente: J. Dueñas



4.5 Especificaciones técnicas.

4.5.1 Reconformación de taludes de desechos.

Descripción.

Este trabajo consistirá en la reconfiguración de los taludes con los alineamientos, pendientes y secciones transversales indicadas en los planos.

Procedimiento de trabajo.

Antes de ejecutar la reconformación de taludes, el contratista notificará al Fiscalizador, con suficiente anticipación, el inicio de los trabajos de este rubro, a fin de que se puedan tomar todos los datos del terreno natural, necesarios para llevar un control adecuado.

Los taludes conformados con los desechos quedarán listos para la colocación de la capa de cobertura.

Medición y forma de pago.

Los desechos tendidos sobre la subrasante aprobada y de acuerdo a las presentes especificaciones y diseños serán cuantificados y pagados por la cantidad de metros cúbicos totales de diferencia entre el inicio y fin de la operación, determinados mediante levantamientos topográficos antes y después en el sitio del relleno.

Rubro: Reconformación de taludes de desechos.



Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: equipo básico de topografía.

Equipo mínimo: Herramienta menor, Tractor de orugas de 140 HP.

4.5.2 Reconformación de mesa de desechos.

Descripción.

Este trabajo consistirá en la reconfiguración de las superficies de las celdas con los alineamientos, pendientes y secciones transversales indicadas en los planos. Procedimiento de trabajo Antes de ejecutar la reconformación de las mesas, el contratista notificará al Fiscalizador, con suficiente anticipación, el inicio de los trabajos de este rubro, a fin de que se puedan tomar todos los datos del terreno natural, necesarios para llevar un control adecuado.

La superficie de desechos de las mesas deberá quedar lista para la colocación de la capa de cobertura.

Medición y forma de pago.

Los desechos tendidos sobre la subrasante aprobada y de acuerdo a las presentes especificaciones y diseños serán cuantificados y pagados por la cantidad de metros cúbicos totales de diferencia entre el inicio y fin de la operación, determinados mediante levantamientos topográficos antes y después en el sitio del relleno.

Rubro: Reconformación de mesa de desechos.



Unidad: -Metro cúbico (m³).

Materiales mínimos: equipo básico de topografía.

Equipo mínimo: Herramienta menor, Tractor de orugas de 140 HP.

4.5.3 Cobertura de taludes y cobertura de mesa.

Descripción.

Estos trabajos consistirán en la producción, transporte y colocación de material de cobertura sobre los taludes de desechos y en mesa de desechos, según el caso, en los espesores indicados en los planos.

El material de cobertura se obtendrá en zonas de corte definidas dentro del predio utilizado para la disposición final de desechos.

Procedimiento de Trabajo.

Con anticipación de las operaciones de explotación y colocación del material de cobertura en las zonas identificadas dentro del relleno sanitario, se notificará al Fiscalizador, a fin de que se pueda tomar todos los datos del terreno natural necesario para llevar un control adecuado.

El material se transportará desde el sitio de explotación, hasta el sitio de colocación sobre los desechos, tanto en mesas como en taludes y se depositará, regará y conformará de acuerdo a los espesores, alineamientos, pendientes y cotas señaladas en los planos.



Medición y forma de pago.

Se cuantificarán y pagarán los metros cúbicos colocados sobre los desechos mediante levantamientos topográficos antes y después de colocar el material una vez aprobadas las cotas de proyecto y densidades de campo.

Rubro: Cobertura, Cobertura de taludes, Cobertura de mesa.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales: arcilla, que se explotará con el equipo que a continuación se detalla:

Equipo mínimo: Herramienta menor, Tractor de orugas, Excavadora de orugas de 110 HP, Volquete, equipo básico de topografía.

4.5.4 Excavación, desalojo y reubicación de desechos.

Descripción.

Estos trabajos consistirán en la excavación, desalojo, y reubicación de desechos en el sitio de descarga que sea requerido de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador.

Así mismo, cualquier material excedente e inadecuado que hubiese, será dispuesto en el sitio de disposición final de desechos.

Procedimiento de Trabajo.

Antes de ejecutar los cortes, el contratista notificará al Fiscalizador, con suficiente anticipación, el inicio, a fin de que se puedan tomar todos los datos del terreno natural, necesarios para llevar un control adecuado. Todos los cortes se



harán de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas señaladas en los planos o por el Fiscalizador.

Medición y forma de pago.

Se cuantificarán los metros cúbicos de desechos excavados, desalojados y reubicados mediante levantamientos topográficos antes y después.

Rubro: Excavación, desalojo y reubicación de desechos.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales: de topografía.

Equipo mínimo: Herramienta menor, Tractor de orugas, Excavadora de orugas de 110 HP, Volquete, equipo básico de topografía.

4.5.5 Geomembrana HDPE 1.5 mm.

Descripción.

Este trabajo consistirá en la colocación de geomembranas de polietileno expandible de alta densidad de 1.5 mm de espesor sobre la subrasante de la plataforma para impermeabilizar el terreno de la subrasante de la piscina antes de la colocación de los lixiviados desechos sólidos y para colocar las estructuras a construir (canales de drenajes temporales y en los materiales que se utilizarán para coberturas), con la finalidad de, impermeabilizar las estructuras, de acuerdo con los requerimientos del diseño.



Materiales.

Estas membranas deberán ser serán fabricadas con materiales que no se descompongan por la acción de las bacterias u hongos, no les debe afectar los ácidos, los álcalis, y los aceites, y deberán ser totalmente homogéneos y resistentes a desgastes, rasgaduras y perforaciones.

Procedimiento de trabajo.

Las uniones longitudinales y transversales de la geomembrana, deberán ser pegadas y/o termoselladas con un traslazo entre 3 y 7 cm., de acuerdo a la naturaleza del polímero con que esté fabricado la geomembrana y a las recomendaciones del fabricante. Este traslazo deberá también mantenerse en el caso de que sea necesario efectuar reparaciones con parches o remiendos.

Una vez realizada la excavación y compactación de la subrasante y los taludes, se procederá a la colocación de la geomembrana, la cual debe estar debidamente termosellada y soldada en las uniones de traslazo. El fiscalizador deberá comprobar que se cumplan los requerimientos y especificaciones establecidas en el contrato.

Ensayos y tolerancias.

La calidad de la geomembrana, deberán cumplir las características y especificaciones técnicas mínimas, indicadas en la siguiente tabla:

Características mecánicas de la geomembrana de HDPE e=1.5 mm.



Medición y forma de pago.

La cantidad a pagarse por la colocación de la geomembrana y el geotextil, de acuerdo a los documentos contractuales y los requerimientos de diseño, serán los de la superficie colocada de los materiales geosintéticos, medidos en metros cuadrados.

Las cantidades determinadas en la forma indicada, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para los rubros consignados a continuación. Estos precios y pagos constituirán el valor total por el suministro, transporte y colocación de la geomembrana; el suministro, transporte y excavación del material del suelo natural, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

Rubro: Geomembrana HDPE 1.5 mm.

Unidad: Metros cuadrados (m²).

Materiales mínimos: geomembrana HDPE 1.5 mm.

Equipo mínimo: Herramienta menor.

4.5.6 Piedra filtrante.

Descripción.

Estos trabajos consistirán en la colocación de piedra filtrante, en el filtro para drenaje de lixiviados. Los alineamientos y dimensiones del sub-dren serán de acuerdo a lo indicado en los planos, o las indicaciones del Fiscalizador.



Materiales.

La piedra filtrante estará constituida por fragmentos limpios, resistentes y durables, que no presenten partículas alargadas o planas en exceso, y deberá estar libre de material vegetal, arcilla u otro material inadecuado.

Los agregados empleados en la construcción de la capa de filtro deberán cumplir las exigencias de granulometría que se indica en el cuadro a continuación, lo cual será comprobado mediante ensayos granulométricos, siguiendo lo establecido en la norma INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T-27), luego de que el material haya sido mezclado en planta o colocado en los sitios determinados.

Procedimiento de trabajo.

Antes de ejecutar los trabajos correspondientes a este rubro, el contratista notificará al Fiscalizador, con suficiente anticipación, a fin de que se puedan tomar todos los datos, necesarios para llevar un control adecuado. La piedra filtrante se colocará sobre la geomembrana de polietileno de alta densidad en el espesor indicado en los planos.

Medición y forma de pago.

Se cuantificarán los metros cúbicos de piedra filtrante colocados mediante levantamientos topográficos antes y después.

Rubro: Piedra filtrante.

Unidad: Metro cúbico (m³).



Materiales: piedra filtrante.

Equipo mínimo: Excavadora de orugas de 110 HP, equipo básico de topografía.

4.5.7 Tubería de PVC $\phi 4''$ drenaje lixiviados.

Descripción.

Este trabajo consiste en la instalación de una tubería PVC $\phi = 6''$ (160 mm) en el tramo de descarga hacia la piscina de lixiviados.

Materiales.

Las características que deberán tener las tuberías para la conducción de los lixiviados hacia la caja de inspección deberá ser tubería de presión PVC de 160x7.6mm S: 10 PN: 1.25 MPA Sello de calidad INEN.

Descripción.

Para la instalación de esta tubería, se excavará una zanja, y se preparará el terreno con las alineaciones, cotas y pendientes marcadas en los planos. Se verificará alineaciones, cotas, pendientes y compactación del terreno de cimentación de la tubería; al colocar la tubería, se tendrá especial cuidado en que ésta no quede apoyada sobre las campanas, sino, en toda la extensión de la tubería, así como también se verificará una correcta instalación de los empaques de caucho en las uniones.

Una vez instalada la tubería, se rellenará la zanja, compactando por capas de 20 cm de espesor, hasta alcanzar la cota de rasante.



El control de alineaciones y cotas se realizará con equipo de topografía. La excavación se efectuará con excavadora, y la compactación con un compactador de plancha.

Medición y forma de pago.

Se cuantificarán los metros lineales de tubería instalada.

Rubro: Tubería PVC $\phi=6''$ drenaje de lixiviados.

Unidad: Metro lineal (ml).

Materiales: tubería PVC de 160x7.6mm.

Equipo mínimo: Excavadora de orugas de 110 HP, compactador de plancha, equipo básico de topografía.

4.5.8 Excavación para piscina de lixiviados.

Descripción.

Estos trabajos consistirán en la excavación, desalojo, y disposición en el relleno sanitario del material necesario a remover en zonas de corte, para la construcción de la piscina de lixiviados de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador. Cualquier material excedente e inadecuado que hubiese, será dispuesto en el sitio de descarga de desechos.

Procedimiento de Trabajo.

Antes de ejecutar la excavación, el contratista notificará al Fiscalizador, con suficiente anticipación, el inicio del trabajo, a fin de que se puedan tomar todos



los datos del terreno natural, necesarios para llevar un control adecuado. Todas las excavaciones se harán de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas señaladas en los planos o por el Fiscalizador.

El material cuya disposición no esté ordenada de acuerdo a lo antes indicado, será almacenado para su posterior utilización en los sitios indicados por el Fiscalizador.

Medición y forma de pago.

Se cuantificarán los metros cúbicos de excavación mediante topografía antes y después.

Rubro: Excavación para piscina de lixiviados.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales: materiales básicos de topografía.

Equipo mínimo: Excavadora de orugas de 110 HP, volquetes, equipo básico de topografía.

4.5.9 Material de protección inferior de geomembrana.

Descripción.

Estos trabajos consistirán en la producción, transporte y colocación de material sin aristas que servirá de sub-rasante para la geomembrana. Este material no deberá tener aristas a fin de impedir que geomembrana sea perforada por elementos cortantes o punzantes. El material de protección se obtendrá mediante



corte en zonas de corte definidas dentro del predio de disposición final de desechos.

Procedimiento de Trabajo.

Con anticipación de las operaciones de explotación y colocación del material de protección inferior de la geomembrana, en las zonas identificadas dentro del predio, se notificará al Fiscalizador, a fin de que se pueda tomar todos los datos necesarios para llevar un control adecuado. El material se transportará desde el sitio de explotación, hasta el sitio de colocación, donde se depositará, regará y conformará de acuerdo a los espesores, alineamientos, pendientes y cotas señaladas en los planos.

Medición y forma de pago.

Se cuantificaran los metros cúbicos de material colocado mediante topografía antes y después.

Rubro: Material de protección inferior de geomembrana.

Unidad: Metro cúbico (m³).

Materiales: materiales básicos de topografía.

Equipo mínimo: Excavadora de orugas de 110 HP, volquetes, tractor, equipo básico de topografía.



4.5.10 Sub-dren de piscina de lixiviados.

Descripción.

Estos trabajos consistirán en la colocación de sub-dren en la sub-rasante de la piscina de lixiviados, a fin de drenar aire y gases que se pudieran acumular por debajo de la geomembrana de polietileno de alta densidad. Los alineamientos y dimensiones del sub-dren serán de acuerdo a lo indicado en los planos, o las indicaciones del Fiscalizador.

Procedimiento de trabajo.

Antes de ejecutar los trabajos correspondientes a este rubro, el contratista notificará al Fiscalizador, con suficiente anticipación, a fin de que se puedan tomar todos los datos, necesarios para llevar un control adecuado. Se efectuará la excavación por debajo del nivel de sub-rasante, de acuerdo a los alineamientos, cotas y dimensiones establecidos en los planos, se colocará el geotextil no tejido, extendiéndolo sobre el fondo y las paredes de la excavación.

Luego se colocará la tubería perforada de PVC sobre el geotextil, y se rellenará la excavación con piedra filtrante hasta alcanzar el nivel de sub-rasante. Finalmente, se cubrirá la superficie de la piedra filtrante con el geotextil no tejido.

Rubro: Sub-dren de piscina de lixiviados.

Unidad: Metro lineal (ml).

Materiales: tubería de PVC diámetro 50 mm perforada, piedra filtrante y geotextil no tejido 2000.



Equipo mínimo: Excavadora de orugas de 110 HP.

4.5.11 Chimeneas.

Descripción.

Estos trabajos consistirán en la construcción de chimeneas cilíndricas verticales para extracción de gases, tendrán un metro de diámetro y se levantarán desde la capa de revestimiento impermeable.

Materiales.

Los materiales que conforman la construcción de las chimeneas para extracción de gases deben cumplir con los siguientes requisitos:

La malla con la cual se confeccionarán los gaviones será de alambre galvanizado triple torsión calibre 12, adecuadamente protegida contra la corrosión.

El alambre empleado para la confección de las mallas será del tipo reforzado, de diámetro mínimo de 2,4 mm, y tendrá una resistencia a la ruptura superior a 420 N/mm² (4200 kg/cm²). Los gaviones serán rellenos con piedra natural o canto rodado, libre de material vegetal, tierra u otros materiales objetables.

Esta piedra empleada será de forma semi-redondeada de aproximadamente 15 cm. de diámetro y tendrá una densidad mínima de 2,5 gr/cm³. El tamaño mínimo de las piedras será del 50 % mayor a la abertura de la malla correspondiente.



Procedimiento de trabajo.

Las chimeneas para extracción de gases se irán construyendo a medida que avance la construcción del relleno sanitario en alturas sucesivas de 0,50 m. ubicadas entre sí a 30 m de distancia. Posteriormente, en las chimeneas se medirán las concentraciones de metano y el porcentaje de límite bajo de explosividad.

Para la construcción de los quemadores, se colocará una tubería de PVC de 160mm., de diámetro en el centro de la chimenea vertical, cuidando que el tramo embebido en el gavión tenga perforaciones de 38 mm. separados cada 75mm.

Esta tubería continuará sobre la capa de arcilla (cobertura) en una longitud que varía de 1.20 m. a 3.00 m. Luego se colocará un reductor de PVC de 160 a 50mm. Para instalar una tubería galvanizada de 50 mm. de diámetro con una longitud de 1.00 m. A continuación sobre la tubería galvanizada de 50 mm. se colocará un difusor de viento con perforaciones de 16 mm. cada 40 mm., este difusor tendrá una altura variable entre 20 y 25 cm. Y un diámetro de 100 mm., el cual irá soldado a la tubería galvanizada.

Medición y forma de pago.

La cuantificación será por unidad de chimenea completa, incluyendo el quemador.

Rubro: Chimenea

Unidad: unidad.

Equipo mínimo: herramienta menor, excavadora de orugas de 110 HP.



4.5.12 Operación del relleno sanitario – celda diaria.

Descripción.

Este trabajo consistirá en la colocación, tendido y compactación de capas de basura, compuestas por desechos sólidos no peligrosos, sean estos domésticos, comerciales, institucionales, hospitalarios e industriales, de barrida de calles, etc, sobre una subrasante previamente nivelada y aprobada, de conformidad con los alineamientos, pendientes, y sección transversal señalados en los planos.

Procedimiento de trabajo.

Antes de proceder a la colocación de la basura, el contratista tendrá que haber terminado la nivelación de la subrasante.

Los vehículos recolectores depositarán los desechos en el lugar destinado a celda diaria, que será una área lo suficientemente amplia para permitir la maniobra de ingreso, giro, retroceso y descarga de los recolectores, en un proceso de aproximadamente 10 minutos.

Los vehículos llegarán a la playa de descarga avanzando de frente, efectuarán un giro de 180°, para luego retroceder, descargar los desechos y finalmente vehículos saldrán avanzando de frente.

La basura descargada por los vehículos será tendida con un tractor, en capas mediante pasos sucesivos de la máquina, acomodando la basura, eliminando huecos, de tal manera que reciba el máximo de compactación, lo que se comprobará cuando el paso del tractor no deforme la superficie de la basura. No



deben dejarse superficies de bolsas de material plástico que dificulten la filtración de los lixiviados.

La Fiscalización ejercerá el control respectivo, en cuanto a las pendientes mínimas requeridas y que se muestran en los planos de diseño. Una vez tendida la basura, se procederá a la colocación de una capa de cobertura de espesor 50 cm. El material de cobertura será obtenido en zonas de corte definidas dentro del predio utilizado para la disposición final de desechos. El material se transportará desde el sitio de explotación, hasta el sitio de colocación sobre los desechos, tanto en mesas como en taludes y se depositará, regará y conformará de acuerdo a los espesores, alineamientos, pendientes y cotas señaladas en los planos.

Rubro: Operación del relleno sanitario – celda diaria.

Unidad: Tonelada (ton).

Materiales: material de cobertura obtenido en sitio.

Equipo mínimo: Tractor de orugas, excavadora de 110 hp, volquetes, equipo de topografía.

4.5.13 Relleno con material del sitio para dique de la piscina.

Descripción.

Este trabajo consistirá en la colocación y compactación de material arcilloso de baja permeabilidad para el relleno de muros o diques perimetrales, de acuerdo a los límites y niveles del proyecto.



Procedimiento de trabajo.

La colocación del material de muros o diques se realizará una vez que el sitio esté completamente limpio y desbrozado de acuerdo a lo indicado en la especificación correspondiente a este rubro. Antes de la colocación del material se realizará la nivelación topográfica del sitio para determinar los niveles iniciales de la subrasante.

El material de relleno para diques perimetrales se obtendrá de la explotación de los sitios establecidos para el material de cobertura.

El material será colocado en capas de espesor no mayor a 30 cm humedecidos u oreadas para alcanzar el contenido óptimo de humedad y luego compactado con rodillos pata de cabra, hasta que se logre la densidad del 97% del Próctor Standard.

Medición.

Las cantidades a pagarse por los materiales colocado en muros o diques perimetrales serán los metros cúbicos debidamente colocados en sitio compactados de acuerdo a lo indicado en esta especificación y con las densidades de campo aprobadas por el fiscalizador.

El volumen colocado se determinara mediante levantamientos topográficos realizados antes y después del trabajo ejecutado, por ningún motivo se considerará para la cuantificación del rubro el volumen transportado en volquetas del material suelto de ser este el caso.



Rubro: Relleno con material del sitio para dique.

Unidad: metros cúbicos (m³).

Materiales: El material de relleno para diques perimetrales será una arcilla con una permeabilidad menor a 1×10^{-5} cm/s, el porcentaje del pasante del tamiz no. 200 será mayor al 40%, el índice de plasticidad no será mayor al 10%; el porcentaje retenido del tamiz no. 4 (máx.) Estará entre el 20 % y el 50 % y el tamaño máximo de los agregados no será mayor a 5 cm.

Equipo mínimo: tractor de orugas de 140 hp, excavadora de orugas de 110 hp, volquetes, rodillo pata de cabra, tanquero, equipo de topografía.

4.5.14 Análisis físico químico de lixiviados.

Descripción.

Este trabajo consistirá en realizar análisis, físico - químicos a los lixiviados generados en el relleno sanitario, de los mismos que se tomarán muestras en la piscina de lixiviados.

Procedimiento de trabajo.

Se toma la muestra con un recipiente y se efectúa inmediatamente la medición de pH y temperatura.

La muestra se preserva siguiendo las técnicas consignadas en el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” y en “Procedures Manual for Groundwater Monitoring at Solid Waste Disposal Facilities”, editado por la EPA. Las técnicas de laboratorio utilizadas serán también las del “Standard



Methods for Evaluating Solid Wastes” publicado por la EPA, que contiene algunos métodos modificados para la determinación del Cromo, Mercurio y Cianuros.

En laboratorio debidamente equipado se realizarán los análisis siguientes: pH, temperatura, DBO, DQO, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, conductancia específica, nitrógeno total, fósforo total, dureza, alcalinidad, calcio, plomo, mercurio, cobre, zinc, cadmio, cromo total, cianuros, componentes orgánicos, fenoles, MBAs.

Rubro: Análisis físico químico de lixiviados.

Unidad: Ensayos.

Materiales: insumos de laboratorio.

Equipo: equipos de laboratorio acreditado por OAE

4.5.15 Análisis físico químico de gases.

Descripción.

Este trabajo consistirá en la toma de muestras de gases de las chimeneas con equipos que proporcionen datos confiables y utilicen materiales que eliminen la posibilidad de contaminación o interferencia en los análisis químicos. Para el análisis de la presencia de gas, se utilizará el método de cromatografía de gases.

Procedimiento.

El muestreo se realiza en las chimeneas; mediante una bomba de succión se llena una bolsa TEDLAR tomadora de muestras y luego se analiza el gas en un



cromatógrafo de gases configurado para determinar la presencia y concentración de los siguientes gases: amoníaco, dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrógeno, metano, oxígeno, nitrógeno y gas sulfhídrico.

Rubro: Análisis físico químico de gases.

Unidad: Ensayos.

Materiales: insumos de laboratorio.

Equipo: equipos de cromatografía de gases

4.5.16 Canal interceptor de aguas lluvias.

Descripción.

Este trabajo consistirá en la excavación en cualquier tipo de terreno para la construcción de canales para aguas lluvias, de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos. Todas las excavaciones se harán de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas señaladas en los planos, o por el Fiscalizador.

Procedimiento de Trabajo.

Antes de ejecutar la excavación, deberán realizarse las operaciones de limpieza del sitio. El contratista notificará al fiscalizador, con suficiente anticipación, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que se pueda tomar todos los datos del terreno natural necesario para llevar un control adecuado.



La sección del canal interceptor de aguas lluvias será la indicada en los planos. La excavación se realizará con las alineaciones, cotas y pendientes establecidas en los planos.

El fondo del canal deberá tener la pendiente establecida en los planos y tener un acabado liso, que permita el flujo de las aguas lluvias. Si el material producto de la excavación del canal resulta adecuado para utilizarse como cobertura, será transportado, y depositado en el sitio que indique el fiscalizador, dentro del predio, para su posterior utilización. Si el material resultare inadecuado, se lo depositará en el sitio de descarga de desechos.

Rubro: Canal interceptor de aguas lluvias.

Unidad: metro cúbico (m³).

Equipo: Excavadora, volquetes, tractor, equipo de topografía.

El Constructor proveerá todo el personal, equipo, herramientas, y materiales requeridos para el replanteo de las obras. El Fiscalizador verificará estos trabajos y exigirá la repetición y corrección de cualquier obra impropriamente ubicada. Los trabajos de replanteo serán realizados por personal técnico capacitado y experimentado.



CAPITULO V

5 MANTENIMIENTO Y MONITOREO.

El mantenimiento y monitoreo está orientado a controlar, que todas las acciones de protección se cumplan después del cierre del relleno.

5.1 Cobertura final.

Tiene como finalidad la reparación de la cobertura final, que puede ser afectada por las lluvias al producirse erosión, y que consecuentemente produciría problemas en la conservación del relleno en la etapa de post-cierre.

Para evitar la erosión de la cubierta, el ingreso de aire y aguas lluvias a los residuos confinados, se verificará la calidad de la cobertura, revisando la existencia de grietas y la disminución de espesores.

De acuerdo a lo anterior, se realizará el sellado de grietas con material de arcilla, recuperación de espesores indicados en los planos, reparación de los asentamientos y las pendientes adecuadas, para impedir la acumulación de las aguas lluvias.

5.2 Lixiviados.

Con el objeto de minimizar la producción de los lixiviados en el interior del relleno, se construirá canales de intersección de aguas lluvias, los que permitirán captar y evacuar estas aguas fuera del relleno.



Todo el lixiviado producido por la descomposición de los desechos orgánicos en el relleno, será conducido mediante tubería hacia la piscina de almacenamiento y de allí será eliminado mediante el método de evaporación en la parte superior del relleno, este mantenimiento se lo realizará cada 7 días en época no lluviosa.

Se tomará una muestra de lixiviado para el análisis de los diferentes parámetros en el laboratorio, este monitoreo se lo realizará cada 3 meses.

5.3 Gases.

El biogás es un producto de la descomposición anaerobia de la materia orgánica, y presenta un olor característico y muy desagradable, a causa de la presencia del ácido sulfúrico y a otros gases orgánicos, el resto de los gases son inodoros. Por lo tanto, se deberá mantener un estricto control del sistema de drenaje del biogás.

El mantenimiento en las chimeneas es evitar la salida de malos olores en aquellos momentos en los cuales el contenido de metano no sea suficiente para mantener la llama encendida, esto se lo realizará colocando un sello correcto de arcilla en los puntos de drenajes verticales. La quema del biogás en las chimeneas que se encuentren en condicione de ser encendidas, será cuando la concentración de metano en la mezcla lo permita, esto se lo hará bajo condiciones de extrema seguridad.

Se tomará una muestra de los gases al 10% de las chimeneas para el análisis de los diferentes parámetros en el laboratorio, este monitoreo se lo realizará cada 3



meses, con el fin de saber los porcentajes de concentración de cada uno de los parámetros analizados.



CAPITULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se realizó el levantamiento topográfico en el botadero a cielo abierto del Cantón Pedro Carbo para cuantificar los volúmenes de los desechos sólidos acumulados, entonces, se realizarán los cortes y rellenos de los desechos para formar las mesas y taludes.
- La proliferación de moscas, mosquitos, cucarachas y roedores, a consecuencia de los desechos sólidos descubiertos en el botadero, son vectores que afectan la salud humana, entonces, se colocará una capa de 0,50m de arcilla compactada para evitar la proliferación de estos vectores.
- Los lixiviados, producidos por la descomposición de los residuos sólidos acumulados en el botadero a cielo abierto, contamina las fuentes de aguas superficiales y subterráneas, por lo tanto, serán canalizados mediante tubería hacia la piscina de almacenamiento.
- Los gases, producidos por la descomposición anaerobia de los desechos sólidos en el botadero a cielo abierto, migran a la superficie generando malos olores y contaminando la atmósfera, por lo tanto, se colocarán 30 chimeneas para la evacuación de estos gases desde el interior de la masa



de residuos y posteriormente quemarlos y minimizar la contaminación a la atmósfera.

- Las lluvias, al caer sobre los residuos sólidos descubiertos, aumentan la producción de los lixiviados hasta un 50%, por lo tanto, se deberá colocar una capa de 0,50m de espesor de arcilla compactada para impedir la infiltración de las aguas lluvias al interior de la masa de residuos.

6.2 Recomendaciones

- Llevar un registro diario de los viajes que realizan los vehículos recolectores y particulares.
- Para depositar los desechos sólidos en la siguiente etapa, se tiene que impermeabilizar el suelo, con una capa de 1m de espesor de arcilla con un coeficiente de permeabilidad de $k=1 \times 10^{-7}$ cm/seg, o colocarle membrana HPDE de 1.5 mm de espesor.
- Organizar a los minadores (chamberos), y darles charlas de reciclaje y seguridad para su salud, con el fin de integrarlos al sistema de cierre del botadero.
- Seguir itinerario de cronograma de mantenimiento.



CAPITULO VII

7 BIBLIOGRAFÍA

bvsde. (19 de Septiembre de 2004). *Lagunas Anaerobias*. Recuperado el 2014, de bvsde.paho.org: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/curso/JVLag-ana.pdf>

Campus learning Grupo TAR/EIA. (22 de Mayo de 2011). *Lixiviado*. Recuperado el 2014, de aula.aguapedia.org:
http://aula.aguapedia.org/pluginfile.php/3470/mod_resource/content/0/LIXIVIADOS.pdf

Definicion ABC. (2015). *Definición de Desechos sólidos*. Recuperado el 2015, de Definicion: <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/desechos-solidos.php>

INAMHI. (2011). *Meteorología*. Recuperado el 2014, de serviciometeorologico: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/clima/>

INEC. (2010). *Población y Demografía*. Recuperado el 2014, de ecuadorencifras: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

JARAMILLO, J. (2002). *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales*. Antioquia: OPS/CEPIS/PUB/02.93.

Livi Bacci, M. (2007). *Introducción a la demografía*. Recuperado el 2014, de Wikipedia: <https://es.wikipedia.org/wiki/Demograf%C3%ADa>

Mayr, J. (27 de Agosto de 2002). *Saneamiento y cierre de botaderos a cielo abierto*. Recuperado el 2014, de cinara.univalle.edu.co/:
http://cinara.univalle.edu.co/archivos/faq/cierre_de_botaderos.pdf

Ministerio del Ambiente. (2013). *Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR*. Recuperado el 2014, de ambiente: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>

Vikidia. (2014). *Densidad de población*. Recuperado el 2014, de Vikidia: https://es.vikidia.org/wiki/Densidad_de_poblaci%C3%B3n

von BUCHWALD, F. (2009). *Impactos ambientales producidos por los lixiviados generados por los Residuos Sólidos del Cantón Samborondón*. Guayaquil.

Wikipedia. (2014). *Tasa de crecimiento demográfico*. Recuperado el 2015, de Crecimiento poblacional:
https://es.wikipedia.org/wiki/Crecimiento_poblacional



Word Press and Air Balloon Theme. (11 de Agosto de 2011). *Informacion general*. Recuperado el 2014, de G.A.D. Municipal de Pedro Carbo:
<http://www.pedrocarbo.gob.ec/?p=50>



ANEXO # 1

- Monografía de Punto de Control Geodésico.
- Planilla del levantamiento topográfico en el botadero del Cantón Pedro Carbo.



INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR				
Monografía de Punto de Control Geodésico				
Entidad Ejecutora:		Registro en el IGM:		1220
Proyecto: RED GPS DEL ECUADOR		Nombre del Punto: SABANILLA		Código del Punto: 0914520001
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO				
Pais: ECUADOR	Provincia: GUAYAS	Cantón: PEDRO CARBO	Parroquia: SABANILLA	Sitio: SABANILLA
CONTROL HORIZONTAL				
Datum Horizontal: SIRGAS 95		Epoca de referencia: 1995.4		Orden: PRIMERO
Coordenadas Geográficas:		Coordenadas UTM:		
Latitud (" ' "):	S 01 50 27,4223	Zona:	17 S	Fecha de determinación: 01-02-1994
Longitud (" ' "):	W 080 13 22,6771	Norte (m):	9796500,111	
Altura Elipsoidal (m):	75,509	Este (m):	586422,777	
CONTROL VERTICAL:				
Datum Vertical: NIVEL MEDIO DEL MAR		Mareógrafo: LA LIBERTAD		
Línea Nivelación:	Código de la Línea:	Fecha de determinación:	Coordenadas UTM Aprox.	
		01-02-1994	Zona:	
Elevación (m):	Tipo Nivelación:	Orden:	Norte (m):	
55,4980	GEOMETRICA	TERCERO	Este (m):	
GRAVIMETRÍA:				
Datum Gravimétrico: IGSN71	Valor de Gravedad (mGal):	978200,23	Orden: TERCERO	Fecha de determinación: 22-06-2004
CROQUIS		FOTOGRAFÍA PANORÁMICA		
		Se halla ubicado en el extremo SE del patio encamentado de la Escuela Ismael Pérez Pazmiño.		
ACCESIBILIDAD		INSCRIPCIÓN EN LA PLACA		
		INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR - SE PROHIBE DESTRUIR - PROYECTO RED GPS - SABANILLA - II-94		
		MATERIALIZACION		ESTADO
		Placa de aluminio.		BUENO
		Fecha de Última Visita: 01-02-1994		
OBSERVACIONES				
Elaborado por:		Ingresado:		Supervisado:
LOYOLA ARROBA JORGE WASHINGTON		SARZOZA PROAÑO JOSÉ LUIS		LOYOLA ARROBA JORGE WASHINGTON



PLANILLA TOPOGRÁFICA DEL BOTADERO DE DESECHOS SÓLIDOS DEL CANTÓN PEDRO CARBO				
Puntos	NORTE (Y)	ESTE (X)	COTA	Descripción
1	9803150.998	584307.999	74.981	A1
2	9803206.686	584238.919	73.983	A2
3	9803181.512	584396.852	72.216	M
4	9803173.335	584389.658	72.360	M
5	9803189.506	584404.722	72.672	M
6	9803154.291	584390.919	72.693	M
7	9803201.290	584405.884	72.492	M
8	9803139.105	584384.451	73.332	M
9	9803210.304	584392.460	73.092	M
10	9803128.864	584379.620	72.998	M
11	9803222.717	584379.468	73.311	M
12	9803130.644	584358.927	73.005	M
13	9803240.280	584370.806	74.605	M
14	9803124.704	584329.138	73.532	M
15	9803241.721	584352.304	75.350	M
16	9803116.587	584302.305	73.989	M
17	9803249.405	584340.413	75.626	M
18	9803115.492	584282.794	74.300	M
19	9803267.614	584341.509	76.059	M
20	9803116.740	584264.720	73.077	M
21	9803263.568	584321.352	75.684	M
22	9803132.492	584250.299	73.364	M
23	9803259.374	584301.062	74.874	M
24	9803146.028	584234.736	73.846	M
25	9803260.090	584277.136	74.695	M
26	9803154.423	584214.006	73.533	M
27	9803254.348	584263.496	74.140	M
28	9803160.702	584202.923	73.548	M
29	9803251.504	584249.788	72.209	M
30	9803176.051	584192.110	73.713	M
31	9803248.325	584234.502	71.055	M
32	9803190.123	584185.542	73.113	M
33	9803241.593	584217.217	70.806	M
34	9803199.885	584191.074	72.577	M
35	9803229.268	584206.094	71.756	M
36	9803214.162	584188.410	71.739	M
37	9803224.677	584195.662	71.430	M



38	9803221.612	584187.827	71.448	M
39	9803142.039	584364.394	72.473	C
40	9803141.287	584346.991	72.910	C
41	9803158.183	584368.682	72.762	C
42	9803158.115	584352.204	73.554	C
43	9803172.080	584374.640	72.703	C
44	9803176.060	584355.844	73.288	C
45	9803187.215	584380.046	72.354	C
46	9803192.373	584362.638	72.984	C
47	9803203.273	584381.191	72.504	C
48	9803209.894	584371.106	73.114	C
49	9803219.920	584375.019	73.241	C
50	9803228.294	584365.985	73.957	C
51	9803237.144	584353.874	74.969	C
52	9803211.396	584354.323	73.465	C
53	9803216.951	584343.857	74.164	C
54	9803194.183	584344.516	73.953	C
55	9803198.517	584332.684	74.327	C
56	9803177.005	584335.787	74.234	C
57	9803181.580	584323.879	74.609	C
58	9803155.281	584331.053	74.101	C
59	9803158.375	584313.140	74.322	C
60	9803135.144	584326.265	73.539	C
61	9803140.371	584307.092	74.037	C
62	9803123.244	584302.994	73.992	C
63	9803121.733	584287.316	73.810	C
64	9803126.686	584272.869	73.843	C
65	9803141.196	584289.864	74.185	C
66	9803145.423	584278.758	74.118	C
67	9803161.571	584297.271	74.827	C
68	9803166.669	584286.723	74.555	C
69	9803184.839	584305.775	74.819	C
70	9803187.353	584295.385	74.919	C
71	9803203.411	584313.476	74.829	C
72	9803211.999	584302.919	74.294	C
73	9803221.849	584326.888	74.809	C
74	9803226.141	584312.870	74.794	C
75	9803236.492	584338.208	75.332	C
76	9803241.433	584319.814	75.485	C
77	9803253.613	584324.767	75.305	C
78	9803250.358	584305.307	74.947	C



79	9803250.697	584295.300	75.595	C
80	9803235.302	584305.042	75.053	C
81	9803238.903	584288.621	74.924	C
82	9803216.723	584296.991	73.877	C
83	9803222.354	584285.159	74.416	C
84	9803200.401	584289.056	74.455	C
85	9803202.418	584275.409	73.830	C
86	9803178.276	584281.745	74.457	C
87	9803179.127	584269.084	74.356	C
88	9803154.875	584272.425	74.095	C
89	9803159.396	584259.460	73.876	C
90	9803134.330	584265.451	73.600	C
91	9803143.155	584252.818	73.567	C
92	9803130.646	584383.973	71.086	T
93	9803136.596	584387.247	70.946	T
94	9803200.921	584407.888	71.772	T
95	9803139.534	584392.973	71.282	T
96	9803186.801	584404.749	71.622	T
97	9803145.776	584395.027	70.848	T
98	9803176.422	584393.774	70.645	T
99	9803152.202	584394.561	70.410	T
100	9803165.277	584392.273	70.817	T
101	9803124.062	584381.643	73.171	TN
102	9803122.691	584365.023	74.121	TN
103	9803272.736	584355.285	76.887	TN
104	9803119.811	584352.970	74.265	TN
105	9803268.615	584335.456	76.981	TN
106	9803117.993	584339.827	73.886	TN
107	9803264.443	584318.283	76.559	TN
108	9803116.126	584318.597	73.928	TN
109	9803260.626	584301.305	75.643	TN
110	9803114.532	584301.105	74.071	TN
111	9803260.458	584284.021	74.776	TN
112	9803113.630	584284.659	73.980	TN
113	9803263.402	584277.314	74.057	TN
114	9803113.309	584271.318	73.526	TN
115	9803107.923	584282.150	71.881	CE
116	9803258.309	584265.789	72.469	CE
117	9803108.955	584297.938	72.445	CE
118	9803110.093	584311.276	72.726	CE
119	9803261.078	584284.043	74.810	CE



120	9803111.026	584324.671	72.743	CE
121	9803264.667	584303.944	76.040	CE
122	9803112.309	584338.945	72.643	CE
123	9803267.602	584316.216	76.650	CE
124	9803113.627	584356.331	72.413	CE
125	9803273.648	584335.336	77.186	CE
126	9803115.216	584376.913	71.791	CE
127	9803279.049	584350.846	76.831	CE
128	9803117.475	584402.598	70.978	CE
129	9803283.746	584364.670	75.772	CE
130	9803118.449	584415.138	70.939	CE
131	9803291.337	584386.828	73.982	CE
132	9803119.425	584431.335	70.929	CE
133	9803120.652	584448.568	70.320	CE
134	9803264.629	584361.323	76.458	TN
135	9803251.261	584368.898	75.270	TN
136	9803233.338	584375.620	74.757	TN
137	9803218.009	584386.328	73.203	TN
138	9803209.545	584401.038	72.790	TN
139	9803219.281	584416.915	73.476	TN
140	9803234.744	584410.547	74.174	TN
141	9803250.936	584398.312	74.696	TN
142	9803273.043	584389.990	74.677	TN
143	9803283.415	584385.930	74.402	TN
144	9803289.574	584399.364	73.577	TN
145	9803157.343	584239.356	73.351	C
146	9803161.761	584227.015	73.376	C
147	9803173.214	584247.288	73.871	C
148	9803179.370	584236.099	73.708	C
149	9803191.384	584255.570	74.115	C
150	9803198.000	584246.734	73.808	C
151	9803213.155	584266.197	72.955	C
152	9803217.221	584256.775	72.737	C
153	9803224.581	584273.797	73.700	C
154	9803231.746	584264.831	73.246	C
155	9803237.644	584276.546	73.959	C
156	9803247.032	584269.461	73.839	C
157	9803250.035	584281.813	74.663	C
158	9803244.952	584253.056	72.877	C
159	9803242.790	584240.034	71.510	C
160	9803232.304	584243.094	72.200	C



161	9803229.855	584230.945	71.706	C
162	9803216.964	584233.270	72.933	C
163	9803219.139	584221.092	72.182	C
164	9803194.076	584219.556	73.117	C
165	9803199.562	584209.644	72.896	C
166	9803171.944	584213.745	73.340	C
167	9803177.541	584201.697	73.762	C
168	9803189.947	584197.706	72.812	C
169	9803206.687	584200.488	72.048	C
170	9803209.784	584208.931	72.627	C
171	9803219.408	584198.417	71.614	C
172	9803222.169	584216.386	72.029	C
173	9803235.722	584225.314	71.173	C
174	9803176.420	584155.552	70.139	A3
175	9803216.147	584171.702	70.453	A4
176	9803214.347	584181.555	69.431	M1
177	9803116.666	584260.004	71.982	M1
178	9803196.251	584187.283	71.519	M1
179	9803130.557	584249.908	72.717	M1
180	9803145.756	584232.579	72.974	M1
181	9803153.236	584209.886	72.859	M1
182	9803171.873	584185.916	71.720	M1
183	9803162.087	584200.747	72.609	M1
184	9803165.615	584193.514	72.213	M1
185	9803171.403	584155.279	69.620	M1
186	9803185.232	584151.164	70.444	M1
187	9803160.369	584163.435	69.796	M1
188	9803188.571	584150.074	70.048	M1
189	9803190.326	584156.583	69.813	M1
190	9803197.062	584158.513	70.211	M1
191	9803150.910	584175.035	70.533	M1
192	9803202.063	584163.785	70.321	M1
193	9803208.087	584169.592	70.183	M1
194	9803137.060	584184.498	70.755	M1
195	9803215.035	584171.392	70.259	M1
196	9803133.792	584189.986	70.881	M1
197	9803125.704	584201.426	70.565	M1
198	9803191.234	584141.787	66.873	T1
199	9803180.144	584147.706	67.448	T1
200	9803168.818	584151.148	66.977	T1
201	9803161.263	584158.378	68.025	T1



202	9803146.846	584160.855	68.209	T1
203	9803131.117	584166.996	68.297	T1
204	9803129.331	584175.637	68.914	T1
205	9803159.717	584135.793	64.572	TN
206	9803177.380	584134.386	64.953	TN
207	9803219.151	584046.139	61.398	CE
208	9803222.004	584061.894	61.578	CE
209	9803207.026	584061.609	61.494	TN
210	9803196.128	584103.653	61.716	TN
211	9803182.444	584087.051	61.758	TN
212	9803168.903	584118.203	62.479	TN
213	9803146.698	584089.218	62.085	TN
214	9803137.401	584118.060	62.633	TN
215	9803115.180	584096.410	62.356	TN
216	9803112.271	584117.148	62.341	TN
217	9803089.434	584099.366	62.738	CE
218	9803091.042	584113.465	62.468	CE
219	9803127.489	584190.174	70.798	TN
220	9803115.331	584202.108	69.056	TN
221	9803126.734	584212.613	71.387	TN
222	9803131.254	584229.927	72.412	TN
223	9803142.762	584209.134	72.522	TN
224	9803151.830	584194.836	72.117	C1
225	9803166.091	584180.706	71.590	C1
226	9803184.210	584170.967	71.088	C1
227	9803198.996	584170.480	71.095	C1
228	9803196.467	584148.178	68.068	T1
229	9803203.237	584150.129	66.836	T1
230	9803209.348	584157.200	66.780	T1
231	9803211.026	584164.282	67.692	T1
232	9803215.452	584161.822	67.401	T1
233	9803223.102	584161.468	66.068	T1
234	9803225.085	584170.225	66.527	T1
235	9803213.106	584179.433	69.195	T1
236	9803222.060	584182.016	67.903	T
237	9803229.219	584193.096	67.243	T
238	9803240.190	584204.959	67.212	T
239	9803249.174	584216.881	66.204	T
240	9803240.280	584166.739	64.347	CE
241	9803235.268	584139.781	63.040	CE
242	9803230.337	584111.266	62.345	CE



243	9803216.110	584097.296	61.982	TN
244	9803220.555	584127.370	62.910	TN
245	9803227.804	584153.650	64.572	TN
246	9803230.815	584169.555	65.297	TN
247	9803255.698	584229.393	66.910	T
248	9803249.532	584217.043	65.889	CE
249	9803258.820	584273.113	74.567	A5
250	9803279.466	584368.942	75.936	A6
251	9803257.247	584264.389	72.122	T
252	9803255.530	584257.583	71.217	T
253	9803254.365	584249.903	70.169	T
254	9803252.865	584235.643	67.893	T
255	9803255.312	584248.716	69.750	CE
256	9803262.748	584236.770	69.143	TN
257	9803266.790	584258.324	72.157	TN
258	9803267.064	584274.449	73.918	TN
259	9803272.481	584364.279	76.371	VIAE
260	9803267.590	584365.570	76.362	VIAE
261	9803280.869	584381.940	74.909	VIAE
262	9803277.275	584385.028	74.879	VIAE
263	9803290.073	584400.433	73.494	VIAE
264	9803286.025	584403.588	73.463	VIAE
265	9803299.840	584424.918	72.113	VIAE
266	9803296.097	584427.632	72.054	VIAE
267	9803309.489	584451.680	71.124	VIAE
268	9803305.901	584455.117	70.887	VIAE
269	9803318.723	584477.485	70.508	VIAE
270	9803314.848	584480.315	70.356	VIAE
271	9803328.481	584508.125	69.970	VIAE
272	9803324.945	584510.560	69.817	VIAE
273	9803337.870	584535.202	69.066	VIAE
274	9803334.174	584536.604	69.030	VIAE
275	9803347.576	584559.666	68.693	VIAE
276	9803343.150	584561.849	68.751	VIAE
277	9803353.872	584576.303	68.591	VIAP
278	9803343.560	584581.560	68.555	VIAP
279	9803345.629	584587.734	68.418	VIAP
280	9803356.438	584583.065	68.528	VIAP
281	9803337.603	584564.935	68.667	CE
282	9803350.616	584558.293	68.656	CE
283	9803341.469	584531.893	68.994	CE



284	9803321.615	584473.787	70.488	CE
285	9803302.270	584417.786	72.025	CE
286	9803291.404	584386.837	73.981	CE
287	9803278.022	584404.964	73.789	TN
288	9803261.125	584411.309	73.996	TN
289	9803241.806	584412.709	74.192	TN
290	9803232.751	584408.958	74.160	TN

Fuente: J. Dueñas



ANEXO # 2

- Ensayo granulométrico.
- Ensayo de próctor.
- Contenido de humedad.
- Límites de Atterberg.



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil	
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	
Laboratorio de Mecánica de Suelos	
Análisis Granulométrico	
Proyecto: Saneamiento Ambiental del botadero de residuos sólidos del Cantón Pedro Carbo	
Ubicación: Vía al Recinto Jerusalén	
Solicitado por: Jhonny Dueñas Cedeño	
Descripción del material: Arcilla gravosa arenosa de coloración negra	
Muestra N° 1	Fecha: OCTUBRE/2014

Tamiz	Peso parcial (Gramos)	% Retenido	% Pasante acumulado	Especificaciones
4"			100.00	
3"		0.00	100.00	
2½"		0.00	100.00	
2"		0.00	100.00	
1½"		0.00	100.00	
1"		0.00	100.00	
¾"	115.80	10.86	89.14	
½"	56.90	5.34	83.80	
3/8"	27.10	2.54	81.26	
¼"		0.00	81.26	
N° 4	24.30	2.28	78.98	
N° 8		0.00	78.98	
N° 10	18.00	1.69	77.29	
N° 16		0.00	77.29	
N° 20		0.00	77.29	
N° 30		0.00	77.29	
N° 40	33.80	3.17	74.12	
N° 50		0.00	74.12	
N° 60		0.00	74.12	
N° 80		0.00	74.12	
N° 100		0.00	74.12	
N° 200	157.30	14.76	59.36	
FONDO	632.80	59.36		
TOTAL	1066.00			

Predominio de partículas en porcentaje % de los métodos				CLASIFICACIÓN
	AASHTO	SUCS	ASTM	
Grava	22.71	21.02		AASHTO A-7-6
Arena	17.93	19.62		
S. Fino	59.36	59.36		SUCS CH

LÍMITES DE ATTERBERG				Realizado por:
Líquido %	Plástico %	Plasticidad %	Humedad %	
68	25	43	22.8	JHONNY DUEÑAS CEDEÑO



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil	
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	
Laboratorio de Mecánica de Suelos	
Análisis Granulométrico	
Proyecto: Saneamiento Ambiental del botadero de residuos sólidos del Cantón Pedro Carbo	
Ubicación: Vía al Recinto Jerusalén	
Solicitado por: Jhonny Dueñas Cedeño	
Descripción del material: Arcilla gravosa arenosa de color amarillenta	
Muestra N° 2	Fecha: OCTUBRE/2014

Tamiz	Peso parcial	% Retenido	% Pasante acumulado	Especificaciones
4"			100.00	
3"		0.00	100.00	
2½"		0.00	100.00	
2"		0.00	100.00	
1½"		0.00	100.00	
1"		0.00	100.00	
¾"	55.60	7.53	92.47	
½"	43.50	5.89	86.58	
⅜"	9.00	1.22	85.36	
¼"		0.00	85.36	
N° 4	7.00	0.95	84.41	
N° 8		0.00	84.41	
N° 10	14.50	1.96	82.45	
N° 16		0.00	82.45	
N° 20		0.00	82.45	
N° 30		0.00	82.45	
N° 40	18.10	2.45	80.00	
N° 50		0.00	80.00	
N° 60		0.00	80.00	
N° 80		0.00	80.00	
N° 100		0.00	80.00	
N° 200	39.30	5.32	74.68	
FONDO	551.50	74.68		
TOTAL	738.50			

Predominio de partículas en porcentaje % de los métodos				CLASIFICACIÓN
	AASHTO	SUCS	ASTM	
Grava	17.55	15.59		AASHTO A-7-6
Arena	7.77	9.74		SUCS CH
S. Fino	74.68	74.68		

LÍMITES DE ATTERBERG				Realizado por:
Líquido %	Plástico %	Plasticidad %	Humedad %	
66	28	38	24.29	JHONNY DUEÑAS CEDEÑO



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil

Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción

Laboratorio de Mecánica de Suelos

Prueba Proctor

Proyecto: Saneamiento Ambiental del botadero de residuos sólidos del Cantón Pedro Carbo

Ubicación: Vía al Recinto Jerusalén

Profundidad: 0,70-1.80 m

Muestra N° 2

Fecha: OCTUBRE/2014

Método: T-180-C

Martillo: 10 lbs

Volumen del cilindro:

887.5 cm³

Peso del cilindro:

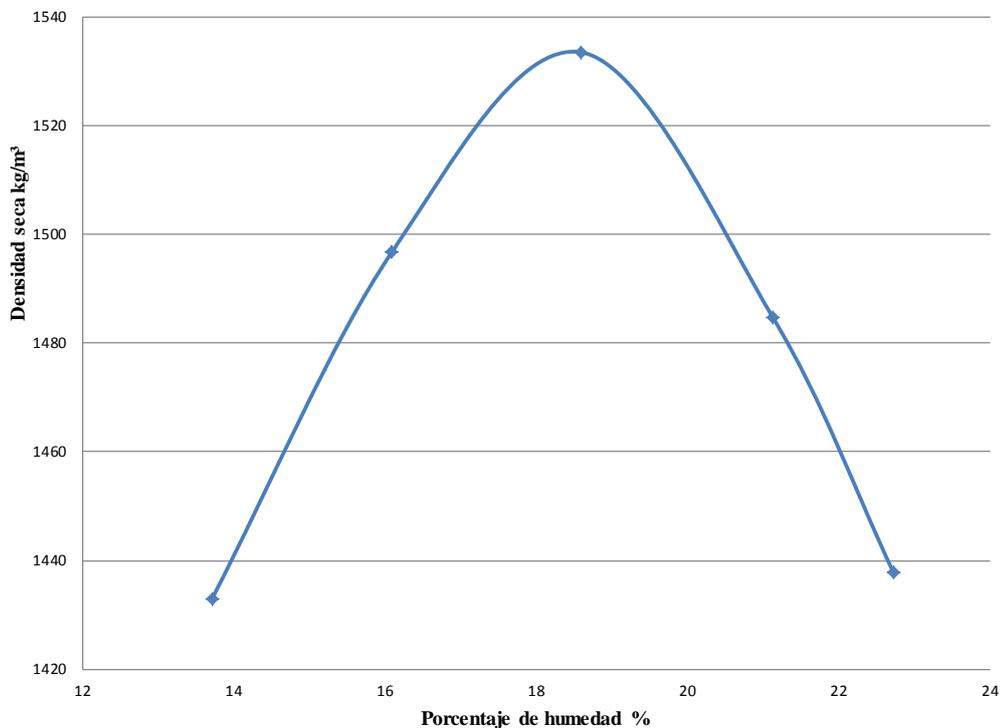
4146

Numero de golpes por capa: 25

Numero de capas: 5

	1	2	3	4	5
Cantidad de agua cm ³					
Recipiente N°	8	17	9	6	22
Peso tierra humedad + recipiente grs	124.1	148.3	138.7	162.5	120.3
Peso tierra seca + recipiente grs	110.9	129.8	119.4	137.0	100.9
Peso de recipiente grs	14.6	14.8	15.6	16.3	15.5
Peso de agua grs	13.2	18.5	19.3	25.5	19.4
Peso del suelo seco grs	96.3	115.0	103.8	120.7	85.4
Porcentaje del contenido de humedad %	13.7	16.1	18.6	21.1	22.7
Peso de tierra humeda + cilindro grs	5592.0	5688.0	5760.0	5742.0	5712.0
Peso del suelo humedo grs	109.5	133.5	123.1	146.2	104.8
Densidad humeda kg/m ³	1629.3	1737.5	1818.6	1798.3	1764.5
Peso de tierra seca kg					
Densidad seca kg/m ³	1432.9	1496.7	1533.5	1484.7	1437.9

Curva Proctor



Contenido natural de humedad: 24.29%

Densidad seca máxima 1533.5 kg/m³

Contenido óptimo de humedad 18.6 %



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil	
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	
Laboratorio de Mecánica de Suelos	
Análisis Granulométrico	
Proyecto: Saneamiento Ambiental del botadero de residuos sólidos del Cantón Pedro Carbo	
Ubicación: Vía al Recinto Jerusalén	
Solicitado por: Jhonny Dueñas Cedeño	
Descripción del material: Arcilla arenosa con poco porcentaje de grava, de coloración negra	
Muestra N° 3	Fecha: OCTUBRE/2014

Tamiz	Peso parcial	% Retenido	% Pasante acumulado	Especificaciones
4"			100.00	
3"		0.00	100.00	
2½"		0.00	100.00	
2"		0.00	100.00	
1½"		0.00	100.00	
1"		0.00	100.00	
¾"		0.00	100.00	
½"		0.00	100.00	
3/8"		0.00	100.00	
¼"		0.00	100.00	
N° 4		0.00	100.00	
N° 8		0.00	100.00	
N° 10	12.30	1.12	98.88	
N° 16		0.00	98.88	
N° 20		0.00	98.88	
N° 30		0.00	98.88	
N° 40	20.00	1.82	97.06	
N° 50		0.00	97.06	
N° 60		0.00	97.06	
N° 80		0.00	97.06	
N° 100		0.00	97.06	
N° 200	150.90	13.76	83.30	
FONDO	913.80	83.30		
TOTAL	1097.00			

Predominio de partículas en porcentaje % de los métodos				CLASIFICACIÓN
	AASHTO	SUCS	ASTM	
Grava	1.12	0.00		AASHTO A-7-6
Arena	15.58	16.70		SUCS CH
S. Fino	83.30	83.30		

LÍMITES DE ATTERBERG				Realizado por:
Líquido %	Plástico %	Plasticidad %	Humedad %	
59	17	42	21.85	JHONNY DUEÑAS CEDEÑO



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil	
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	
Laboratorio de Mecánica de Suelos	
Análisis Granulométrico	
Proyecto: Saneamiento Ambiental del botadero de residuos sólidos del Cantón Pedro Carbo	
Ubicación: Vía al Recinto Jerusalén	
Solicitado por: Jhonny Dueñas Cedeño	
Descripción del material: Arcilla gravosa arenosa de coloración amarillenta	
Muestra N° 4	Fecha: OCTUBRE/2014

Tamiz	Peso parcial	% Retenido	% Pasante acumulado	Especificaciones
4"			100.00	
3"		0.00	100.00	
2½"		0.00	100.00	
2"		0.00	100.00	
1½"		0.00	100.00	
1"		0.00	100.00	
¾"	46.20	6.53	93.47	
½"	41.00	5.80	87.67	
⅜"	33.50	4.74	82.93	
¼"		0.00	82.93	
N° 4	7.80	1.10	81.82	
N° 8		0.00	81.82	
N° 10	8.10	1.15	80.68	
N° 16		0.00	80.68	
N° 20		0.00	80.68	
N° 30		0.00	80.68	
N° 40	25.70	3.64	77.04	
N° 50		0.00	77.04	
N° 60		0.00	77.04	
N° 80		0.00	77.04	
N° 100		0.00	77.04	
N° 200	77.50	10.96	66.08	
FONDO	467.20	66.08		
TOTAL	707.00			

Predominio de partículas en porcentaje % de los métodos				CLASIFICACIÓN
	AASHTO	SUCS	ASTM	
Grava	19.32	18.18		AASHTO A-7-6
Arena	14.60	15.74		SUCS CH
S. Fino	66.08	66.08		

LÍMITES DE ATTERBERG				Realizado por:
Líquido %	Plástico %	Plasticidad %	Humedad %	
55	16	39	22.63	JHONNY DUEÑAS CEDEÑO



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil

Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción

Laboratorio de Mecánica de Suelos

Prueba Proctor

Proyecto: Saneamiento Ambiental del botadero de residuos sólidos del Cantón Pedro Carbo

Ubicación: Vía al Recinto Jerusalén

Profundidad: 0,70-1.80 m

Muestra N° 2

Fecha: OCTUBRE/2014

Método: T-180-C

Martillo: 10 lbs

Volumen del cilindro:

887.5 cm³

Peso del cilindro:

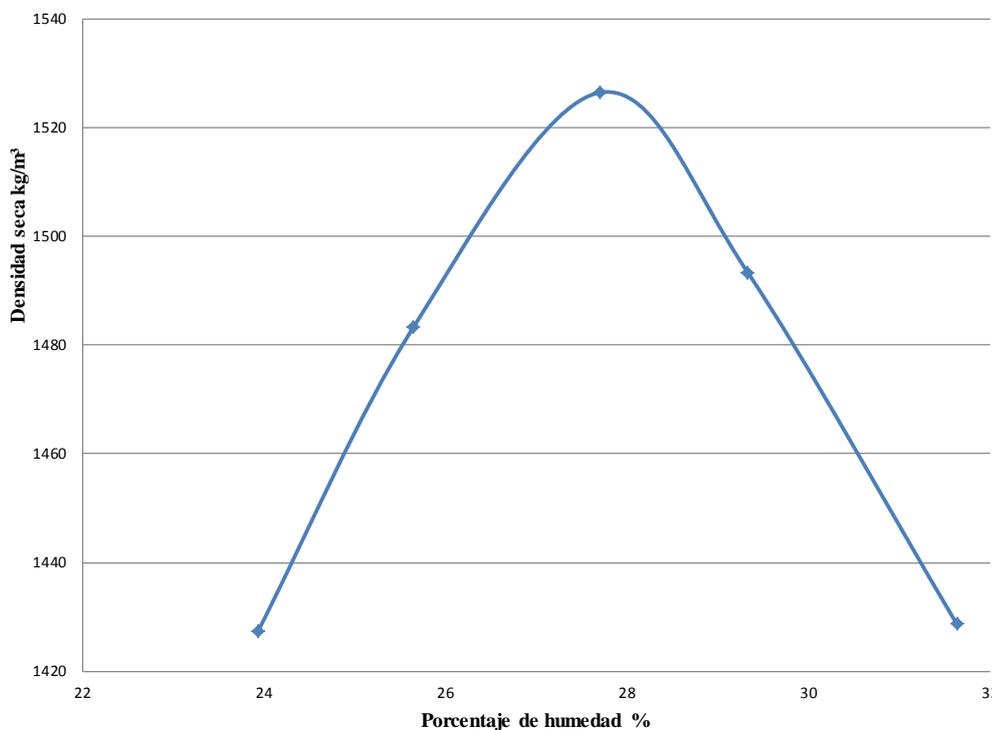
4146

Numero de golpes por capa: 25

Numero de capas: 5

	1	2	3	4	5
Cantidad de agua cm ³					
Recipiente N°	8	17	9	6	22
Peso tierra humedad + recipiente grs	114.1	112.5	121.9	119.5	121.4
Peso tierra seca + recipiente grs	95.6	93.6	99.6	96.8	96.0
Peso de recipiente grs	18.3	19.9	19.1	19.4	15.7
Peso de agua grs	18.5	18.9	22.3	22.7	25.4
Peso del suelo seco grs	77.3	73.7	80.5	77.4	80.3
Porcentaje del contenido de humedad %	23.9	25.6	27.7	29.3	31.6
Peso de tierra humeda + cilindro grs	5716.0	5800.0	5876.0	5860.0	5815.0
Peso del suelo humedo grs	95.8	92.6	102.8	100.1	105.7
Densidad humeda kg/m ³	1769.0	1863.7	1949.3	1931.3	1880.6
Peso de tierra seca kg					
Densidad seca kg/m ³	1427.4	1483.3	1526.4	1493.3	1428.7

Curva Proctor



Contenido natural de humedad: 22.63%

Densidad seca máxima 1526.4 kg/m³

Contenido óptimo de humedad 27.7 %



ANEXO # 3

- Análisis de precios unitarios.



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil							
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción							
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
Proyecto:	ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS					Hoja	1 de 17
Rubro:	1.1	Reconformación de taludes de desechos					
Unidad:	m ³	Rendimiento (R)=				80.00 m ³ /hora	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad		Tarifa		Costo hora	Costo Unitario	%
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q		
Herramienta manual= Parcial N * 5%				0.007	0.51%		
Tractor de orugas 140 hp	1.00	65.00	65.00	0.813	57.62%		
Equipo de Topografía	1.00	4.00	4.00	0.050	3.55%		
			-	-	0.00%		
			-	-	0.00%		
			-	-	0.00%		
					Parcial M	0.870	61.68%
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad		Jornal/hora		Costo hora	Costo Unitario	%
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q		
Operador Grupo I	1.00	4.34	4.34	0.054	3.85%		
Cadenero (D2)	1.00	2.84	2.84	0.035	2.52%		
Topógrafo	1.00	4.34	4.34	0.054	3.85%		
			-	-	0.00%		
			-	-	0.00%		
			-	-	0.00%		
			-	-	0.00%		
					Parcial N	0.144	10.22%
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad		Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q		
Materiales para topografía	global	1.00	0.10	0.100	7.09%		
	-		-	-	0.00%		
	-		-	-	0.00%		
	-		-	-	0.00%		
	-		-	-	0.00%		
	-		-	-	0.00%		
	-		-	-	0.00%		
					Parcial O	0.100	7.09%
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	D.M.T.		Tarifa	Costo Unitario	%	
		A	B				C
					-	0.00%	
					-	0.00%	
					-	0.00%	
					-	0.00%	
					-	0.00%	
					Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015	TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q=(M+N+O)	\$ 1.114	78.74%
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				Q*	25.00%	\$ 0.278 19.69%
	OTROS INDIRECTOS				Q*	2.00%	\$ 0.022 1.57%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 1.414	100.00%
	VALOR OFERTADO					\$ 1.41	
FIRMA OFERENTE				ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	<i>ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS</i>					
	Hoja				2 de 16	
Rubro:	1.2	Cobertura de mesa (e=50 cm)				
Unidad:	m ³				100.00	m ³ /hora
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				0.012	0.43%	
Tractor de orugas 140 hp	1.00	65.00	65.00	0.650	23.21%	
Cargadora	1.00	40.00	40.00	0.400	14.29%	
Volquetes 10 mt cúbicos	2.00	38.00	76.00	0.760	27.14%	
Equipo de Topografía	1.00	4.00	4.00	0.040	1.43%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial M	1.862	66.50%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Operador Grupo I	2.00	4.34	8.69	0.087	3.10%	
Chofer licencia tipo D	2.00	4.01	8.02	0.080	2.86%	
Cadenero (D2)	1.00	2.84	2.84	0.028	1.01%	
Topógrafo	1.00	4.34	4.34	0.043	1.55%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	0.239	8.53%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
Materiales para topografía	global	1.00	0.10	0.100	3.57%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
				Parcial O	0.100	3.57%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015	TOTAL COSTOS DIRECTOS		Q=(M+N+O	\$ 2.201	78.74%	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD		Q*	25.00%	\$ 0.550 19.69%	
	OTROS INDIRECTOS		Q*	2.00%	\$ 0.044 1.57%	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 2.795 100.00%	
	VALOR OFERTADO				\$ 2.80	
FIRMA OFERENTE		ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	<i>ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS</i>					
	Hoja					2 de 16
Rubro:	1.3	Cobertura de taludes (e=30 cm)				
Unidad:	m ³	Rendimiento (R)=			90.00	m ³ /hora
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				0.013	0.43%	
Tractor de orugas 140 hp	1.00	65.00	65.00	0.722	23.37%	
Cargadora	1.00	40.00	40.00	0.444	14.38%	
Volquetes 10 mt cúbicos	2.00	38.00	76.00	0.844	27.33%	
Equipo de Topografía	1.00	4.00	4.00	0.044	1.44%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial M	2.069	66.95%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Operador Grupo I	2.00	4.34	8.69	0.097	3.12%	
Chofer licencia tipo D	2.00	4.01	8.02	0.089	2.88%	
Cadenero (D2)	1.00	2.84	2.84	0.032	1.02%	
Topógrafo	1.00	4.34	4.34	0.048	1.56%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	0.265	8.59%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
Materiales para topografía	global	1.00	0.10	0.100	3.24%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
				Parcial O	0.100	3.24%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015	TOTAL COSTOS DIRECTOS		Q=(M+N+O	\$ 2.434	78.74%	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD		Q*	25.00%	\$ 0.609	19.69%
	OTROS INDIRECTOS		Q*	2.00%	\$ 0.049	1.57%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 3.092	100.00%
	VALOR OFERTADO				\$ 3.09	
FIRMA OFERENTE		ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	<i>ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS</i>					4 de 16
Rubro:	2.1	Excavación, desalojo y reubicación de desechos				
Unidad:	m ³				30.00	m ³ /hora
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				0.049	0.50%	
Excavadora de orugas 110 HP	1.00	50.00	50.00	1.667	17.11%	
Volquetes 10 mt cúbicos	2.00	38.00	76.00	2.533	26.01%	
Tractor de orugas 140 hp	1.00	65.00	65.00	2.167	22.25%	
Bomba de Agua	1.00	4.50	4.50	0.150	1.54%	
Equipo de Topografía	1.00	4.00	4.00	0.133	1.37%	
				Parcial M	6.699	68.78%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Operador Grupo I	2.00	4.34	8.69	0.290	2.97%	
Chofer licencia tipo D	2.00	4.01	8.02	0.267	2.74%	
Cadenero (D2)	1.00	2.84	2.84	0.095	0.97%	
Topógrafo	1.00	4.34	4.34	0.145	1.49%	
Peón (E2)	2.00	2.67	5.34	0.178	1.83%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	0.974	10.00%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
Materiales para topografía	global		0.10	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
				Parcial O	-	0.00%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015			TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q=(M+N+O)	\$ 7.673	78.74%
			INDIRECTOS Y UTILIDAD	Q*	\$ 1.918	19.69%
			OTROS INDIRECTOS	Q*	\$ 0.153	1.57%
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$ 9.745	100.00%
			VALOR OFERTADO		\$ 9.74	
FIRMA OFERENTE			ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS					
	Hoja					5 de 16
Rubro:	2.2	Geomembrana HDPE 1,5 mm				
Unidad:	m ²	Rendimiento (R)=			20.00	m ² /hora
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				0.029	0.30%	
Termoselladora	1.00	5.00	5.00	0.250	2.56%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial M	0.279	2.86%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Maestro (C1)	1.00	3.51	3.51	0.175	1.80%	
Peón (E2)	3.00	2.67	8.01	0.400	4.11%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	0.576	5.91%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
Geomembrana HDPE 1.5 mm	m ²	1.10	6.20	6.820	69.95%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
				Parcial O	6.820	69.95%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015	TOTAL COSTOS DIRECTOS		Q=(M+N+O)	\$ 7.675	78.74%	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD		Q*	\$ 1.919	19.69%	
	OTROS INDIRECTOS		Q*	\$ 0.153	1.57%	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 9.747	100.00%	
	VALOR OFERTADO			\$ 9.75		
FIRMA OFERENTE	ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS					
					Hoja	6 de 16
Rubro:	2.3	Piedra filtrante				
Unidad:	m ³				Rendimiento (R)=	30.00 m ³ /hora
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				0.024	0.39%	
Excavadora de orugas 110 HP	1.00	50.00	50.00	1.667	27.37%	
Equipo de Topografía	1.00	4.00	4.00	0.133	2.19%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial M	1.824	29.95%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Operador Grupo I	1.00	4.34	4.34	0.145	2.38%	
Cadenero (D2)	1.00	2.84	2.84	0.095	1.55%	
Topógrafo	1.00	4.34	4.34	0.145	2.38%	
Peón (E2)	1.00	2.67	2.67	0.089	1.46%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	0.473	7.77%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
Piedra para filtro	m ³	0.12	20.00	2.400	39.41%	
Materiales para topografía	global	1.00	0.10	0.100	1.64%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
				Parcial O	2.500	41.05%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015	TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O)	\$ 4.797	78.74%
	INDIRECTOS Y UTILIDAD			Q*	\$ 1.199	19.69%
	OTROS INDIRECTOS			Q*	\$ 0.096	1.57%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 6.092	100.00%
	VALOR OFERTADO				\$ 6.09	
FIRMA OFERENTE			ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS					
	Hoja				7 de 16	
Rubro:	2.4	Tubería PVC ø 4" drenaje de lixiviados				
Unidad:	ml	Rendimiento (R)=			12.00	ml/hora
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				0.094	0.22%	
Excavadora de orugas 110 HP	1.00	50.00	50.00	4.167	9.94%	
Compactador de Plancha	1.00	2.30	2.30	0.192	0.46%	
Equipo de Topografía	1.00	4.00	4.00	0.333	0.79%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial M	4.786	11.41%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Operador Grupo I	1.00	4.34	4.34	0.362	0.86%	
Tubero (D2)	2.00	2.84	5.67	0.473	1.13%	
Peón (E2)	2.00	2.67	5.34	0.445	1.06%	
Cadenero (D2)	1.00	2.84	2.84	0.236	0.56%	
Topógrafo	1.00	4.34	4.34	0.362	0.86%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	1.878	4.48%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
Tubería PVC ø 160mm	m	1.05	25.00	26.250	62.60%	
Materiales para topografía	global	1.00	0.10	0.100	0.24%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
				Parcial O	26.350	62.84%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015	TOTAL COSTOS DIRECTOS		Q=(M+N+O)	\$ 33.014	78.74%	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD		Q*	\$ 8.253	19.69%	
	OTROS INDIRECTOS		Q*	\$ 0.660	1.57%	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 41.928	100.00%	
	VALOR OFERTADO			\$ 41.93		
FIRMA OFERENTE	ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS					
	Hoja					9 de 16
Rubro:	3.2	Material de protección inferior para geomembrana				
Unidad:	m ³	Rendimiento (R)=			75.00	m ³ /hora
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				0.016	0.43%	
Excavadora de orugas 110 HP	1.00	50.00	50.00	0.667	17.87%	
Tractor de orugas 140 hp	1.00	65.00	65.00	0.867	23.24%	
Volquetes 10 mt cúbicos	2.00	38.00	76.00	1.013	27.17%	
Equipo de Topografía	1.00	4.00	4.00	0.053	1.43%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial M	2.616	70.13%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Operador Grupo I	2.00	4.34	8.69	0.116	3.11%	
Chofer licencia tipo D	2.00	4.01	8.02	0.107	2.87%	
Cadenero (D2)	1.00	2.84	2.84	0.038	1.01%	
Topógrafo	1.00	4.34	4.34	0.058	1.55%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	0.319	8.54%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
Materiales para topografía	global		0.10	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
				Parcial O	-	0.00%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015			TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q=(M+N+O)	\$ 2.934	78.74%
			INDIRECTOS Y UTILIDAD	Q*	\$ 0.734	19.69%
			OTROS INDIRECTOS	Q*	\$ 0.059	1.57%
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$ 3.727	100.00%
			VALOR OFERTADO		\$ 3.73	
FIRMA OFERENTE			ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS					
	Hoja					10 de 16
Rubro:	3.3	Geomembrana HDPE 1,50 mm				
Unidad:	m ²	Rendimiento (R)=			20.00	m ² /hora
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				0.029	0.30%	
Termoselladora	1.00	5.00	5.00	0.250	2.56%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial M	0.279	2.86%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Maestro (C1)	1.00	3.51	3.51	0.175	1.80%	
Peón (E2)	3.00	2.67	8.01	0.400	4.11%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	0.576	5.91%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
Geomembrana HDPE 1.5 mm	m ²	1.10	6.20	6.820	69.95%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
				Parcial O	6.820	69.95%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015	TOTAL COSTOS DIRECTOS		Q=(M+N+O)	\$ 7.675	78.74%	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD		Q*	\$ 1.919	19.69%	
	OTROS INDIRECTOS		Q*	\$ 0.153	1.57%	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 9.747	100.00%	
	VALOR OFERTADO			\$ 9.75		
FIRMA OFERENTE	ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS					
	Hoja					11 de 16
Rubro:	3.4	Sub-dren de piscina de lixiviados				
Unidad:	ml	Rendimiento (R)=			6.00	ml/hora
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				0.163	0.60%	
Excavadora de orugas 110 HP	1.00	50.00	50.00	8.333	30.76%	
Bomba de Agua	1.00	4.50	4.50	0.750	2.77%	
Equipo de Topografía	1.00	4.00	4.00	0.667	2.46%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial M	9.913	36.59%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Operador Grupo I	1.00	4.34	4.34	0.724	2.67%	
Peón (E2)	3.00	2.67	8.01	1.335	4.93%	
Cadenero (D2)	1.00	2.84	2.84	0.473	1.75%	
Topógrafo	1.00	4.34	4.34	0.724	2.67%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	3.256	12.02%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
Geotextil no tejido 2000	m ²	1.30	1.60	2.080	7.68%	
Piedra para capa drenante	m ³	0.09	20.00	1.800	6.64%	
Tubería PVC ø 50 mm Desagüe	m	1.10	3.80	4.180	15.43%	
Materiales para topografía	global	1.00	0.10	0.100	0.37%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
				Parcial O	8.160	30.12%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015	TOTAL COSTOS DIRECTOS		Q=(M+N+O)	\$ 21.329	78.74%	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD		Q*	\$ 5.332	19.69%	
	OTROS INDIRECTOS		Q*	\$ 0.427	1.57%	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 27.087	100.00%	
	VALOR OFERTADO			\$ 27.09		
FIRMA OFERENTE		ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA				



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS					
	Hoja					12 de 16
Rubro:	4.1	Chimeneas				
Unidad:	unidad	Rendimiento (R)=				0.10 unidad/hora
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				4.842	0.44%	
Excavadora de orugas 110 HP	1.00	50.00	50.00	500.000	45.91%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial M	504.842	46.36%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Operador Grupo I	1.00	4.34	4.34	43.442	3.99%	
Peón (E2)	2.00	2.67	5.34	53.396	4.90%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	96.838	8.89%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
Malla de gavión	m ²	22.50	3.20	72.000	6.61%	
Tubería PVC ø 160mm	m	3.00	25.00	75.000	6.89%	
Reductor 160 mm a 50 mm	u	1.00	25.00	25.000	2.30%	
Tubería galvanizada 2"	m	2.00	6.00	12.000	1.10%	
Piedra para filtro	m ³	3.00	20.00	60.000	5.51%	
Quemador de chimenea	unidad	1.00	5.00	5.000	0.46%	
Geomembrana HDPE 1.5 mm	-	1.10	6.20	6.820	0.63%	
				Parcial O	255.820	23.49%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015	TOTAL COSTOS DIRECTOS		Q=(M+N+O)	\$ 857.500	78.74%	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD		Q*	\$ 214.375	19.69%	
	OTROS INDIRECTOS		Q*	\$ 17.150	1.57%	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 1,089.025	100.00%	
	VALOR OFERTADO			\$ 1,089.03		
FIRMA OFERENTE	ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	<i>ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS</i>					
	Hoja					13 de 16
Rubro:	5.1	Operación del relleno sanitario - celda diaria				
Unidad:	ton	Rendimiento (R)=				70.00 ton/hora
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				0.021	0.20%	
Excavadora de orugas 110 HP	1.00	50.00	50.00	0.714	6.78%	
Volquetes 10 mt cúbicos	2.00	38.00	76.00	1.086	10.31%	
Tractor de orugas 140 hp	1.00	65.00	65.00	0.929	8.82%	
Bomba de Agua	1.00	4.50	4.50	0.064	0.61%	
Equipo de Topografía	1.00	4.00	4.00	0.057	0.54%	
				Parcial M	2.871	27.26%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Operador Grupo I	2.00	4.34	8.69	0.124	1.18%	
Chofer licencia tipo D	2.00	4.01	8.02	0.115	1.09%	
Cadenero (D2)	1.00	2.84	2.84	0.041	0.38%	
Topógrafo	1.00	4.34	4.34	0.062	0.59%	
Peón (E2)	2.00	2.67	5.34	0.076	0.72%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	0.418	3.97%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
Consumibles varios	ton	1.00	5.00	5.000	47.48%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
				Parcial O	5.000	47.48%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015	TOTAL COSTOS DIRECTOS		Q=(M+N+O)	\$ 8.288	78.74%	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD		Q*	\$ 2.072	19.69%	
	OTROS INDIRECTOS		Q*	\$ 0.166	1.57%	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 10.526	100.00%	
	VALOR OFERTADO			\$ 10.53		
FIRMA OFERENTE	ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS					
	Hoja					14 de 16
Rubro:	6.1	Análisis físico químicos de lixiviados				
Unidad:	ensayo	Rendimiento (R)=				1.00
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				40.000	3.75%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial M	40.000	3.75%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Ensayo físico químico de lixiviado	1.00	800.00	800.00	800.000	74.99%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	800.000	74.99%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
				Parcial O	-	0.00%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015	TOTAL COSTOS DIRECTOS		Q=(M+N+O)	\$ 840.000	78.74%	
	INDIRECTOS Y UTILIDAD		Q*	\$ 210.000	19.69%	
	OTROS INDIRECTOS		Q*	\$ 16.800	1.57%	
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 1,066.800	100.00%	
	VALOR OFERTADO			\$ 1,066.80		
FIRMA OFERENTE	ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil						
Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto:	ESTUDIO Y DISEÑO DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE RESIDUOS SÓLIDOS UBICADO EN EL CANTÓN PEDRO CARBO PROVINCIA DEL GUAYAS					
	Hoja					16 de 16
Rubro:	7.1	Canal interceptor de aguas lluvias				
Unidad:	m ³	Rendimiento (R)=			90.00	m ³ /hora
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Herramienta manual= Parcial N * 5%				0.016	0.51%	
Excavadora de orugas 110 HP	1.00	50.00	50.00	0.556	17.47%	
Volquetes 10 mt cúbicos	2.00	38.00	76.00	0.844	26.55%	
Tractor de orugas 140 hp	1.00	65.00	65.00	0.722	22.71%	
Equipo de Topografía	1.00	4.00	4.00	0.044	1.40%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial M	2.183	68.64%
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hora	Costo hora	Costo Unitario	%	
	A	B	C=A*B	D=C/R	P=D/Q	
Operador Grupo I	2.00	4.34	8.69	0.097	3.04%	
Chofer licencia tipo D	2.00	4.01	8.02	0.089	2.80%	
Peón (E2)	2.00	2.67	5.34	0.059	1.87%	
Cadenero (D2)	1.00	2.84	2.84	0.032	0.99%	
Topógrafo	1.00	4.34	4.34	0.048	1.52%	
		-	-	-	0.00%	
		-	-	-	0.00%	
				Parcial N	0.325	10.21%
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unidad	Costo Unitario	%	
		A	B	D=A*B	P=D/Q	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
	-		-	-	0.00%	
				Parcial O	-	0.00%
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	D.M.T.	Cantidad	Tarifa	Costo Unitario	%
		A	B	C	D=A*B*C	P=D/Q
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
					-	0.00%
				Parcial P	-	0.00%
Marzo del 2015			TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q=(M+N+O)	\$ 2.508	78.86%
			INDIRECTOS Y UTILIDAD	Q*	\$ 0.627	19.71%
			OTROS INDIRECTOS	Q*	\$ 0.050	1.58%
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		\$ 3.185	100.15%
			VALOR OFERTADO		\$ 3.18	
FIRMA OFERENTE			ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA			



ANEXO # 4

- Plano levantamiento topográfico.
- Planos curva de nivel.
- Planos de filtros.
- Planos de chimeneas.
- Plano de piscina.
- Plano de canal de aguas lluvias.