



# **INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES**

**ESPECIALIZACION: GESTION DE RIESGOS Y DESASTRES**

**TESINA**

## **IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE AMBATO**

**Tutor: Ing. Giannina Zamora M Sc.**

**Autor: Rodrigo Acosta Lozada**

**Ambato, Julio 2013**

**TESINA**

**IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS  
DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE  
AMBATO**

**Autor: Rodrigo Acosta Lozada**

El Autor de este estudio autoriza cualquier copia parcial o total, siempre y cuando se cite a las fuentes consultadas y se mencione a quien lo produjo.

## DEDICATORIA

Este esfuerzo que se ha ido cristalizando durante todo este tiempo, lo han motivado en primer lugar, mis antecesores, -principio y fin de mi existencia- a ellos: mis padres y hermanos, con gratitud, dedico este trabajo.

A mi esposa Jeannette, y a mis hijas Pamela y María José, quienes con su paciencia y amor, me han motivado para la culminación de la presente tesina.

Por ellos y ellas, con todo mi amor.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Instituto del Altos Estudios Nacionales

Al Señor Alcalde de Ambato, Arquitecto Fernando Callejas Barona

Al Ilustre Municipio de la Ciudad de Ambato

A la Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos

A la Ing. Giannina Zamora M.Sc. Tutora de la Tesina

## RESUMEN

El Relleno Sanitario de la Ciudad de Ambato, inicia sus operaciones en julio del 2004, es un proyecto elaborado con el propósito de disponer técnicamente los desechos sólidos, tiene una extensión de 18 ha y recibe los residuos sólidos urbanos que se genera en toda la ciudad, los que representan un total de 230 toneladas diarias aproximadamente.

Este proyecto contó con el apoyo del Señor Alcalde de Ambato representado por el Arquitecto Fernando Callejas, quien comprendió la importancia que representaba el manejo de los desechos sólidos, en sus componentes de barrido, recolección y disposición final, con el fin de tener a la ciudad de Ambato, limpia, ordenada y con el cuidado del medio ambiente.

El Tratamiento de los residuos sólidos por el método del relleno sanitario, es considerado como una técnica de disposición final de los mismos, minimizando los daños al medio ambiente, los riesgos para la salud y seguridad pública.

Los problemas del manejo y su disposición generan dificultades en la salud del hombre, donde se identificaron los riesgos que afectan al personal que trabaja en el relleno sanitario y al que están expuestos diariamente, así como el riesgo ambiental con la generación de los líquidos lixiviados, emanación de gases y riesgos naturales.

Así mismo, para minimizar los Riesgos se plantea las Medidas de Mitigación con el fin de garantizar la integridad de los trabajadores, la comunidad y el medio ambiente.

Además, se indica que debe ejecutar el Plan de Manejo Ambiental, el mismo que está, estableciendo las medidas preventivas / correctivas durante la etapa de construcción y operación, para cumplir así con el principio de sustentabilidad del relleno sanitario.

## PALABRAS CLAVES

Relleno Sanitario, Residuos Sólidos, Composición, Riesgos, Disposición Final, Amenazas, Lixiviados.

## ÍNDICE

TEMA .....	2
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
RESUMEN .....	6
Capítulo 1 .....	10
1.1 Antecedentes .....	10
1.2 Planteamiento del Problema.....	12
1.3 Justificación .....	14
1.4 Hipótesis .....	15
1.5 Objetivos .....	15
1.5.1 Objetivo General .....	15
1.5.2 Objetivos Específicos .....	15
Capítulo 2 .....	16
2.1 Descripción del Cantón Ambato.....	16
2.1.1 Clima.....	19
2.1.2 Hidrología .....	19
2.1.3 Morfología de la zona.....	21
2.1.3.1 Geología.....	21
2.1.3.2 Relieve .....	22
2.1.3.3 Flora.....	22
2.1.4. Uso actual y potencial del suelo.....	23
2.2 Metodología .....	24
2.3 Población .....	25
2.3.1. Población Económicamente Activa .....	28
2.4 Problemáticas ambientales de la ciudad de Ambato.....	29
2.5 Gestión de los residuos sólidos en el Cantón Ambato .....	30
2.5.1.- Barrido.....	30
2.5.2.- Recolección de basura y transporte.....	30
2.5.3.- Disposición final .....	30
2.6 Operación del Relleno Sanitario.....	34
Capítulo 3 .....	37
3.1 Generalidades .....	37
3.1.1 Tipos de Amenazas Naturales .....	37
3.2 Problemas causados por clima adverso en el Relleno Sanitario. ....	38
3.3 Efectos de los Desechos Sólidos en la Salud del Hombre .....	39
3.3.1. Riesgos directos que atentan contra la salud.....	40
3.3.2 Riesgos indirectos que atentan contra la salud.....	40

3.3.3 Efectos de los desechos sólidos en el ambiente .....	41
3.3.4. Contaminación del agua .....	41
3.3.5 Contaminación del suelo .....	42
3.3.6 Contaminación del aire .....	42
3.4 Parámetros considerados en la identificación de riesgos .....	42
3.4.1 Infiltración de Líquidos Percolados .....	45
3.4.2 Derrames desde la Planta de Tratamiento de Líquidos Percolados .....	46
3.4.3 Incendio o Explosión por Emanaciones de Gas .....	46
3.4.4 Riesgos Naturales .....	46
3.5 Determinación y Evaluación de Riesgos .....	47
3.6 Seguridad Industrial y Salud del Personal .....	49
3.7 Propuesta para Mejorar el Riesgo en el Relleno Sanitario .....	52
3.8 Plan de manejo ambiental .....	54
3.9 Propuesta para programa 3R .....	55
Capítulo 4 .....	58
4.2 Interpretación de resultados .....	61
4.2.1 Muestra de suelos .....	61
4.2.2 Muestra de lixiviados .....	62
4.2.3 Contaminantes tóxicos .....	62
4.2.4 Carga Orgánica .....	63
4.2.5 Muestra de Gases .....	63
Capítulo 5 .....	66
5.1 Conclusiones .....	66
5.2 Recomendaciones .....	67
GLOSARIO .....	68
BIBLIOGRAFIA .....	72

## Índice de tablas

Tabla No. 1: Precipitación media mensual promedio .....	20
Tabla Nr. 2: Temperatura media mensual promedio - Estación Aeropuerto Chachoan .....	21
Tabla Nr. 3: Tasa demográfica de la ciudad de Ambato .....	26
Tabla Nr. 4: Población por sectores y por sexo .....	26
Tabla Nr.5:: Población y tasas de crecimiento: Ciudad de Ambato .....	26
Tabla Nr.6: Tasas de crecimiento intercensal .....	27
Tabla Nr.7: Población de la periferia de Ambato al año 2006 .....	27
Tabla Nr. 8: Población extrapolada al año 2012 .....	27
Tabla Nr. 9 : Población cabecera cantonal al año 2025 .....	28
Tabla Nr. 10 : Población económicamente activa .....	28
Tabla Nr. 10: Población económicamente activa por área de actividad .....	28

## Índice de cuadros

Cuadro N° 1: Problemas causados por clima adverso y sus soluciones potenciales. ....	39
Cuadro N° 2: Ejemplos de vectores trasmisores. ....	41
Cuadro No. 3 Factores de Riesgo que afectan el Relleno Sanitario .....	43
Cuadro N° 4: Identificación de Riesgos .....	48
Cuadro No. 5. Mitigación de Riesgos .....	53
Cuadro No. 6 Resultados Análisis Físicos Químicos de Suelos .....	58
Cuadro No. 7 Resultados Análisis Físicos Químicos de Lixiviados .....	59
Cuadro No. 8 Resultados análisis físicos químicos de lixiviados .....	59
Cuadro No. 9. Resultados análisis físicos químicos de lixiviados (después del Tratamiento).....	60
Cuadro No.10. Resultados de análisis físicos químicos de lixiviados .....	60
Cuadro No. 11. Resultado de análisis de gases de chimeneas.....	60
Cuadro No. 12 Resultado de análisis de gases de chimeneas.....	61

## Capítulo 1

### 1.1 Antecedentes

“El crecimiento de la población, así como el desarrollo industrial, la urbanización y otros procesos y efectos del desarrollo experimentado por los países de América Latina y el Caribe, vienen produciendo un incremento considerable en la cantidad y variedad de los residuos sólidos generados en las actividades desarrolladas por la población de esta Región [...]”.<sup>1</sup>

Ambato, como toda ciudad en desarrollo produce desechos sólidos, que necesariamente deben ser retirados y colocados en algún lugar, sin embargo, estos desechos no requerían mayor tratamiento, pues los desechos en su mayoría son de carácter orgánico, pero a medida que se introducía el uso exagerado de fundas plásticas, y otros tipos de desechos (presencia de industrias), obligó a ir pensando en disponer estos desechos de forma técnica.

La Municipalidad de Ambato, trató de definir sitios para la disposición de residuos, pero la ausencia de instancias de participación, negociación y acuerdo social y, coordinación de instituciones; impidieron establecer, -entre otras cosas- la ubicación y operación de un Relleno Sanitario. Según el Lic. Jorge Naranjo, Jefe de Transportes de Higiene, desde el año 1961, se depositaba los desechos en lo que actualmente se encuentran los estadios alternos y polideportivo, paralelamente funcionó como emergente lagarteras (trincheras) en el sector del Totoras, pero en el año 1970, se dispone desechos en el sector de Huagrakorral (Izamba), así también se rellena la Quebrada de los Gallinazos (actual Parque Infantil de Atocha), siendo presionados por la población para la salida de Huagrakorral.

---

<sup>1</sup>Jorge Jaramillo. Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales, Washington, D.C. septiembre 1991, p.2

Es más, de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano de Ambato, se proyectaba ya en la década de 1980, la construcción de un relleno sanitario en el sector norte del cantón. Posteriormente se decidió ocupar la Quebrada Chasinato, Vía a Pillaro, como un botadero a cielo abierto, que funcionó durante 24 años, donde existía una permanente humareda, desechos en la vía principal, malos olores, proliferación de vectores ( moscas y roedores).

En la década de 1990, se realiza un estudio para ubicar un sitio (1993, estudio realizado por el IEOS), definiéndose como adecuado el que ocupaba el botadero a cielo abierto de la Quebrada Chasinato (Vía a Pillaro). La comunidad reconoció la existencia de un problema y que podían ser mejoradas las condiciones de disposición de desechos. Los residentes locales comprendieron que la operación del relleno sanitario es necesaria, desde una perspectiva social y que las consecuencias futuras de no hacer nada al respecto resultarían peor para todos, además se determinó realizar procesos de control, especialmente sobre las características técnicas de operación.

En el año 1999, la Municipalidad de Ambato, a través de un crédito del Banco del Estado, inicia la construcción del Relleno Sanitario, mismo que sufre una paralización, hasta que en el 2001 se retoma el proyecto, y en el año 2003, se realiza el rediseño del mismo, para luego en Junio 2004, proceder a su operación, la que continua hasta la presente fecha.<sup>2</sup>

Y esto obedece a que la implantación del relleno sanitario, se fundamenta en la no existencia de un conflicto social por su ubicación, definiendo mejor un proceso participativo con la comunidad afectada, dando un marco de seguridad y trabajar en la reducción de riesgos ambientales y de salud.

---

<sup>2</sup> Fuente: Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Ambato,2013

“[...] A pesar de que el umbral de "cero riesgo" jamás será alcanzado, la inseguridad está siendo reducida de dos maneras: (i) medidas directas de mitigación de riesgos (preservar "el estado anterior a través de acciones dirigidas a prevenir, reducir o eliminar impactos adversos de las instalaciones tóxicas antes de que ocurran"), y, (ii) fortalecimiento de la credibilidad”.<sup>3</sup>

“De acuerdo a la experiencia, los rellenos sanitarios parecen ser, a corto y mediano plazo, la tecnología más apropiada para la disposición de residuos sólidos en el Ecuador. La razón dada por esta inclinación hacia el uso de rellenos sanitarios es que, de ser bien construidos y administrados, entregarían una solución ambientalmente segura y minimizarían los impactos negativos sobre la calidad de vida de los habitantes de las cercanías, por tanto los rellenos sanitarios son la mejor alternativa para la disposición final de residuos, ya que ellos permiten una operación efectiva en términos de costos, son sanitariamente eficientes y entregan una protección ambiental apropiada”.<sup>3</sup>

## 1.2 Planteamiento del Problema

Vivimos en una sociedad de consumo en la que, los residuos que generamos se han convertido en un grave problema para el medio ambiente y sus pobladores, debido a que estamos inmersos en la cultura del consumo y prácticas de usar, no reciclar, y desechar .

En la ciudad de Ambato el aumento de la basura ha venido dándose en forma progresiva el promedio tonelada/día (ton/d) es el siguiente: 215 (ton/d) año 2008, 220 (ton/d) año 2009, 225 (ton/d) año 2010, 225 (ton/d) año 2011, 230 (ton/d) año 2012, (Fuente: Balanza Relleno Sanitario de Ambato, 2013).

“[...] El nivel de manejo de desechos sólidos en América Latina y el Caribe varía de una región a otra, aunque por lo general es deficiente. La cantidad de desechos por persona ha venido aumentando constantemente mientras que la calidad de esos desechos se ha ido reduciendo: En los últimos 30 años, la generación de desechos per cápita en América Latina ha aumentado de 0.2 – 0.5 kg/día a 0.5 – 1.00 kg día, en la actualidad [...]”.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Sakurai. K. Disposición final de residuos sólidos. CEPIS. Lima, Perú. 1980.

Mientras, la composición de los desechos producidos, tanto por los hogares como por las empresas, ha pasado de ser casi totalmente biodegradables a un grado de biodegradabilidad mucho menor, con cantidades crecientes de plásticos, aluminio, papel, cartón, cajas de empaques y materiales peligrosos.

Los residuos sólidos domésticos, comúnmente son depositados por los habitantes de la vivienda en un solo recipiente o un contenedor, el cual, luego, es descargado a un camión recolector, que lo transporta al sitio de disposición final, donde, en el mejor de los casos, se logra separar algunos de esos residuos para reciclarlos o rehusarlos, no se logra reciclar en la fuente por falta una política, planificación y presupuesto.

“La incorrecta disposición de los residuos sólidos es fuente de proliferación de fauna nociva (ratas, cucarachas, moscas, mosquitos, etc.), la cual puede transmitir enfermedades infecciosas. Los residuos sólidos dispuestos inadecuadamente pueden generar gases, humaredas y polvos que contribuyen a la contaminación atmosférica. Pueden, también, originar problemas de contaminación del suelo y sus acuíferos, por la percolación de sus lixiviados en el subsuelo [...]”<sup>4</sup>

“El Promedio Latino Americano es de 1 (kg/hab - día) aproximadamente, según una evaluación de la CEPAL”.<sup>5</sup>

“[...] Por otro lado, no existen suficientes lugares designados como rellenos sanitarios que manejen de manera óptima los residuos, minimizando los riesgos. La incorrecta gestión de la basura y la elemental conciencia ciudadana, producen problemas de acumulación de residuos en determinadas zonas o botaderos. En algunas ocasiones la basura en los botaderos informales, es quemada, produciendo efectos en la calidad del aire”.<sup>6</sup>

El problema del manejo del relleno sanitario, se sitúa como uno de los prioritarios a resolverse, debido a sus implicaciones ambientales, sociales y económicas, y nos planteamos las siguientes preguntas:

<sup>4</sup> Jorge Jaramillo, Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. Washington, D.C. septiembre 1991

<sup>5</sup> Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal).

<sup>6</sup> Sakurai, K. Disposición final de residuos sólidos. CEPIS. Lima, Perú. 1980

¿Identificación de los Riesgos en el Relleno Sanitario de Ambato?

¿Sitios para Rellenos Sanitarios?

### 1.3 Justificación

La disposición inadecuada de los desechos sólidos urbanos que generamos todos los seres humanos, está considerado como el principal problema ambiental que deberá soportar el planeta. En el Cantón Ambato con sus 329.856 habitantes, (INEC 2010) generan diariamente 240 toneladas de residuos de los cuales el 44,15 % son recogidos por la Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Ambato (EPM-GIDSA), el 46,36 % por Empresas encargadas de estos servicios, y un 6,40% por vehículos particulares (Fuente: Balanza Relleno Sanitario Ambato, 2013) quedando un 3,09% dispuesto inadecuadamente en sitios vulnerables y de difícil acceso como quebradas, acequias y ríos, etc.

Las principales causas de esta conducta colectiva inadecuada son la falta de educación y la escasa cultura ecológica que manifiestan la mayoría de las personas que habitan en la ciudad de Ambato, la misma que ha degenerado en la pésima costumbre de arrojar desechos en cualquier parte.

“[...] Cabe destacar los acuerdos internacionales encaminados a la disminución de la contaminación ambiental originada por el mencionado manejo de la basura y la formación tanto del biogás como de los lixiviados [...]”<sup>7</sup> .

“En primera instancia se puede mencionar el Protocolo de Kyoto que fue creado con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial y con su aplicación lograr frenar el avance del fenómeno de calentamiento global”<sup>7</sup> .

---

<sup>7</sup> Cambio Climático, 2002: 32-63.

## **1.4 Hipótesis**

La Disposición Final de los Desechos Sólidos en el Relleno Sanitario de la Ciudad de Ambato, genera riesgos significativos

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Identificar los Riesgos del Manejo y Operación de los Desechos Sólidos en el Relleno Sanitario del Cantón Ambato.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Analizar los gases producidos en el Relleno Sanitario.
- Analizar los lixiviados en la Planta de Tratamiento del Relleno Sanitario.
- Identificar los Riesgos para la Salud Pública.
- Identificar el Plan de Manejo Ambiental.
- Alternativas y Procedimientos para el Aprovechamiento del Biogás.

## Capítulo 2

### 2.1 Descripción del Cantón Ambato

“La provincia del Tungurahua tiene como capital la ciudad de Ambato, que se encuentra ubicada al nor-este de la provincia del Tungurahua, limitada por las siguientes provincias: Al norte la Provincia del Cotopaxi, al sur la provincia de Chimborazo, al este la provincia de Pastaza y al oeste las provincias de Bolívar y Cotopaxi”.<sup>8</sup>

Según el Plan de Ordenamiento Territorial 2020:

“[...] Es la provincia más pequeña del Ecuador con una superficie de 3.200 km<sup>2</sup>, asentada en una hondonada, ubicada a 78° 37' 11" de longitud con relación al Meridiano de Greenwich y, a 1° 13' 28" de latitud sur con relación a la Línea Equinoccial, se sitúa a 2.577.067 metros sobre el nivel del mar”.<sup>8</sup>

“La superficie de la ciudad de Ambato es de 999.10 Km<sup>2</sup>, equivalente al 29,26 % de la extensión de la provincia del Tungurahua. El cantón Ambato está formada por 19 parroquias urbanas y rurales: Ambato, Ambatillo, Atahualpa (Chisalata), Augusto N. Martínez, Constantino Fernández, Huachi Grande, Izamba, Juan Benigno Vela, Montalvo, Pasa, Picaihua, Pilahuin, Quisapincha, San Bartolomé de Pinillo, San Fernando, Santa Rosa, Totoras, Cunchibamba y Unamuncho”.<sup>8</sup>

La parroquia matriz que es Ambato, está conformada por 9 parroquias urbanas que son: La Matriz, San Francisco, La Merced, Celiano Monge, Huachi Loreto, Huachi Chico, Atocha - Ficoa, Pishilata y La Península, con una población de: 124.166 censo 1990, 154.095 censo 2001 y 224.700 según censo del 2010.

“El proceso de crecimiento comercial por su ancestral articulación con la dinámica económica costeña y comercio agroindustrial y como abastecedor de productos de primera necesidad con las provincias de Bolívar, Chimborazo y Cotopaxi; como abastecedor de productos de primera necesidad para otras regiones del país: se ha caracterizado por una expansión desordenada en las

---

<sup>8</sup> Plan de Ordenamiento Territorial de Ambato 2020

áreas urbanas donde se ha asentado y han crecido zonas y barrios receptores de una incontrolable actividad comercial ( como el del sector del mercado mayorista), y con serios niveles de contaminación ambiental, por mal manejo de los desechos sólidos, gases de los vehículos, ruido del tráfico<sup>9</sup> etc.

Los residuos sólidos urbanos, se han manejado en tres etapas: Generación y Acopio, Recolección y Transporte, Tratamiento y/o Disposición Final. En estas tres etapas el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Ambato - GADMA y la Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos-EPM-GIDSA, realizan el proceso de los residuos, para su posterior disposición final, donde se realiza control sanitario para el confinamiento de la basura.

La basura recogida en distintos sectores a través de vehículos recolectores, es depositada en el Relleno Sanitario de la Ciudad de Ambato, el cual se ubica en el sector del parque de Los Recuerdos, parroquia Izamba. Este relleno cuenta con dos libres accesos independientes, uno por el paso lateral y el otro por la vía principal a Pillaro. Diariamente, 240 toneladas de basura llegan al Relleno Sanitario, (Fuente: Balanza Relleno Sanitario-2013). Los desechos domiciliarios e industriales son sometidos a un proceso de compactación, mientras que los desechos hospitalarios tienen una celda especial, por el alto riesgo que representa.

“En el aspecto ambiental, el problema de la basura se sitúa como uno de los prioritarios dentro de la problemática ambiental local y territorial, por ser uno de los mayores ciudades generadoras de basura, por habitante[...]<sup>10</sup> Es importante indicar que la población de la ciudad de Ambato y la población que visita la ciudad y sus relaciones con el entorno, son productores de basura en gran escala por las actividades que se

---

<sup>9</sup> Plan de Ordenamiento Territorial 2020

desarrollan en determinados tiempos: Ferias Comerciales, Fiestas Especiales: Fiesta de la Fruta y de las Flores, Semana Santa, Feria de Finados, Navidad, Año Nuevo etc.

Los ciudadanos/as ambateños han empezado una sensibilización sobre la contaminación de la basura, y sus resultados inician desde el año de 2006, a raíz de la implementación del Servicio de Recolección Contenerizado, que comprende un vehículo de carga lateral, un vehículo lavacontenedores y los contenedores metálicos, en el centro de la ciudad con un Plan Piloto, para el Servicio de Recolección de los Desechos Sólidos Domiciliarios, para lo cual se realizó una campaña de difusión e implementación del servicio, indicando a la ciudadanía que los desechos debían ser depositados en contenedores que estaban ubicados aproximadamente en cada esquina, cambiando la cultura de la gente, y no sacar la basura a las aceras, donde daba un mal aspecto visual; este servicio fue contratado con una empresa privada y fiscalizada por el Municipio de Ambato.

#### Sistema de Recolección Contenerizado



Fuente: EPM-GIDSA, 2013  
Realizó: Rodrigo Acosta

Además en esta investigación se ha constatado verdaderos avances: los mercados, parques y espacios públicos, se encuentran más limpios. Los ambateños están orgullosos de vivir esta nueva realidad, debido a que se cuenta con personal para limpieza diaria,

especialmente en el Casco Central, trabajan microempresas para el Barrido del Centro de la Ciudad, como para la limpieza de los mercados, y trabajadores del Municipio de Ambato y de la Empresa Pública Municipal de Desechos Sólidos, en la limpieza de Parques y Espacios Públicos. (EPM-GIDSA, 2013)

### 2.1.1 Clima

“La ciudad de Ambato tiene un clima templado seco. la temperatura media anual es de 12 °C, siendo el mes de noviembre de una temperatura máxima diaria con un promedio mensual de 14,9 °C; mientras que en el mismo mes tiene una temperatura mínima diaria más baja de 0.6 °C. este mes tiene un mayor porcentaje de horas sol con 208% en contraste con el mes de Febrero que llega al 110.9%. Los días con más nubosidad son los meses de enero a marzo, junio y agosto, con vientos predominantes hacia el este con una velocidad máxima de 16,0 m/s en el mes de diciembre y una media de 3, 6 m/s. Los meses con mayor frecuencia de lluvia en el cantón son enero, febrero y de mayo a septiembre”.<sup>10</sup>

“El clima de la zona del proyecto -de acuerdo a la clasificación de Thorthwaite- está definido como mesotermico- sunhumedo. Los datos analizados corresponden a la estación Ambato en la ciudad de Ambato. Los meses de mayor pluviosidad corresponden a marzo, abril, mayo, octubre y noviembre. Estos coinciden con los meses de temperaturas más elevadas”.<sup>10</sup>

### 2.1.2 Hidrología

“El territorio del cantón Ambato y su hidrografía forma parte de la gran cuenca del río Pastaza, siendo territorio de la provincia de Tungurahua, la cuenca alta del mencionado río. Así, desde la provincia de Cotopaxi viene el río Cutuchi, y en la zona septentrional - norte de la provincia de Tungurahua se junta con el río Ambato y forman el río Patate, el cual al juntarse con el río Chambo, forman el río Pastaza”.<sup>10</sup>

“El río Ambato es alimentado por una serie de pequeños ríos y riachuelos que nacen principalmente, en las estribaciones occidentales de la cordillera de Los Andes. Entre los principales afluentes del río

---

<sup>10</sup> Auditoría Ambiental Relleno Sanitario ciudad de Ambato; Gabriel Moncayo; 2007;p.98-99-100-101

Ambato se tiene: río Colorado, río Alajua, río Pumagua, río Casaguala, río Chiquicagua, río Blanco y río Calamaca. Otro afluente importante es el río Pachanlica que forma parte del límite del cantón Ambato con el cantón Pelileo, juntándose con el río Ambato, aguas abajo, casi en la confluencia del río Ambato con el Cutuchi, también llamado el tramo del cantón Culapachán, forman el río Patate”.<sup>11</sup>

“El mayor número de quebradas que conforman la cuenca del río Ambato se encuentran ubicadas principalmente a partir del nacimiento de éste, y en el trayecto del mismo, al cruzar por la ciudad; es decir, con dirección a la zona norte y nor-este del cantón. Entre las principales quebradas, tenemos: Quillalli, Casigana, La Quigo, Aguaján, Ashpachaca; y, una serie de quebradas de menor importancia, que también alimentan al río Cutuchi o Culapachán”.<sup>11</sup>

“La precipitación media anual acumulada para la ciudad de Ambato es de 518 mm con una máxima de 81 y una mínima de 335 mm, para el periodo comprendido entre los años 1962-2006[...].<sup>11</sup> Estos datos corresponden a los registros de la estación meteorológica “Aeropuerto”, que está ubicada cerca del relleno sanitario. Los promedios mensuales para este periodo se presentan en la tabla siguiente:

Tabla No. 1: Precipitación media mensual promedio

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
min	3.40	1.70	3.30	10.40	1.90	0.00	.00	1.00	1.90	0.00	0.50	3.40
med	28.26	48.43	52.77	59.63	55.76	45.25	27.19	26.88	35.22	54.12	47.41	37.57
max	81.50	107.30	133.80	127.50	215.60	126.90	130.30	73.80	147.40	128.80	135.40	125.80

Fuente: Estación: Aeropuerto de Chachoan-Ambato- INAMHI

Elaboración: Rodrigo Acosta

La evaporación media mensual es de 120 mm y le media anual es de 1450 mm, siendo estos valores relativamente altos, que se justifican con la coincidencia de los meses de mayor precipitación con los de mayor temperatura, se obtuvieron para la estación Ambato.

<sup>11</sup> Auditoría Ambiental Relleno Sanitario ciudad de Ambato; Gabriel Moncayo; 2007;p.101

Tabla Nr. 2: Temperatura media mensual promedio - Estación Aeropuerto Chachoan

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
min	15.00	13.80	14.90	14.60	14.30	13.20	13.00	12.50	13.50	14.90	15.20	15.10
med	16.20	16.10	16.20	16.10	15.70	14.90	14.20	14.40	15.30	16.40	16.90	16.80
max	15.50	17.90	17.60	17.60	16.80	16.30	15.30	15.50	16.50	17.90	18.20	18.70

Fuente: Estación: Aeropuerto de Chachoan-Ambato- INAMHI

Elaboración: Rodrigo Acosta

“La media de humedad relativa para la ciudad de Ambato es de 75.3 %, oscilando entre el 74% y 78 %. El valor medio de la nubosidad es de aproximadamente 6/8. La velocidad del viento para la estación Ambato es de 4.8 m/s con una dirección predominante sur-este. La variación entre los medios mínimos y medios máximos es de 2 m/s a 9 m/s”.<sup>12</sup>

### 2.1.3 Morfología de la zona

#### 2.1.3.1 Geología

“La provincia de Tungurahua y la zona de la ciudad de Ambato, donde se ubica el relleno sanitario corresponden a una zona netamente volcánica en donde afloran rocas desde el cretácico al holoceno. El sinnúmero de conos volcánicos a partir de su punto de emisión han extendido su material y han cubierto el área en especial de rocas cuaternarias y terciarias”.<sup>13</sup>

“La roca más antigua corresponde a la formación Piñón del Cretácico, que conjuntamente con la formación Yunguilla afloran en el extremo sur-oeste del área de estudio. Metamórficos de la Orogenia Laramídica están presentes cerca de Quimiag. La formación Pisayambo del Terciario se localiza, en el flanco Oeste del Chimborazo y está compuesta de mantos aglomerados y lavas andesíticas que se localizan principalmente en las cimas de las montañas y cuchillas”.<sup>13</sup>

“El Grupo Pisayambo se considera como una formación que consiste de dos unidades: la inferior que incluye piroclastos, brechas gruesas, aglomerados, tobas y algunas lavas y, la superior, donde predominan flujos de lavas basálticas y andesíticas. Este grupo volcánico está bien expuesto en las tierras altas hacia los dos costados del Callejón Interandino, llegando incluso a las partes centrales de

<sup>12</sup> Auditoría Ambiental Relleno Sanitario ciudad de Ambato; Gabriel Moncayo; 2007.pag.101

<sup>13</sup> Estudio de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario de la Ciudad de Ambato; César Narvaez;2003.p.14

las cordilleras. están aflorando en las partes inferiores de los cañones de los ríos Yanayacu, Cutuchi, Ambato y Patate. El espesor total sobrepasa los 2000 metros, recubierto por conos volcánicos, presumiblemente pertenecientes al Pilocenso y por la Formación Latacunga pleistocénica”.<sup>14</sup>

### 2.1.3.2 Relieve

“El cantón Ambato está situado en el centro de la región interandina y cuenta con una topografía muy irregular: volcanes, montes, planicies, valles muy pródigos para la actividad agrícola y encañonados como el del río Ambato (vía a Aguaján). En él se encuentran algunas cadenas montañosas y volcanes como el Casaguala (4.545 m.), que está inactivo, el Quisapincha (4.530 m.), el Sagoatoa (4576 m.), todos ellos ubicados en la cordillera occidental de Los Andes. También se encuentran pendientes bajas y medias en sectores a las que se asciende con facilidad, especialmente ubicadas hacia el norte, en el área fronteriza del cantón Ambato con la Provincia de Cotopaxi, como el cerro Negro, el cerro Quillopungo, cerro Sagoatoa, cerro Gallo Urco, entre otros. En la frontera con la provincia de Bolívar, se tiene el cerro Sombrero Urco, Guagua Pari y Pusunsuyo”.<sup>14</sup>

### 2.1.3.3 Flora

“La microcuenca del río Cutuchi, situada en las estribaciones de la cordillera Oriental de los Andes, abarca algunas regiones fitogeográficas. El área tiene una gran variedad de especies con cobertura vegetal muy variada...”<sup>15</sup>

“Los representantes leñosos (especies arbóreas y arbustivas) son, entre las más frecuentes: *Hypericum lacricifolium* “romerillo”, *Vaccinium mortinia* “morifio”, *Polylepis incana* “quinuas”, *Escallonia mytilloides* “sacha peral”, *Hyceronimo macrocarpa* “motiló”. Varias especies del género *Diplostegium* y aislados cúmulos de *Chuquiragua lancifolia* “chuquiragua”.<sup>15</sup>

“Es importante anotar que como consecuencia de los deslizamientos de tierra, desaparece la vegetación natural, dando lugar a especies colonizadoras, de rápido crecimiento, entre las que se

<sup>14</sup> Auditoría Ambiental Relleno Sanitario Ciudad de Ambato; Gabriel Moncayo; 2007,p.104 -106

<sup>15</sup> Estudio de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario de la Ciudad de Ambato; César Narvaez;2003,p.18

puede citar: Tessaria integrifolia, Baccharis trinervia", pasto natural", Ochroma pyramidable, Baccharis floribunda, "chlica", Cecropia "guarumo".<sup>16</sup>

"La flora esta conceptualizada como el conjunto de especies vegetales que se pueden encontrar en una región geográfica o sitio específico que son propias o han sido introducidas por la mano del hombre o por el viento, animales etc." (Auditoría Ambiental Relleno Sanitario Ambato, 2008).

#### **2.1.4. Uso actual y potencial del suelo**

"En el cantón Ambato las características de los suelos son muy variables debido a varios factores: la complejidad del relieve, el gran desnivel altitudinal, los efectos de la actividad volcánica pasada y actual y el sudo al que se ha sometido tantos años [...]"<sup>16</sup>

"Este uso del suelo está caracterizado de acuerdo a los siete paisajes agrarios principales: páramos, cultivos estacionales de altura, cultivos de maíz, habilla, cebada, y chochos, cultivos de hortalizas, frutales de clima templado y formación mixta con un estrato leñoso".<sup>16</sup>

"Una de las función del uso potencial del suelo se deja ver en las características biofísicas, sociales y económicas, debería considerar en general lo siguiente: la aplicación del Plan de Manejo de las áreas legalmente protegidas por el Ministerio del Ambiente como el Bosque Protector Casigana [...]"<sup>16</sup>

"La urgente reforestación o enriquecimiento vegetal de las riveras de todos los drenajes naturales: el uso forestal con fines de producción, agroforestal o pecuario en sectores con pendientes entre 40 y 70% y suelos no superficiales; la agricultura en pendientes menores y suelos no superficiales pero con las medidas de conservación necesarias; el manejo adecuado de los bosques y otra vegetación nativa existente en cualquier parte del cantón".<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Estudio de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario de la Ciudad de Ambato; César Narvaez:2003.p.17

El manejo de la basura con su manejo de los residuos domésticos, industriales, orgánicos y hospitalarios, tienen que ver con el cuidado del suelo, por eso es muy importante trabajar en el plan de manejo de residuos con el fin de contrarrestar la contaminación que transporta consigo impactos irreversibles y proteger el medio ambiente.

“El uso del suelo identificado en el área de estudio correspondió principalmente a vegetación nativa, introducida, pastizales, forestal y sin uso. Todos ellos se representan en forma heterogénea a lo largo de todo el sector en estudio. Actualmente los usos del suelo denotan actividades de tipo activo, es decir la actividad dinamizadora es la forestal y la agrícola, las cual representa un porcentaje pequeño en relación a las áreas ocupadas por la vegetación arbustiva y de matorral nativo y vegetación arbórea nativa distribuida en los faldeos de mayor altura. La poca cubierta vegetal encontrada, se ve fortalecida por el recurso hídrico presente en la quebrada Chasinato que cruza el Relleno Sanitario de de oeste a este”.<sup>17</sup>

## 2.2 Metodología

Para el levantamiento de la línea de base socioeconómica del área de influencia se utilizó la siguiente metodología de trabajo:

- Recopilación y revisión de fuentes bibliográficas.
- Trabajo de campo.
- Análisis de la Información.

Para la recopilación de fuentes bibliográficas, se utilizaron fuentes secundarias como los resultados del censo 2010 del Ecuador disponibles del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos y del Plan de Ordenamiento Territorial Ambato 2020.

Como trabajo de campo (in situ) se realizaron entrevistas y encuestas directas a la ciudadana en barrios, mercados, calles, parques, los denominados espacios públicos donde se tejen significados y ideas marcadas por los comportamientos ciudadanos de cara al medio ambiente con el fin de conocer el funcionamiento actual del relleno sanitario y

---

<sup>17</sup> Auditoría Ambiental Relleno Sanitario Ciudad de Ambato; Gabriel Moncayo; 2007,p.116

las percepciones que tiene la población sobre el servicio de recolección de basura y visitas al relleno sanitario, y en base a un diálogo con los funcionarios de la EPM-GIDSA

Además señalar la aplicabilidad de las políticas públicas ambientales municipales, la ordenanza para la prevención y control de contaminación ambiental ocasionada por las actividades agroindustriales, industriales y artesanales domésticos y de servicios en el cantón Ambato emitida el 6 de Octubre del 2004; además situar la relación directa con el calentamiento global, la presencia de los gases invernaderos y el Protocolo de Kyoto.

Todo esto dentro de un proceso de cambios en el avance del mejoramiento del medio ambiente en la sociedad ambateña, hacia la construcción del desarrollo sostenible como una alternativa en aras de la satisfacción de las necesidades humanas: "Para que un desarrollo pueda ser sostenible, se debe tener en cuenta, además de los factores económicos, los de índole social y ecológica; la base de recursos vivos e inanimados, así como las ventajas e inconvenientes a corto y largo plazo de otros tipos de acción" (IUCN, 1981; en Gudynas, 2003; pp. 44)

### **2.3 Población**

El crecimiento urbano es uno de los fenómenos más comunes en nuestro país, las continuas olas de migración del campo a la ciudad han configurado a la ciudad de Ambato en sectores que cuentan con acceso a todos los servicios básicos, se les conoce con el nombre de barrios residenciales (Miraflores, Ficoa, Ingahurco, La Merced, Medalla Milagrosa, San Antonio, La Vicentina, áreas concentradoras de servicios de mayor nivel, dejando las áreas residuales para los sectores más pobres donde se concentran las carencias, (Techo Propio, El Buen Pastor, Estadios Alternos, La Joya).

La ciudad de Ambato cuenta con una población de 329.856 habitantes, según el último censo de población y vivienda realizada en el Ecuador el 28 de Noviembre del año 2010, y con los cálculos transitorios llegaría a los 400,000 habitantes.

Tabla Nr. 3: Tasa demográfica de la ciudad de Ambato

Tasa	TASA
Urbano	1,97
Rural	0,15
Total	2,12

Fuente: Censo de Población 2010  
Elaboración: Rodrigo Acosta

Como el cuadro (3) nos evidencia a mayor crecimiento demográfico mayor generación de basura y, sobretodo en el sector urbano se requiere la aplicación de la ordenanza con un reglamento ciudadano para ir avanzando en la concienciación y sensibilización en el cuidado del medio ambiente y su relación con el calentamiento global.

Tabla Nr. 4: Población por sectores y por sexo

CIUDAD	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
AMBATO	86.299	92.239	178.538
18 Parroquias			151.318
TOTAL POBLACION			329.856

Fuente: Censo de Población 2010  
Elaboración: Rodrigo Acosta

Este cuadro (4) refiere que en la población urbana de la ciudad de Ambato las mujeres son más que los hombres, el sistema de recolección de basura está realizando cambios en la manera de responsabilizarse en el manejo de la misma en los domicilios, se van involucrando en el depósito de la basura en los Eco-tachos.

Tabla Nr.5:: Población y tasas de crecimiento: Ciudad de Ambato

Año	1950	1962	1974	1982	1.990	2001	2010
Población	31.312	53.372	77.955	100.454	124.166	154.095	178.538
Tasa		-0.32	3.23	2.24	0.55	2.00	1.97

INEC, Censos de Población 1.950, 1.962, 1974, 1982, 1.990, 2.001 y 2010  
Elaboración: Rodrigo Acosta

Las tasas de crecimiento inter censal desde el año 1950 al año 2010 nos demuestran el avance demográfico de la ciudad de Ambato, por lo mismo,

crecimiento en consumo industrial, comercial, artesanal y de igual manera, aumento en la basura.

Tabla Nr.6: Tasas de crecimiento intercensal

Año	1950 -1962	1962-1974	1974-1982	1982-1990	1990-2001	2001-2010
Tasa %	4.4	3.3	3.0	2.6	2.1	1.95

Fuente: INEC, Censos de Población 1.950, 1.962, 1974, 1982, 1990, 2001 y 2010

Elaboración: Rodrigo Acosta

La tasa demográfica de la ciudad de Ambato en los periodos 1990-2010, permite verificar que la tasa de crecimiento es del 0.55, 2,00 y 1.97 %, también crece en los tipos de barrios, los residenciales inmersos en el consumismo que se caracterizan con la presencia de compradores de comida chatarra y de ropa, quienes originan basura de toda clase: latas, botellas de vidrio, cajas de aluminio, muchas bolsas de plástico por las compras que realizan en las plazas, mercados y supermercados. Esto, de acuerdo a la clasificación de los desechos por zonas, que se realizan anualmente en el relleno sanitario.

Los siguientes datos han sido tomados del Plan Estratégico de Desarrollo 2020. Señala la perspectiva, con respecto a la población del sector urbano y de la periferia hacia el año 2012. Se debe considerar a futuro, la construcción de otro relleno sanitario en la parroquia de Cunchibamba, como proyecto a largo plazo por el aumento creciente de la población.

Tabla Nr.7: Población de la periferia de Ambato al año 2006

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Ciudad Ambato	154095	157145	160255	163427	166662	176756
Periferia	9831	10026	10224	10633	10843	11058
Total	163926	167171	170480	173854	177295	180804

Fuente. Estrategia Integral de Desarrollo Ambato 2020

Elaboración: Rodrigo Acosta

Tabla Nr. 8: Población extrapolada al año 2012

Año	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ambato	173325	176756	180254	183822	187461	191171
Periferia	11058	11277	11500	11728	11960	12196
Total	184383	188033	191754	195550	19942	203360

Fuente. Estrategia Integral de Desarrollo Ambato 2020

Elaboración: Rodrigo Acosta

Tabla Nr. 9 : Población cabecera cantonal al año 2025

Año	2001	2006	2011	2016	2021	2025
Ambato	154095	169961	187461	206762	228051	293368
Periferia	9831	10843	11960	13191	32464	33298
Total	163926	180804	199420	219953	260512	326666

Fuente. Estrategia Integral de Desarrollo Ambato 2020

Elaboración: Rodrigo Acosta

Estos cuadros permiten verificar el avance de la población que es ascendente y progresivo con el incremento de la basura en la ciudad de Ambato y las implicaciones que puede acarrear un manejo incorrecto de la basura, en la salud de sus habitantes.

### 2.3.1. Población Económicamente Activa

Según la Estrategias de Desarrollo Ambato 202, En la Población Económicamente Activa (PEA), el porcentaje más alto está en los artesanos, con un 25,14%, seguido con el 19,12% de los trabajadores no calificados y, 14,96% con los trabajadores de los servicios.

Tabla Nr. 10 : Población económicamente activa

N.	Actividad	Población
1.	Miembros del poder ejecutivo	2.700
2.	Profesiones científica intelectual	7.830
3.	Técnicos y Profesión nivel medio	2.524
4.	Empleados de ofician	6.986
5.	Trabajadores de los servicios	19.139
6.	Agricultores y trabajadores calificados	18.599
7.	Oficiales, operarios y artesanos	32.161
8.	Operadores de instalaciones y maquinarias	8.196
9.	Trabajadores /as no calificados	24.453
10.	Fuerzas Armadas	398
11.	No declarado	4.340
12.	Trabajador/a nuevo	563
	TOTAL	127.889

Fuente. Estrategias Integral de Desarrollo Ambato 2020

Elaboración: Rodrigo Acosta

“La población económicamente activa llega al 65% de la población, esto se convierte en un reto para la creación de nuevas alternativas medio ambientales que exigen el involucramiento de toda la

ciudadanía y, que es parte del proceso ya iniciado, es oportuno remarcar la voluntad política existente de las autoridades municipales”.<sup>18</sup>

En el contexto productivo, la ciudad de Ambato ha potenciado en estos años la microempresa y, en la actividad agrícola y comercial se han incrementado tres ferias semanales, el comercio informal y la economía solidaria ha proliferado, todo esto se ha dado por la población flotante que visita a la ciudad, en los días antes mencionados.

La producción artesanal es la que mayor porcentaje de la PEA tiene, con el 25,14%, seguido de los trabajadores no calificados con el 19,12%, los trabajadores de los servicios están en el tercer lugar con el 14,96% y, los agricultores y trabajadores calificados con el 14,54%.<sup>18</sup>

#### **2.4 Problemáticas ambientales de la ciudad de Ambato**

“Debe considerarse que el problema de recolección de desechos orgánicos domiciliarios y la disposición de estos desechos ya no significa un problema ambiental para la ciudad, la Recolección de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) es eficiente y el relleno sanitario opera en buenas condiciones”.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Auditoría Ambiental Relleno Sanitario Ciudad de Ambato; Gabriel Moncayo; 2007,p.122-123

## 2.5 Gestión de los residuos sólidos en el Cantón Ambato



La Gestión de los Residuos Sólidos comprende:

### 2.5.1.- Barrido

- Calles
- Avenidas y
- Espacios Públicos

### 2.5.2.- Recolección de basura y transporte

### 2.5.3.- Disposición final

#### Barrido

La ciudad de Ambato dispone del servicio de barrido que se lo realiza por medio de dos formas:

1.- **Barrido Manual** de calles y Avenidas de la ciudad dependiendo del sector: centro de

la ciudad, de lunes a domingo de 02h00 a 06h00 y de 10h00 a 19h00 y, ciudadelas, avenidas y vías de ingreso a la ciudad, de 06h00 a 10h00, o de 06h00 a 14h00.

**Barrido Manual** de plazas, mercados y parques con 1, 2, y hasta 10 trabajadores (excepto Mercado Modelo y Mercado Central), de lunes a domingo de 06h00 a 14h00 o de 11h00 a 19h00.

**Barrido Manual** de puntos críticos con una persona fija de 06h00 a 14h00 o, en horario de 2 jornadas, como en terminales y redondeles.

El barrido manual se lo realiza a través de dos modelos de gestión: Personal Municipal y Asociaciones en Participación o Microempresas.

**2.- Barrido Mecánico** de diferentes avenidas e ingresos a la ciudad en forma alternada, en horario de 22h00 a 06h00, de viernes a martes.

#### **Recolección**

Según la EPM-GIDSA, la Ciudad de Ambato produce diariamente un promedio de 240 toneladas de basura, de las cuales, el 70% proviene de la basura domiciliaria, entre el 15 y 20% basura de mercados y plazas de la ciudad y, entre el 10 y 15% basura industrial, hospitalaria y producto del barrido diario. Presta este servicio a través de 3 modelos de gestión:

**1.- Asociaciones en Participación o Microempresas.-** Destinadas a dar el servicio de barrido y recolección de basura en las Parroquias Rurales del Cantón (Atahualpa, Izamba, Martínez, Quisapincha, Ambatillo, Constantino Fernández, Pinllo) y dos zonas del sector de Atocha.

**2.- Empresa.-** Presta el servicio Contenerizado de recolección de basura en 9 zonas de la ciudad.

**3.- Servicio Municipal.-** Para 16 zonas de diferentes sectores de la ciudad, recolección domiciliaria, industrial, y hospitalaria, el servicio es diurno, nocturno y de madrugada.

### **Disposición Final**

Al relleno sanitario ingresan aproximadamente 240 toneladas/día (Balanza Relleno, 2013), ingresan desechos domésticos, industriales y hospitalarios, que corresponden a las 27 zonas que tiene la EPM-GIDSA. Ingresan vehículos de la GIDSA, Microempresas, Empresa y particulares.

Todos los desechos son descargados en la plataforma diaria de trabajo, para luego, ser extendidos por el tractor, posteriormente recubierto con tierra, e inmediatamente se riega agua con un tanquero, para finalmente, ser compactada.

El relleno sanitario de la ciudad de Ambato cuenta con la siguiente infraestructura y personal:

- Caseta de Control.
- Una balanza pesa camiones para el control de los pesos.
- Dos responsables del control de la balanza.
- Dos guardias privados para el control de los vehículos, tanto en el ingreso, como en la descarga de los desechos.
- Cerramiento de malla.
- Vías de acceso (pavimentadas y de tierra).
- Arborización.
- Una celda de Desechos Hospitalarios.
- Celdas diarias para los desechos domésticos , y otros.
- Un operador de tractor.
- Un ayudante de tractor.
- Dos trabajadores para el mantenimiento del relleno sanitario.

- Un Ingeniero Civil, Jefe de Fiscalización.
- Un Ingeniero Civil, Fiscalizador.
- Un Ingeniero, Contratista de la obra.
- Una retroexcavadora y operador (contratista).
- Un tanquero y chofer (contratista).
- Una Volquete, un chofer y cuatro trabajadores (contratista).

#### **Personal de Aseo del Cantón Ambato**

Para el Servicio de Aseo, la EPM-GIDSA dispone de 119 persona, distribuidas así: 3 personas son responsables de barrido, recolección y disposición final, respectivamente. 3 Sobrestantes, 19 Choferes, y 111 trabajadores de barrido, recolección y disposición final de basura (Fuente: EPM-GIDSA-2013).

#### **Indicadores Rendimiento de Personal.**

**Barrido.-** Con el personal de aseo destinado a calles y avenidas, se alcanza un rendimiento promedio de 2 kilómetros barridos diariamente por persona; esto con el personal a nombramiento. Con el personal a contrato el rendimiento llega hasta 2.8 kilómetros barridos diariamente por persona. (Fuente: EPM-GIDSA-2013).

**Recolección.-** El rendimiento del personal en recolección diurna alcanza las 3 toneladas por hombre/día. En tanto que en recolección nocturna el personal tiene un rendimiento de 3.5 toneladas por hombre/día.

Los rendimientos se encuentran dentro del standar fijado según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), que son:

Barrido 2 kilómetros hombre/día.

Recolección 3 toneladas recolectadas hombre/día.

#### **Cobertura**

**Barrido.-** La cobertura en el servicio de barrido en extensión territorial, alcanza el 65% del área susceptible de barrido (vías asfaltadas o con adoquín).

**Recolección.-** La cobertura del servicio de recolección en cuanto a extensión territorial alcanza el 90% del área urbana y 60% del área rural.

### **Situación Económica**

Para el año 2012, los costos totales de la gestión de residuos alcanzaron a \$ 4'575.276,44 (Fuente: EPM-GIDSA-2013) desglosados de la siguiente manera:

- Barrido.- 1'615.072,58 dólares que equivale al 35,30%.
- Recolección.- 2'365.417,92 dólares que corresponde al 51,70%.
- Disposición Final.- 597.758,93 dólares que corresponde al 13%.

El costo total comprende costos fijos como: depreciaciones, sueldos, salarios y gastos financiados y los costos variables en los que se anota gastos de inversión y de capital.

### **Costos Unitarios por servicio**

- \* Costo por kilómetro barrido, 13,25 dólares.
- \* Costo de tonelada recolectada, 34,25 dólares.
- \* Costo de tonelada dispuesta, 6,79 dólares.
- \* El costo total del servicio de barrido, recolección y disposición final es de 54,25 dólares.

El ingreso total por la tasa de recolección de basura en el año 2012, a través de la Empresa Eléctrica, alcanzó la recaudación de 2'576.954,48 dólares. (Fuente: EPM-GIDSA, 2013).

\*Por lo tanto, existe un déficit importante entre los ingresos y los egresos en los que la Municipalidad y la EMP-GIDSA deben incurrir para prestar el Servicio de Aseo del Cantón Ambato.

## **2.6 Operación del Relleno Sanitario**

“El Relleno Sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación, ni después de terminado el mismo. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el Relleno, por efecto de la descomposición de la materia

orgánica”.<sup>19</sup>

El relleno sanitario recibe los residuos generados diariamente en las viviendas, mercados, industrias, desechos hospitalarios, pilas y en general todos los desechos que se generan en la ciudad de Ambato.

“El tratamiento de los residuos sólidos, por el método del relleno sanitario, es considerado como una técnica de disposición final de los mismos, minimizando los perjuicios al medio ambiente y los peligros para la salud y seguridad pública. Este método de disposición final de residuos sólidos constituye la alternativa técnica y económica más favorable en nuestro país, frente a otros métodos de tratamiento como la incineración, el compostaje y la recuperación, ya que los productos finales de estos últimos métodos, deben también ser tratados finalmente, a través de un relleno sanitario. La incineración demanda gran inversión y contamina el aire; por lo que, el relleno sanitario es la técnica adecuada ante las condiciones reales del lugar[...]”. (Auditoría Ambiental Relleno Sanitario. Gabriel Moncayo, 2008).

En líneas generales, pueden destacarse como aspectos positivos de la gestión actual de la Disposición Final de los Residuos Sólidos de la ciudad de Ambato, los siguientes: oficina de control y pesaje de los vehículos con los desechos; sistema de automatización de pesaje; control y vigilancia del predio por parte de la Empresa Pantherseg; personal para el control de pesos de al EPM-GIDSA; operación de los desechos (descarga de los desechos por parte de los vehículos, tendido de los desechos, recubrimiento con tierra, la compactación con un tractor de orugas y riego de agua); construcción de celdas con impermeabilización de geomembrana; construcción de drenes verticales y horizontales. Además, se tiene el proyecto piloto de la Captación y Quema del biogás, generando energía eléctrica; la captación de lixiviados a la Planta de Tratamiento y, la existencia de un convenio que regula la actividad de las personas (minadores) que realizan actividades de reciclaje.

---

<sup>19</sup> Jorge Jaramillo, Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales, Washington, D.C. septiembre 1991,p.20

“El relleno sanitario tiene un proceso de degradación de la materia orgánica que puede tomar cientos de años: la conversión de orgánica (inestable) a inorgánica (estable). La acumulación de grandes cantidades de basura orgánica, eleva la temperatura del cúmulo de basura, formando abundante metano, producto de la descomposición térmica, más cuanto, de la actividad bacteriana o de la degradación espontánea”. (Aprovechamiento del Biogás. Carlos Duque, 2012).

Actualmente, se realiza el Aprovechamiento del Biogás, para generar energía eléctrica, con un Plan Piloto se enciende nueve luminarias.

## Capítulo 3

### 3.1 Generalidades

“El manejo adecuado de las consecuencias de las condiciones meteorológicas adversas desempeña una función importante en la operación exitosa de un relleno sanitario. Los periodos de lluvia excesiva, las temperaturas muy frías o el calor extremo pueden interrumpir la rutina de un relleno sanitario. La cantidad de lluvia durante la preparación de sitio de disposición final tiene un impacto directo en el contenido de humedad del suelo, así como en los niveles de las aguas subterráneas. Ambos parámetros son importantes para controlar la cohesión del suelo y su permeabilidad durante la colocación del revestimiento de arcilla u otros componentes para compactar el suelo [...]” (Riesgos y Vulnerabilidades del Relleno Sanitario del Cusco, p. 354).

Se considera que, “[...] El clima también puede causar un impacto en el rendimiento y en la operación del relleno sanitario; si no se toman medidas preventivas, puede que los caminos y las áreas de descarga se enloden, lo cual retrasaría las operaciones. Los suelos húmedos y saturados por la precipitación pueden volverse inestables si no están soportados o si las plataformas están con ángulos bastante inclinados [...]” (Riesgos, p. 354).

Además “Uno de los medios más eficaces para manejar la lluvia intensa y el flujo intenso de agua superficial, consiste en manejar los taludes de los canales de drenaje en la periferia del vertedero para que desvíen lejos de los desechos sólidos [...]” (Riesgos, p. 354).

También “Un clima muy seco puede endurecer el suelo y hacer difícil la excavación o compactación; además, cuando hay ausencia de humedad, la materia orgánica de los desechos sólidos no se descompone con facilidad, en consecuencia muy poco o ningún lixiviado se formará dentro del relleno sanitario [...]” (Riesgos, p. 354).

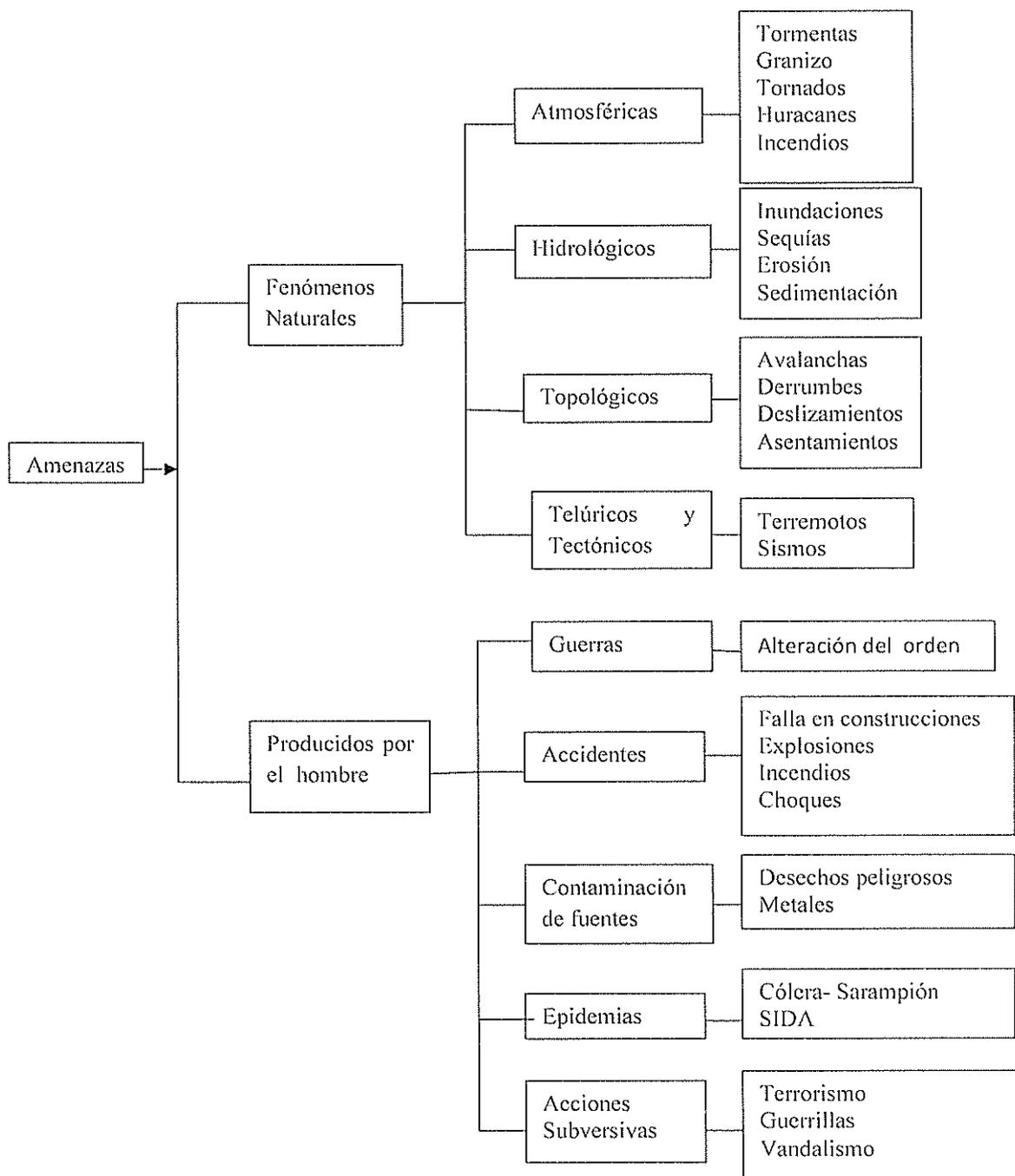
#### 3.1.1 Tipos de Amenazas Naturales

Se debe iniciar conociendo el tipo de amenazas, y de acuerdo con su origen, figura No. 1, las amenazas pueden ser de dos tipos:

*Naturales*, es decir, provenientes de fenómenos físicos originados por la naturaleza y sus elementos.

Producidas por el hombre. se esquematiza las amenazas clasificadas por su origen. (Riesgos p. 354-355)

Figura N° 1: Clasificación de amenazas según su origen.



Fuente: OPS. Cuaderno Técnico Nro 37. Planificación para atender situaciones de emergencia, 1993.

### 3.2 Problemas causados por clima adverso en el Relleno Sanitario.

Los problemas causados por el clima podemos está determinado en el cuadro N° 1.

“Las amenazas naturales también pueden ser de tipo geológico o de tipo meteorológico. Las amenazas pueden estar interrelacionadas y sus efectos magnificados, por ejemplo los sismos

provocan derrumbes los cuales pueden ocasionar represamiento de ríos e inundaciones progresivas aguas arriba y, las rotura del represamiento causa inundaciones turbulentas y crecidas de aguas abajo [...]”. (Riesgos del Cusco, p. 354-357).

**Cuadro N° 1: Problemas causados por clima adverso y sus soluciones potenciales.**

Problema	Solución
<b>Clima Húmedo</b>	
Caminos de acceso enlodados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Añadir cenizas, piedra molida o residuos de demolición de construcciones de concreto.</li> <li>- Mantener un área de trabajo especial con caminos permanentes</li> </ul>
Área de descarga enlodada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esparcir tierra seca</li> <li>- Mantener equipo de compactación fuera del área, descargar y mover los desechos sólidos de manera perpendicular al área</li> <li>- Nivelar el área de descarga levemente para permitir escurrimiento</li> </ul>
Suelo húmedo no operable	- Mantener pilas compactadas e inclinadas con cubierta impermeable
La permeabilidad del suelo varía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No compactar cuando hay exceso de humedad</li> <li>- Proteger el suelo, (frente de trabajo) por ejemplo, con coberturas</li> </ul>
<b>Clima Seco</b>	
Terrenos secos imposibles de excavar e incremento de permeabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cubrir el suelo para prevenir secado</li> <li>- Humedecer el suelo</li> </ul>
<b>Clima Frio</b>	
Suelo congelado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aislar las celdas con hojas o paja.</li> <li>- Echar sal al suelo</li> <li>- Mantener el suelo/arena bien drenado</li> <li>- Remover el suelo continuamente.</li> </ul>

Fuente: Cal Recovery Inc. Curso Internacional de Rellenos Sanitarios 17 - 21 Marzo 1997 Argentina  
Realizó: Rodrigo Acosta

### 3.3 Efectos de los Desechos Sólidos en la Salud del Hombre

Podemos indicar que:

“La importancia de los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no está bien determinada. Sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas

enfermedades, al lado de otros factores, principalmente por vías indirectas. Para comprender con mayor claridad los efectos de los residuos sólidos en la salud de las personas, es necesario distinguir entre los riesgos directos y los riesgos indirectos [...]” (Jaramillo, 1991, p. 6).

### **3.3.1. Riesgos directos que atentan contra la salud**

Se consideran que:

“Estos riesgos son ocasionados por el contacto directo con la basura, que a veces contiene excrementos humanos y de animales; las personas más expuestas en los recolectores, debido a la manipulación de recipientes inadecuados para el almacenamiento de los desechos, al uso de equipos inapropiados y por carecer de ropa limpia, guantes y zapatos de seguridad. En la misma situación se encuentran los minadores, cuya actividad de separación y selección de materiales es realizada en las peores condiciones y sin la más mínima protección. Es necesario anotar que en todas estas personas se muestra una incidencia más alta de parásitos intestinales que en el público en general. Además, experimentan tasas más altas de lesiones que las de trabajadores de la industria, estas lesiones se presentan en las manos y en los pies, así como también lastimaduras en la espalda, hermas, heridas, enfermedades respiratorias y en la piel, entre otras[...]” (Jaramillo, p. 6).

### **3.3.2 Riesgos indirectos que atentan contra la salud**

“La Proliferación de vectores sanitarios. Los riesgos causados por el manejo inadecuado de basuras son principalmente indirectos, y afectan al público en general. Ellos se originan por la proliferación de vectores de enfermedades, tales como moscas y mosquitos, que encuentran en los residuos sólidos su alimento y las condiciones adecuadas para su reproducción. [...]” (Jaramillo, p. 7).

En el cuadro No 2, establecemos ejemplos de vectores transmisores de organismos patógenos causantes de enfermedades.

**Cuadro N° 2: Ejemplos de vectores trasmisores.**

VECTOR	ENFERMEDAD	VECTOR	ENFERMEDAD
Moscas	Fiebre tifoidea Salmonelosis Disenterías Diarrea infantil Otras infecciones	Mosquitos	Malaria Fiebre amarilla Dengue Encefalitis vírica
Cucarachas	Fiebre tifoidea Gastroenteritis Infecciones intestinales Disenterías Diarrea Lepra Intoxicación alimentaria	Ratas	Peste bubónica Tifus murino Leptospirosis (Enf. De Weil) fiebre de Harverhill Rickettsiosis vesiculosa Enfermedades diarreicas Rabia

Fuente: Jorge Jaramillo, 1991:7

Realizó: Rodrigo Acosta

### 3.3.3 Efectos de los desechos sólidos en el ambiente

“El efecto ambiental más obvio del manejo inadecuado de la basura es el deterioro estético de las ciudades y paisaje natural. La degradación del paisaje natural ocasionada por la basura regada, va en aumento cada vez más, deteriorando nuestros ya menguados lugares bellos [...]” (Jaramillo. p. 8)

### 3.3.4. Contaminación del agua

Considerando la importancia del agua:

“El efecto ambiental más serio, pero menos reconocido, es la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, por el vertimiento de las basuras a los ríos y quebradas, y por el líquido percolado de los botaderos a cielo abierto, respectivamente [...]” (Jaramillo, p. 9)

“La descarga de las basuras a las corrientes de agua, incrementa la carga orgánica y disminuye el oxígeno disuelto; aumenta los nutrientes y algas que dan lugar a la eutrofización; causa la muerte de peces; genera malos olores y deteriora su aspecto estético. A causa de esta circunstancia, en

muchas ocasiones se ha perdido este recurso tan importante para el abastecimiento o para la recreación de la población [...]” (Jaramillo, p. 9)

### **3.3.5 Contaminación del suelo**

El suelo tiene su perjuicio, ya que él:

“Deterioro estático y desvalorización tanto del terreno como de las áreas por el abandono y acumulación de los desechos sólidos a cielo abierto. Por otro lado, se contamina el suelo debido a las distintas sustancias depositadas allí, sin ningún control [...]” (Jaramillo, p. 9-10)

### **3.3.6 Contaminación del aire**

“En los botaderos a cielo abierto es evidente el impacto negativo causado por los desechos, debido a los incendios y humos que reducen la visibilidad y son causa de irritaciones nasales y de la vista, así como de incremento en las afecciones pulmonares, además de las molestias originadas por los malos olores [...]” (Jaramillo, p. 9-10)

## **3.4 Parámetros considerados en la identificación de riesgos**

Para considerar los parámetros de riesgos en el Relleno Sanitario de Ambato, se debe determinar los factores de riesgo que afectan el lugar de trabajo (cuadro No.3).

**Cuadro No. 3 Factores de Riesgo que afectan el Relleno Sanitario**

<b>Seguridad</b>	<b>Físicos</b>	<b>Químicos</b>	<b>Biológicos</b>	<b>Carga de Trabajo</b>
Espacio y Lugar	Ruido	Gases	Virus	Fatiga Física
Suelos, desniveles y aberturas	Vibraciones	Vapores	Hongos	
Explosiones	Ambiente Térmico	Polvo	Bacterias	
Caídas a distinto o mismo nivel		Lixiviados		
Pisadas sobre objeto				
Atrapamiento por vuelco de maquinaria				
Exposición a sustancias tóxicas				
Caídas de objetos por desplome				
Golpes y cortes por objetos y herramientas				

Fuente: (Pulido María, p. 11)

Realizó: Rodrigo Acosta

Con estos factores de riesgo, podemos identificar los que pueden producirse en el relleno sanitario para el personal técnico y operativo que trabaja diariamente, y se puede tomar las medidas correctivas y preventivas, en las diferentes áreas, como son: administrativa, planta de tratamiento, celda hospitalaria y celda diaria donde se depositan los desechos sólidos.

**Registro Fotográfico:**

Pesaje de Vehículo



Descarga de los Desechos



Tendido de los desechos



Celda Diaria



Descarga material de cobertura



Tendido del material de cobertura



Riego del agua|



Chimeneas



Las situaciones de riesgo ambiental identificadas para el Relleno Sanitario, según demarco Anexo F, el Plan de Prevención de Riesgo Ambientales y Plan de Contingencia son:

- a) Infiltración de líquidos percolados:
- b) Derrames desde la planta de tratamiento de líquidos percolados:
- c) Incendio o explosión por emanaciones de gases:
- d) Riesgos naturales.

### **3.4.1 Infiltración de Líquidos Percolados**

Se puede considera que los líquidos percolados tienen “La probabilidad de ocurrencia de una infiltración de líquidos percolados es muy baja, prácticamente nula, debido al sistema gravitacional de captación de líquidos percolados y los sistemas de impermeabilización del fondo del relleno”. (Plan de Prevención de Riesgos Ambientales y Plan de Contingencias, p. 1)

“En principio, la infiltración de líquidos percolados hacia el subsuelo, podría producirse por una falla o rotura en el sistema de impermeabilización. Sin embargo, la impermeabilización se compone de varias capas y el sistema gravitacional de captación de los líquidos percolados permite que éstos no se acumulen, es decir, no se produce una presión hidrostática sobre el sistema de impermeabilización, haciendo muy poco probable que se infiltren.” (Plan, p. 1)

### **3.4.2 Derrames desde la Planta de Tratamiento de Líquidos Percolados**

“La probabilidad de ocurrencia de fugas o derrames del lixiviado es baja, debido a la capacidad de retención de las Lagunas de Tratamiento. Éstas permiten acumular la totalidad de los líquidos generados durante un año de precipitación normal, considerando las condiciones meteorológicas de la zona”. (Plan, p. 1)

Por otra parte, la operación del relleno sanitario reducirá la generación de líquidos percolados, debido a que los residuos serán compactados y cubiertos diariamente con una capa de tierra.

### **3.4.3 Incendio o Explosión por Emanaciones de Gas**

“La probabilidad de ocurrencia de un incendio o una explosión por emanación de gas es baja debido al sistema de captación de gas mediante pozos de venteo (chimeneas), el estrato de drenaje en toda la superficie superior del relleno sanitario, y el sistema de succión e incineración en una antorcha diseñada para tales fines...” (Plan, p. 2)

Además, se controla diariamente el adecuado funcionamiento del sistema de captación, e incineración de gas. Podemos indicar que las oficinas de pesaje y administración del relleno sanitario, donde labora el personal de la EPM-GIDSA, se encuentra a unos 100 metros de las chimeneas pasivas que generan gas.

### **3.4.4 Riesgos Naturales**

“Por riesgos naturales se entienden aquellos que se pueden generar como consecuencia de un evento natural, tales como: lluvia intensa, avalancha, derrumbes, erosión o eventos sísmicos”. (Plan, p. 2)

“Para el proyecto se considera que el caudal de diseño corresponde a aquel valor máximo  $1.49 \text{ m}^3/\text{s}$ , esperado para un tiempo de retorno de 25 años, por lo que el caudal máximo que definirá los niveles de superficie libre para las estructuras de drenaje del relleno como

cunetas". (César Narváez, p. 18) Diseño del Relleno Sanitario de la Ciudad de Ambato, julio-2003

Para evitar los derrumbes o deslizamientos, el diseño del relleno considera pendientes máximas de 1:3, lo que garantiza un alto nivel de seguridad.

En cuanto al efecto de movimientos sísmicos:

"El tramo que comprende la cuenca Latacunga-Ambato, ha sido afectado por terremotos tales como el de Pelileo, en 1949 y el Pastocalle, en 1976, cuyas magnitudes son del orden de 5 grados en la escla Richter, por lo tanto, la zona debe considerarse como sísmicamente activa[...]"  
(Narváez, p. 24)

### **3.5 Determinación y Evaluación de Riesgos**

Con relación a la Identificación de Riesgos en el Relleno Sanitario de Ambato, se puede considerar los riesgos que se presentan en el Cuadro No. 4, y conocer:

"Cualquier modificación introducida en un sistema de trabajo causará desequilibrio en diferentes aspectos: esta situación tenderá posteriormente a un nuevo estado de equilibrio, pero es necesario evaluar este proceso por las modificaciones que se producen en el medio ambiente, las cuales pueden ser físicas químicas, biológicas, psíquicas, sociales y morales, estos cambios pueden afectar adicionalmente a la salud de las personas". (Riesgos y Vulnerabilidades del Relleno Sanitario del Cusco, p. 358

**Cuadro N° 4: Identificación de Riesgos**

No.	RIESGOS
1	Deslizamientos debido a aumentos en los niveles de infiltración de aguas fluviales
2	Incendios y explosiones con daños a las personas y destrucción de la capa de cobertura
3	Atrapamiento de personas por deslizamiento
4	Aumento de líquidos percolados por afluencia de aguas de lluvia
5	Contaminación química, debido a polvo, gases, vapores, líquidos y humos.
6	Contaminación de fuentes de agua y personas con virus, bacterias, hongos y parásitos.
7	Problemas de orden público
8	Escapes en las tuberías de inyección, lo cual incidiría en la continuidad del tratamiento.
9	Daños en las bombas o en el sistema de suministro de energía, lo cual implica la parálisis del proceso de pesaje y planta de tratamiento de lixiviados
10	Sobre carga de tubería de inyección, debido al incremento del caudal de lixiviados por aumento de infiltración de agua de lluvias
11	Caída de una persona en la laguna de infiltración
12	Daños en los filtros o estructuras de descarga, lo cual permitirá el derrame de lixiviados.
13	Propagación de vectores en el relleno y alrededores
14	Ruido excesivo
15	Malos olores que emanan del relleno sanitario
16	Paro sindical de trabajadores en el relleno sanitario

Fuente: Riesgos y Vulnerabilidades del Relleno Sanitario del Cusco, p. 358  
 Realizo: Rodrigo Acosta

### 3.6 Seguridad Industrial y Salud del Personal

“La salud del personal del relleno sanitario, puede ser deteriorada por las actividades relacionadas con la limpieza y desmalezada, por los peligros potenciales que ocasiona la manipulación de productos químicos, tanto en la etapa de operación como de pos clausura. Los riesgos de explosiones, son también un factor negativo que en casos de ocurrencia puede ocasionar peligros para la salud de los trabajadores [...]”.(Moncayo Gabriel, p. 223)

“Los ruidos, provocado por la operación de las maquinarias y equipos en las etapas de operación, son otro factor que puede ocasionar trastornos en los trabajadores destinados a estas tareas, aunque esto depende de medidas de seguridad laboral y del tiempo de exposición, por estas razones la magnitud del impacto negativo resulta de escaso valor[...]”.(Moncayo, p. 223)

“El contacto con líquidos lixiviados, a través de las tareas de mantenimiento del sistema de tratamiento, puede ocasionar problemas de salud en los trabajadores, aunque la magnitud de estas actividades y su periodicidad reducen la ocurrencia de los efectos negativos [ ...]”.(Moncayo, p. 223)

Las deficiencias encontradas sobre seguridad laboral e industrial se refieren a los obreros que realizan la construcción de las celdas, a los minadores y a los obreros que realizan el control-trabajo de esparcimiento de la basura y tareas durante la compactación de la basura y de la capa de cobertura.

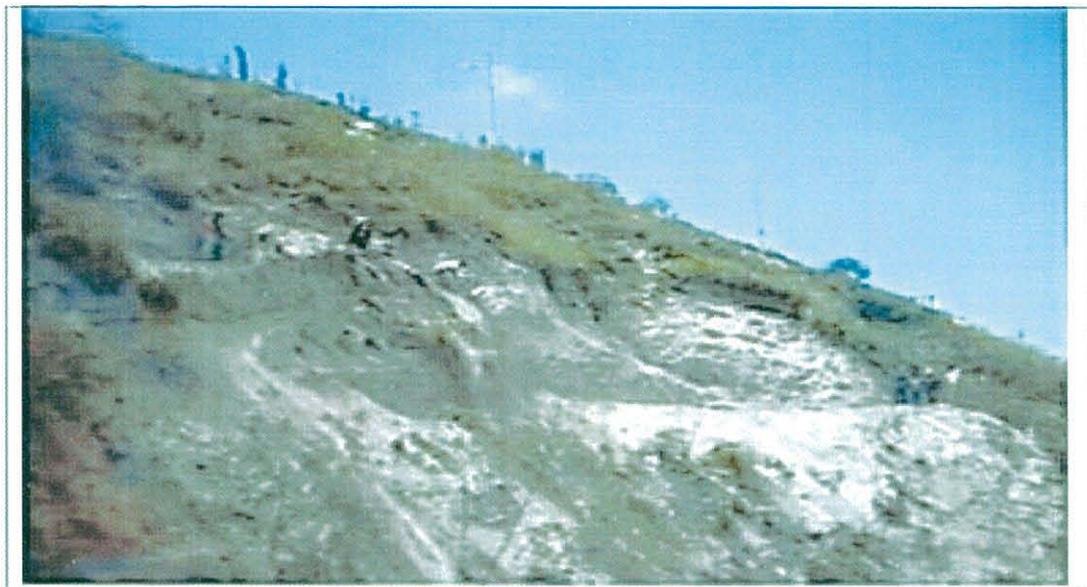
Durante las observaciones realizadas al relleno sanitario se pudo observar que no se cumplen las disposiciones mínimas sobre seguridad industrial y laboral.

En la fotografía se muestran obreros realizando excavaciones en la celda, en los taludes que tienen una pendiente de casi 70 °. Los trabajadores realizan excavaciones en el talud sin protección alguna. Sin que estén amarrados a la cintura con cinturones

de seguridad a los postes superiores que se sitúan en la carretera. Los riesgos de que un obrero sufra un accidente son muy grandes.

La altura de trabajo de estos obreros es de más de 10 m, por lo que una caída puede tener consecuencias fatales. Se exponen fotografías para que se note bien el riesgo que corren los obreros.

Referente a los obreros que realizan sus actividades durante la compactación de los desechos y de la cobertura de tierra, se observó que estos no trabajan con mascarillas de protección para evitar la respiración de gases.



Fuente: Relleno Sanitario Ambato, 2013  
Realizó: Rodrigo Acosta

En caso de acumulación de biogás en las chimeneas pueden ocurrir explosiones que pueden ocasionar graves accidentes personales, se muestran las fotografías de los drenes verticales de donde salen los gases producto de la descomposición de la basura, así como las chimeneas para evitar que los gases salgan al ambiente.

Se recomienda que el encendido de las chimeneas se lo haga por medio de un tubo o palo de por lo menos 2 m de largo. De esta forma el obrero no estará expuesto a quemaduras.

Adicionalmente se recomienda que a los obreros se los capacite en las reglas de seguridad, en el encendido de las chimeneas y en el riesgo que puede tener el biogás.

#### CONSTRUCCION DEL DREN VERTICAL



#### CHIMENEA



Fuente: Relleno Sanitario Ambato, 2013  
Realizó: Rodrigo Acosta

Es recomendable que las personas que están expuestas a trabajar junto a las chimeneas, que ventean el biogás de las chimeneas, tengan en cuenta los siguientes peligros que pueden ocurrir:

“Riesgos de Asfixia: La producción de biogás crea una presión al interior del relleno, lo que significa que el gas saldría por todos los lados por donde puede salir fácilmente. Eso significa que todas las canalizaciones, pozos, excavaciones, fracturas en el terreno, pueden ser llenados de biogás y presentar una ausencia total de oxígeno. Es muy importante controlar la presencia de oxígeno antes de bajar en cualquier pozo o excavación existente en el relleno sanitario.”  
(Mocayo Gabriel, p. 226)

“Riesgos de Explosión: la mezcla del biogás con el oxígeno del aire atmosférico puede crear, en lugares cerrados, un sistema explosivo. Esto pasa rara vez, pero puede suceder sobre todo en zonas encerradas (construcciones, pozos). El riesgo es más importante donde hay fuego abierto.” (Moncayo, p. 226)

“Riesgos de Fuegos: El gas metano tiene un alto poder calorífico. En caso de fuego accidental tiene que ser apagado con tierra o material pesado y no con agua, la cual aumenta la producción de biogás. .” (Moncayo, p. 226)

“Riesgos Tóxicos: Los gases que acompañan el biogás pueden tener una toxicidad alta (H<sub>2</sub>S, etc.). Por eso es peligroso acercarse o trabajar cerca de las chimeneas de venteo sin protección.” (Moncayo, p. 226)

### **3.7 Propuesta para Mejorar el Riesgo en el Relleno Sanitario**

Las Medidas de Mitigación, (cuadro No. 5), para minimizar los principales riesgos encontrados en el análisis para garantizar la integridad de los trabajadores, la comunidad y el medio ambiente.

**Cuadro No. 5. Mitigación de Riesgos**

No.	MEDIDAS DE MITIGACION
1	Cubrir el suelo con geomembrana, para controlar completamente la infiltración superficial
2	Mejoras en las chimeneas, colocación de chimeneas y cobertura diaria de los desechos compactados
3	Línea de control topográfico de los taludes y cobertura con geomembrana o de arcilla compactada
4	Control de líquidos percolados mediante instalación de geomembrana o arcilla compactada
5	Cubrir el relleno con material de cobertura y puesta en marcha del sistema de tratamiento de líquidos percolados.
6	Tratamiento, y control del lixiviado
7	Cerrar el área de relleno y protección de bombas; Control de deslizamiento y derrame de lixiviados.
8	Utilización de tuberías apropiadas y puesta en marcha de un sistema de seguimiento
9	Suministro de una planta de generación de emergencia y de bombas adicionales.
10	Cubrir el relleno, control de líquidos percolados.
11	Cerrar el área de tratamiento de lixiviados, diseño de escaleras para facilitar la salida y utilizar equipos de emergencia
12	Utilizar un doble sistema de compuertas.
13	Fumigación periódica, cobertura de los desechos al final de cada jornada
14	Mantenimiento de cerco perimétrico y pantallas de amortiguamiento
15	Dotar equipo de protección a trabajadores y mantenimiento de equipos de re circulación de lixiviados
16	Contar con personal de apoyo, dialogo y consenso con los trabajadores

Fuente: Riesgos y Vulnerabilidades del Relleno Sanitario del Cusco, p. 358  
 Realizó: Rodrigo Acosta

### 3.8 Plan de manejo ambiental

En el Plan de Manejo Ambiental (PMA) se consideran las pautas para el manejo del Relleno Sanitario de Ambato, orientando las actividades, estableciendo las medidas preventivas / correctivas durante la etapa de construcción y operación, para cumplir así con el principio de sustentabilidad del proyecto.

Los Objetivos del Plan según (Mocayo, Gabriel, p.197)

- Establecer y recomendar medidas de protección, prevención, atenuación, restauración y compensación de los efectos perjudiciales o dañinos sobre los componentes ambientales, que pudieran resultar de las actividades de construcción, operación y cierre del Relleno Sanitario.
- Establecer y recomendar medidas y acciones para optimizar los impactos positivos que pudieran resultar de las actividades de construcción, operación y cierre del Relleno Sanitario.
- Estructurar acciones para afrontar situaciones de riesgo y accidentes durante la operación del Relleno Sanitario.

Las medidas preventivas más importantes a adoptarse según (Mocayo, Gabriel. P200) serán las siguientes:

- Realizar un control estricto de las operaciones de mantenimiento de los equipos (cambio de aceite), lavado de maquinaria y recarga de combustible, impidiendo que se realice en cualquier lugar; asimismo, quedará estrictamente prohibido cualquier tipo de vertido líquido o sólido a la quebrada Chasinato.
- El mantenimiento de la maquinaria y la recarga de combustible, se realizará solamente en el área seleccionada y asignada para tal fin, el cambio de aceite y la recarga de combustible del equipo liviano se harán en las gasolineras o lubricadoras cercanas.
- Todos los trabajadores asignados a la labor de campo deberán someterse a un examen médico pre-ocupacional antes y al final de las obras, el que incluirán análisis de laboratorio.
- Durante la etapa de construcción se colocará en los lugares de trabajo y en lugares visibles afiches alusivos a costumbres higiénicas (lavado de manos, disposición de residuos, etc.).
- Se realizarán charlas de seguridad a los trabajadores involucrados en la construcción y operación del RS.
- Difundir, reglas de seguridad, a los conductores de vehículos, por ejemplo manejo a la defensiva, respete las normas de tránsito, etc.

- El contratista deberá cumplir con todas las disposiciones sobre salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes emanadas del Ministerio de Trabajo.
- Para cumplir las disposiciones relacionadas con la salud ocupacional y la seguridad industrial así como la prevención de accidentes en las obras, el contratista por medio del profesional ambiental presentará a la EPM-GIDSA un plan específico sobre el tema. A partir de este plan, deberá implementar las políticas necesarias y obligar a todo su personal a conocerlas, mantenerlas y respetarlas.
- El contratista impondrá a sus empleados, subcontratistas, proveedores y agentes relacionados con la ejecución del contrato, el cumplimiento de todas las condiciones relativas a salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes y les exigirá su cumplimiento.
- Cada vez que el supervisor lo requiera, el contratista deberá revisar y ajustar el programa de salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes. Se podrán suspender las obras si el contratista incumple los requisitos de salud ocupacional o no atiende las instrucciones que la supervisión por parte de la EPM-GIDSA hiciera al respecto.

### 3.9 Propuesta para programa 3R

Tal como se indicó en el capítulo anterior, que el crecimiento de la producción de desechos sólidos que presenta la ciudad de Ambato va en aumento y va en relación al crecimiento de la población urbana y rural, según la Auditoría Ambiental (Mocayo, Gabriel, p. 232) de se recomienda la implementación del siguiente plan denominado 3R (reducir, reutilizar, reciclar) para disminuir la producción de desechos en la ciudad de Ambato.

- Reducir - Evitar todo aquello que de una u otra forma genera un desperdicio innecesario.
- Reutilizar - La máxima utilidad a los objetos sin la necesidad de destruirlos o deshacerse de ellos.
- Reciclar - Utilizar los mismos materiales una y otra vez, reintegrarlos a otro proceso natural o industrial para hacer el mismo o nuevos productos, utilizando menos recursos naturales.

“Según estadísticas de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), enfrentará en los próximos años problemas económicos, ambientales y sociales crecientes para procesar las 450.000 toneladas diarias de basura que producen sus ciudades. En total son 164 millones de toneladas que anualmente deben ser eliminadas o recicladas. La cifra subirá a 200 millones de toneladas en 2020, según proyecciones demográficas de la Cepal, un organismo de las Naciones Unidas con sede en Santiago de Chile.” (Mocayo Gabriel, p. 232)

“Brasil deberá resolver a 2010 cómo gestionar la eliminación o reciclaje de 62 millones de toneladas. Lo siguen México (32 millones), Ecuador (13 millones), Venezuela (9 millones), Perú (8 millones), Chile (5 millones) y Ecuador (3 millones), entre otros países. Actualmente, cada habitante urbano de la región genera un promedio de un kilogramo de residuos sólidos al día, aunque en ciudades como Buenos Aires, México DF y Sao Paulo ese índice llegó en años recientes a casi 1,5 kilogramos diarios per cápita. (Mocayo, p. 232)

“Para la reducción en origen se deberá contar en primer lugar con el apoyo legal para la exigencia de medidas inmediatas que no requieren modificaciones de proceso ni cambios importantes en los hogares, las empresas, el comercio y la industria.” (Mocayo Gabriel, p. 233)

Entre estas pueden estar:

- Obligación de segregar en origen los residuos y efectuar una recogida selectiva de los distintos tipos, tanto residuos de proceso, como envases y residuos de envases.
- Prohibición de aceptar los residuos mezclados por parte de las instalaciones de eliminación. En la actualidad los RS aceptan el vertido de residuos de distintos tipos mezclados, lo que no estimula al industrial a su separación en origen.
- Obligación de presentar, por parte de determinadas industrias, un plan de reducción de residuos y de seguimiento de las acciones establecidas en el plan.
- Fomento de la realización de auditorías ambientales e implantación de sistemas de gestión medioambiental.

- Preparación en los focos de contaminación visibles, como en los mercados, de inspectores ambientales que hagan cumplir las disposiciones legales.
- Preparación de una Ordenanza Municipal para los mercados para regular la disposición de desechos y basuras.

“El reciclaje y rehúso máxima de los recursos contenidos en los residuos constituye la segunda prioridad de este programa. Las propuestas del programa en materia de reciclaje son: “(Mocayo, p. 233)

- Valorización de los residuos de envases y embalajes, haciendo efectiva la obligación de los industriales de entregarlos en condiciones adecuadas de separación por materiales a un recuperador, que deberá estar autorizado.
- Aprovechamiento de residuos de papeleras, plásticos, solos o con otros residuos industriales o urbanos, para la fabricación de un combustible con un poder calorífico suficiente que permita su utilización en sustitución de combustibles sólidos.
- Aprovechamiento de residuos de la industria agroalimentaria, de restaurantes y de los mercados e integrándolos en los flujos generales de materia orgánica residual.
- Formación de Pymes de reciclaje en los mercados y capacitación.

Referente al reciclaje, la EPM-GIDSA debería considerar la construcción de un sistema de reciclaje en los predios del Relleno Sanitario. Esta es una medida aceptable y bien vista ya que, se obtendrá una disminución considerable de los desechos orgánicos estimada en más de 140 toneladas/día (EPM-GIDSA-2013). Esta actividad de reciclaje puede alargar la vida útil del Relleno Sanitario.

## Capítulo 4

### 4.1 Análisis de Laboratorio

Según la Auditoría Ambiental del Relleno Sanitario de Ambato Mocado, p. 233)

cuadro No. 6, y 7:

“Para el respectivo análisis, y determinar el contenido de contaminantes. Se establecieron los parámetros físicos- químicos necesarios para poder emitir un criterio técnico sobre el grado de contaminación. Los parámetros analizados y los respectivos resultados se presentan a continuación. Las muestras de suelo y de los lixiviados fueron analizadas para determinar el contenido de contaminantes. Se determinaron los parámetros físico-químicos necesarios para poder emitir un criterio técnico sobre el grado de contaminación”.

**Cuadro No. 6 Resultados Análisis Físicos Químicos de Suelos**

Resultados del análisis físico - químico de suelos (julio 2007)				
Parámetro	Unidad	Muestra suelo 1	Muestra suelo 2	Muestra suelo 3
PH	(mg/kg)	6.57	7.92	7.23
Aceites y grasas	(mg/kg)	1055.75	<100	603.73
Nitrógeno total	(mg/kg)	100,59	36,30	142,94
Plomo	(mg/kg)	16.41	11.58	6.16
Cromo	(mg/kg)	193.07	29.34	30.69
Zinc	(mg/kg)	150.05	96.94	105.58
Cobre	(mg/kg)	175.02	75.48	82.90
Arsénico	(ug/kg) *	0.83	0.89	1.66
Cadmio	(mg/kg)	125.02	137.45	149.64
Aluminio	(mg/kg)	135.25	98.25	147.12
* microgramos				

Fuente: Auditoria Ambiental Relleno Sanitario Ambato

Realizó: Rodrigo Acosta

**Cuadro No. 7 Resultados Análisis Físicos Químicos de Lixiviados**

Análisis físico - químico lixiviados (julio 2007)		
Parámetro	Unidad	valor
Aspecto	Turbio	
Olor	Fétido	
PH		8.53
Aceites y grasas	(mg/l)	3.05
DBO5	(mg/l)	2784
DOO	(mg/l)	6630
Fenoles	(mg/l)	0.047
Oxígeno disuelto	(mg/l)	0.00
Sulfatos	(mg/l)	20
Nitrógeno total	(mg/l)	63.57
Plomo	(mg/l)	<0.09
Cromo	(mg/l)	0.08
Zinc	(mg/l)	0.035
Cobre	(mg/l)	0.003
Arsénico	(ug/ke) *	0.303
* microgramos		

Fuente: Auditoria Ambiental Relleno Sanitario Ambato  
Realizó: Rodrigo Acosta

En los cuadro 8, 9 y 10, se determina los resultados de los análisis físicos químicos de los lixiviados, en diferentes periodos.

**Cuadro No. 8 Resultados análisis físicos químicos de lixiviados**

Análisis físico - químico lixiviados (junio 2012)		
Parámetro	Unidad	valor
Aceites y grasas	Mg/l	1.8
Cadmio	Mg/l	0.16
Cinc	(mg/l)	< 0.10
Cromo total	(mg/l)	14.10
Fenoles	(mg/l)	0.135
DOO	(mgO2/l)	4.871
DBO5	(mgO2/l)	1.654
Nitrogeno Total	(mgO2/l)	14
PH	(mg/l)	8.6
Sólidos sedimentables	(mg/l)	0.4
Sólidos suspendidos	(mg/l)	12.40

Fuente: EPM-GIDSA, 2012  
Realizó: Rodrigo Acosta

**Cuadro No. 9. Resultados análisis físicos químicos de lixiviados (después del Tratamiento)**

Análisis físico - químico lixiviados (enero 2013)		
Parámetro	Unidad	valor
DOO	(mg/l)	5.040
DBO5	(mg/l)	1.785
Fosforo total	(mgO2/l)	20.3
Plomo	(mg/l)	< 0.1

Fuente: EPM-GIDSA, 2013

Realizó: Rodrigo Acosta

**Cuadro No.10. Resultados de análisis físicos químicos de lixiviados**

Análisis físicos -químicos, lixiviados, (Agosto,2012)				CUMPLIMIENTO DE LA NORMA (TULAS, Libro VI, Anexo 1, Tabla 3)				
Parámetro	Unidad	Entrada a la Planta	Salida de la Planta	Limite permisible	C	NC+	NC-	O
Aceites y grasas	Mg/l	2,0	1.8	0.3			X	
Cadmio	Mg/l	0.30	0.16	0.02			X	
Cinc	(mg/l)	1.14	<0.10	5	X			
Cromo total	(mg/l)	13.6	14.10	0.5			X	
Fenoles	(mg/l)	0.105	0.135	0.2	X			
DOO	(mgO2/l)	5.111	4871	250			X	
DBO5	(mgO2/l)	1834	1654	100			X	
Nitrogeno Total	(mgO2/l)	161	14	15	X			
PH	(mg/l)	8.4	8.6	5-9	X			
Sólidos sedimentables	(mg/l)	1.5	0.4	1	X			
Sólidos suspendidos	(mg/l)	1795	1240	100			X	

Fuente: Auditoría Ambiental de Cumplimiento, Relleno sanitario Ambato, 2012

Realizó: Rodrigo Acosta

**Muestreo de Emisiones**

En los cuadros No. 11 y 12 se determina el análisis de gases de chimeneas

**Cuadro No. 11. Resultado de análisis de gases de chimeneas**

Análisis de gases de chimeneas (junio 2012)					
Parámetro	Método Norma	Unida	Chimenea 1	Chimenea 6	Chimenea8
Metano	Cromatografía de gases	%	0.033	0.243	0.718
CO	PEE/LAB/CESSTA/114 Celdas Electroquímicas	ppm	0	0	0
CO2	PEE/LAB/CESSTA/114 Celdas Electroquímicas	%	0.20	0.35	0.42

Fuente: EPM-GIDSA, 2012

Realizó: Rodrigo Acosta

**Cuadro No. 12 Resultado de análisis de gases de chimeneas**

Chimenea	H2S [ppm]	CH4 [% Vol]	CO [ppm]	O <sub>2</sub> [%vol]
1	0	0	0	20.9
2	0	0	0	20.9
3	0	0	0	20.9
4	0.02	1.13	0	20.9
5	3.8	3.33	0	20.9
6	15.5	>5.0	33	18.6
7	15.5	>5.0	37	18.6
8	21.2	>5.0	46	18.4
9	0	0	0	20.9

Fuente: Auditoria Ambiental de Cumplimiento, Relleno Sanitario Ambato, 2012  
Realizó: Rodrigo Acosta

## 4.2 Interpretación de resultados

### 4.2.1 Muestra de suelos

“Los análisis de laboratorio para determinar los contaminantes en el suelo muestran un alto grado de contaminación ocasionado por el vertido de los desechos en el suelo sin la protección de geomembrana. Los metales pesados contenidos en el suelo no son biodegradables y permanecen varios años en el subsuelo. Estos son arrastrados por las aguas lluvia y por infiltración en el suelo [...]” (Moncayo Gabriel, p.155).

“Los resultados de este análisis muestran valores típicos de la contaminación correspondiente a lixiviados. Para efectos comparativos se incluye los análisis de los lixiviados realizados en el año 2005 durante la realización de los diseños detallados de la planta de lixiviados. Los valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de las muestras realizadas durante el año 2005 son bastante más elevados que los valores actuales. Esto demuestra que actualmente hay una menor degradación de los desechos. Esto es un fenómeno normal ya que, al inicio de la disposición de los desechos hay productos que se degradan rápidamente como los orgánicos y, después la degradación se va desacelerando. Por lo tanto es un indicador de un buen funcionamiento del proceso anaeróbico al interior del relleno sanitario [...]” (Moncayo, p.155).

#### **4.2.2 Muestra de lixiviados**

Los resultados de este análisis muestran valores típicos de la contaminación correspondiente a lixiviados. Para efectos comparativos se incluye los análisis de los lixiviados realizados en el año 2005.

Los valores de DQO, DBO de las muestras realizadas durante el año 2005 son bastante más elevados que los valores actuales. Esto demuestra que actualmente hay una menor degradación de los desechos.” (Moncayo Gabriel, p.155)

“[...] Esto es un fenómeno normal ya que, al inicio de la disposición de los desechos hay productos que se degradan rápidamente como los orgánicos y después la degradación se va desacelerando. Por lo tanto es un indicador de un buen funcionamiento del proceso anaeróbico al interior del relleno sanitario [...]” (Moncayo Gabriel, p.155)

La reducción del contaminante se lo ha reducido a un 10% en comparación a los datos del año 2008; sin embargo esta cantidad no es suficiente para alcanzar la norma. El lixiviado que se desprende del relleno es una mezcla de lixiviados jóvenes y viejos con una alta tendencia al envejecimiento..

#### **4.2.3 Contaminantes tóxicos**

En estos se puede encontrar contaminantes resultantes de la infiltración de materiales industriales como: Aceites y grasas, Fenoles, Cadmio, Zinc, Cromo Total.

Muchos de estos contaminantes son considerados como metales pesados, por su alta capacidad contaminante y tóxica. Se debe aclarar que estos contaminantes infiltrados del relleno sanitario, actualmente son tratados en un proceso físico químico de coagulación floculación que los separa del estado líquido al sólido. Una vez que están separados por decantación, son extraídos del efluente y dispuestos en una celda de seguridad.

Por la capacidad de contaminación de muchos de estos contaminantes, es posible, que de no existir una dilución en los cuerpos de agua, puedan existir riesgos de enfermedades. Por lo que, es necesario prohibir el uso del agua en la que se haya evacuado el lixiviado. La prohibición será tanto para consumo humano como para riego, ya que algunos de los contaminantes son persistentes y se fijan en la cadena trófica vegetal y animal.

#### **4.2.4 Carga Orgánica**

“Este es un parámetro que mide la presencia de energía en los residuos, los cuales atraen a bacterias, hongos, animales y cualquier ser vivo que pueda asimilarla. Para la medida de este parámetro de contaminación se utiliza la Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) y la Demanda Química de oxígeno (DQO)”. (Moncayo Gabriel, p.157)

“El parámetro de  $DBO_5$  es el más importante en la descontaminación de un lixiviado, y la medición de la  $DBO_5$  se representa en una curva de consumo de oxígeno que suele ser al principio débil y después se eleva rápidamente hasta un máximo sostenido, bajo la acción de la fase logarítmica de crecimiento de los microorganismos [...] (Moncayo Gabriel, p.157)

En el Relleno Sanitario de Ambato se encontraron valores de DQO al inicio del sistema de 6630 mg/l y a la salida de 4.871 mg/l, lo que significaría una reducción del 25%. La eliminación del lixiviado con esta carga orgánica significa un riesgo por la proliferación de vectores en las cercanías de la cuenca del cuerpo de agua que lo contenga. Adicionalmente la carga orgánica representa un factor para la proliferación de organismos que causan malos olores y la transmisión de enfermedades.

#### **4.2.5 Muestra de Gases**

A continuación detallamos un análisis de los resultados de los gases, de los cuadros No.12 y 13

Chimenea 1

Este parámetro da como resultado un 0,033% de Metano lo que no representa riesgo de explosividad en la zona cercana a esta chimenea. Con estos valores no existe tampoco

riesgo de fuego pasivo sostenido. Los valores de CO (Monóxido de carbono) son nulos, por lo que, se sabe que no existe combustión incompleta e irregular en la zona. El valor de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) es de un 0,2 % que es menor a la mitad de la tasa promedio de este residuo en la atmósfera (0,4%).

#### Chimenea 6

Este parámetro da como resultado un 0,243% de Metano lo que no representa riesgo de explosividad en la zona cercana a esta chimenea. Con estos valores no existe tampoco riesgo de fuego pasivo sostenido, sin embargo, es notorio que al existir una baja dispersión del aire en la zona causada por una ausencia de viento en meses de febrero y marzo podría existir una acumulación que no sería causa de explosividad, pero si de una quema de la superficie del relleno de forma bajamente sostenida.

Los valores de CO (Monóxido de carbono) son nulos, por lo que se sabe que no existe combustión incompleta e irregular en la zona. El valor de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) es de un 0,35 %, que es menor a la tasa promedio de este residuo en la atmósfera (0,4%), pero que representa una menor dispersión del aire en esta zona.

#### Chimenea 8

Este parámetro da como resultado un 0,718% de Metano lo que no representa riesgo de explosividad en la zona cercana a esta chimenea ya que es un valor menor al 5%. Pero con estos valores existe una posibilidad de quema sostenida de la capa de cobertura del relleno de poseer suficiente comburente para avivar y combustible para sostener un incendio prolongado. Cabe notar que los residuos en los que está asentada esta chimenea han pasado la etapa de acidificación y se encuentran en estado de metanificación.

Los valores de CO (Monóxido de carbono) son nulos, por lo que, se sabe que no existe combustión incompleta e irregular en la zona. El valor de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) es de

un 0,42 %, que no representa ningún riesgo para la salud, pero si indica que es un aporte a los gases de efecto invernadero y que además no existe una dispersión del aire en esta zona.

Del cuadro No. 12, se indica que “La concentración de Sulfuro de Hidrógeno [H<sub>2</sub>S], se encuentra en el rango de 0.02 y 21.2 [ppm]. Según la normativa internacional, la exposición continua a la inhalación de este gas en las concentraciones determinadas en el Relleno Sanitario de Ambato, puede provocar las siguientes afectaciones en el hombre:

- Detección del olor (desarrolla alguna tolerancia).
- Irritación de los ojos y respiratoria, parálisis olfatoria.

El gas Metano [CH<sub>4</sub>], considerado como un compuesto altamente inflamable, se encuentran en concentraciones de 1.13 a mayor de 5 [% vol] en el Relleno Sanitario de Ambato. Considerando que de acuerdo al Valor Límite Tolerable (TLV) de las normativas internacionales, el límite de explosividad del Metano se encuentra entre el 5 - 15 [% vol], cada radio de acción de las chimeneas del relleno son altamente inflamables y en dosis de exposición prolongadas pueden resultar con efecto letal sobre los operadores.” (Jiménez Johnny, p.34)

Carl Wilhelm Scheele, farmacéutico y químico sueco, en su libro “Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer” (Tratado Químico del Aire y del Fuego), publicado en 1777 establece la siguiente composición atmosférica:

- 78 % de Nitrógeno [N<sub>2</sub>]
- 21 % de Oxígeno [O<sub>2</sub>] y,
- 1 % de Otros gases.

## Capítulo 5

### 5.1 Conclusiones

- Los conocimientos adquiridos en la Especialización de Gestión de Riesgos y Desastres, me permite asumir una visión diferente que afrontan en el Manejo del Relleno Sanitario de la ciudad de Ambato, sobre la gestión de riesgos que tiene que ser implementada con el personal que labora en los diferentes áreas de trabajo.
- La responsabilidad con la que ha venido trabajando el Ilustre Municipio de Ambato y actualmente la EPM-GIDSA, en la disposición final de los desechos, generados en la ciudad de Ambato, tanto en la parte administrativa, técnica, legal y económica, cumpliendo en mejorar los parámetros establecidos, especialmente en los riesgos para el personal que trabaja en el relleno sanitario.
- El personal que trabaja en la celda diaria tiene equipos de protección.
- No se constató la presencia de vectores en el relleno sanitario.
- No se registra infiltraciones o fugas de líquido percolado en las plataformas del relleno sanitario.
- El Lixiviado que llega a la Planta de Tratamiento de Lixiviados del Relleno Sanitario de Ambato contiene parámetros de calidad que se encuentran fuera de los límites permisibles por la ley.
- Constantemente se humedece el terreno tanto en la conformación de las celdas así como también en las vías internas del relleno sanitario; esto con objeto de disminuir el material particulado en el ambiente.
- Se observa una buena disposición de las chimeneas a lo largo de las celdas de residuos.
- No existe un Plan de Contingencias ni de Emergencias, en caso de que existiera un desastre natural o antrópico.

- No existe control para el personal que labora en el relleno sanitario frente a la exposición de emisión de gases generados en las chimeneas, puede irritar la nariz, la garganta, ojos y los pulmones, puede provocar también náusea, vómito, mareo y dolor de cabeza.
- El Relleno Sanitario de Ambato, no cuenta con medidas de prevención que permitan controlar o minimizar los riesgos y reducir los accidentes de trabajo.
- Los problemas más usuales a atender por la salud ocupacional son causados por accidentes laborales, enfermedades causadas por la exposición a sustancias antihigiénicas y el estrés causado por el trabajo o por las relaciones profesionales.

## 5.2 Recomendaciones

- Para hacer frente a las amenazas naturales o antrópicas y que puedan poner en riesgo la integridad del personal en relleno, se recomienda elaborar un plan de evacuación del personal y mantener siempre activado el sistema de alarma para todas las instalaciones.
- Implementar un sistema de Salud Ocupacional durante los trabajos, ya que se busca proteger y mejorar la salud física, mental y social de los trabajadores en sus puestos, repercutiendo positivamente en el desarrollo de la actividad.
- Para evitar los derrumbes o deslizamientos, en el diseño del relleno se debe considerar pendientes máximas de 1:3, lo que garantiza un alto nivel de seguridad.
- Se debería implementar un programa de Contingencias en caso de Emergencias. Los trabajadores deberían estar entrenados para actuar de inmediato ante situaciones de emergencia.
- Se debería erradicar la presencia de personas recicladoras del relleno sanitario.
- Se debe evaluar el riesgo de contaminación en las diferentes plataformas del relleno sanitario, por medio de ensayos de resistividad eléctrica.

- El Municipio de Ambato y la EPM-GIDSA, deben promover proyectos y programas de separación y aprovechamiento de los residuos sólidos generados en la ciudad.
- Los Lixiviados que genera el relleno sanitario hacia el cuerpo receptor, deberían cumplir los parámetros establecidos por la legislación correspondiente.
- Se debe reforestar el área perimetral.

## GLOSARIO

1. **Desechos sólidos** (Residuos sólidos): Conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico (putrescible o no) que no tienen utilidad práctica para la actividad que lo produce, siendo procedente de las actividades domésticas, comerciales, industriales y de todo tipo que se produzcan en una comunidad, con excepción de las excretas humanas.
2. **Manejo**: almacenamiento, recolección, transferencia, transporte, tratamiento o procesamiento, reciclaje, reutilización y aprovechamiento, disposición final.
3. **Manejo de desechos sólidos**: toda actividad técnica operativa para residuos sólidos que involucre manipulación, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico-operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final.
4. **Almacenamiento**: toda operación conducente al depósito transitorio de los desechos sólidos, en condiciones que aseguren la protección al medio ambiente y a la salud humana. Acumulación de los desechos sólidos en lugares de generación de los mismos o en lugares aledaños a estos, donde se mantienen hasta posterior recolección.
5. **Segregación**: proceso de selección o separación de un tipo de desecho específico con el objetivo de clasificar por categoría al residual sólido.
6. **Tratamiento**: conjunto de proceso y operaciones mediante los cuales se modifican las características físicas, químicas y microbiológicas de los residuos sólidos, con la finalidad de reducir su volumen y las afectaciones para la salud del hombre, los animales y la contaminación del medio ambiente.

7. **Contenedor:** recipiente en el que se depositan los desechos sólidos para su almacenamiento temporal o para su transporte.
8. **Disposición final:** acción de ubicación final de los desechos sólidos. Proceso final de la manipulación y de la eliminación de los desechos sólidos.
9. **Minimización:** Acción para reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora.
10. **Operador:** Persona natural que realiza cualquiera de las operaciones o procesos que componen el manejo de los residuos sólidos, según su naturaleza.
11. **Reciclaje:** Toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines.
12. **Relleno Sanitario:** Instalación destinada a la disposición sanitaria y segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.
13. **Amenaza:** Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.
14. **Emergencia:** Perturbación (o su inminencia). Con potencial para afectar el funcionamiento de una comunidad o sociedad ( en términos de vidas humanas, salud, bienes o medio ambiente) que puede ser manejada a partir de las capacidades disponibles en ellas, con prescindencia de que se deba a un accidente, a la naturaleza o a la actividad humana, o de que se produzca repentinamente o como resultados de procesos a largo plazo.
15. **Evaluación de Riesgo:** Metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidades que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la

población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen.

16. **Grado de Exposición:** Medida en que la población, las propiedades, los sistemas u otros elementos pueden alcanzados por las amenazas presentes en una zona.
17. **Mitigación:** Disminución o limitación de los impactos de los eventos adversos
18. **Prevención:** Evasión absoluta de la posibilidad que determinadas amenazas afecten a un determinado sistema.
19. **Riesgo:** Combinación de la probabilidad que se produzca un evento y sus consecuencias negativas.
20. **Vulnerabilidad:** Características y circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza.
21. **Relleno sanitario mecanizado:** Es aquel en que se requiere de equipo pesado que labore permanentemente en el sitio y de esta forma realizar todas las actividades señaladas en el relleno sanitario manual, así como de estrictos mecanismos de control y vigilancia de su funcionamiento.
22. **Reciclaje:** Es un proceso mediante el cual ciertos materiales de los desechos sólidos se separan, recogen, clasifican y almacenan para reincorporarlo como materia prima al ciclo productivo.
23. **Botadero de desechos:** Es el sitio o vertedero, sin preparación previa, donde se depositan los desechos, en el que no existen técnicas de manejo adecuadas y en el que no se ejerce un control y representa riesgos para la salud humana y el medio ambiente.
24. **Botadero de desechos:** Es el sitio o vertedero, sin preparación previa, donde se depositan los desechos, en el que no existen técnicas de manejo adecuadas y en el que no se ejerce un control y representa riesgos para la salud humana y el medio ambiente.
25. **Contaminación por desechos sólidos:** la degradación de la calidad natural del medio ambiente, como resultado directo o indirecto de la presencia o la gestión y la disposición final inadecuadas de los desechos sólidos.

26. **Lixiviado:** Líquido que se ha filtrado o percolado, a través de los residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales líquidos densos potencialmente dañinos.
27. **Vida Útil:** Período desde el inicio de operación del relleno hasta su clausura.

## BIBLIOGRAFIA

- Jaramillo, Jorge. Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales, Washington , D.C. 1991.
- Sakural, K. Disposición final de residuos sólidos. CEPIS. Lima, Perú, 1980.
- Corbbit, Robert A. *Manual de Referencia de la Ingeniería Ambiental*. España, McGrawHill. 2003. 1037 p. ISBN: 84-481-3596-2.
- Comisión Económica para América Latina. (CEPAL).
- Dossier. *Cambio Climático*. Mundo científico, Barcelona, España, No. 236, 2002, pp. 32-63.
- Plan de Ordenamiento Territorial para Ambato, 2020.
- Moncayo Romero, Gabriel. Auditoría Ambiental Inicial del Relleno Sanitario. Ambato. 2007, 264 p.
- Narváez, César. Estudio de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario de la Ciudad de Ambato, 2003.
- Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos. Ambato, 2013
- Duque, Carlos. Aprovechamiento de Biogás. 2013.
- Orcosupa Rivera, Javier. Riesgo y Vulnerabilidades del Relleno Sanitario del Cusco. Cap. XII .
- Operación de Rellenos Sanitarios. Curso Internacional de Rellenos Sanitarios. 17 –21 Marzo 1997. Argentina • Ref 4: Manual de Operación y Mantenimiento.
- Pulido, María. Identificación y Evaluación de Riesgos Relleno Sanitario Terrazas del Porvenir. Municipio de Sogamoso. Boyacá, Colombia, 2013.
- Demarco. Plan de Prevención de Riesgos Ambientales y Plan de Contingencias.
- Presidencia de la República del Ecuador. *Norma De Calidad Ambiental Para El Manejo Y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos*. Tulas, Libro VI Anexo 6.

- Jiménez, Johnny. Auditoría Ambiental de Cumplimiento del relleno Sanitario del Cantón Ambato. 2013.
- CETESB. Recuperación de gas metano de relleno sanitario. Módulo Programa Regional OPS/EHIP/CEPIS de Mejoramiento de los Servicios de Aseo Urbano. Ciclo: Aspectos Técnicos del Servicio de Aseo. Noviembre 1982.
- Haddad, José. Módulo de disposición final de residuos sólidos. CEPIS/HPE/OPS. Lima, Perú. 1981.
- Orozco, A. Desechos sólidos. Una aproximación racional para su recolección, transporte y disposición. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 1980.