

AUDITORÍA AMBIENTAL DEL RELLENO SANITARIO DE LA ZONA 3

Facultad de
Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala



DISEÑO DE FOTOGRAFÍA: RODRIGO DE LEÓN BARILLAS

ARQ. JUDITH BARILLAS VÁSQUEZ

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE POSGRADOS**

**AUDITORÍA DEL RELLENO
SANITARIO DE LA ZONA 3
(Tesis)**

Presentada a la Junta Directiva de la Facultad

Por:

Arq. Judith Barillas Vásquez

Al conferírsele el Título de

**MAGISTER SCIENTIFICAE/MAESTRO EN CIENCIAS CON LA
ESPECIALIZACIÓN EN**

DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL

"El autor es responsable de las doctrinas sustentadas, originalidad y contenidos del proyecto de graduación, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos"

Guatemala Agosto 2015

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

Decano: Msc. Arq. Byron Alfredo Rabe Rendón

Vocal I: Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea

Vocal II: Arq. Edgar Armando López Pazos

Vocal III: Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras

Vocal IV: Br. Héctor Adrián Ponce Ayala

Vocal V: Br. Luis Fernando Herrera Lara

Secretario: Msc. Arq. Publio Rodríguez Lobos

TRIBUNAL EXAMINADOR

Decano Msc. Arq. Byron Rabe Rendón

Secretario Msc. Arq. Publio Rodríguez Lobos

Examinador Msc. Arq. Dafné Acevedo

Examinador Msc. Arq. Susana Palma de Cuevas

Examinador Msc. Arq. Rodolfo Godínez Orantes

Asesor: Msc. Arq. Rodolfo Godínez Orantes

ACTO QUE DEDICO:

A MI PADRE CELESTIAL

Por restituir los años que comió la oruga, la langosta, el pulgón, y el revoltón. Joel 2:25

A MI ESPOSO

José Antonio De León Ávila, por su apoyo incondicional en todo tiempo.

A MIS HIJOS

María Fernanda, José Antonio, Rodrigo, y Jacobo.

A MIS NIETOS

María Inés, Rodrigo y Tessa

A MIS HIJAS POLÍTICAS

Karla, Jacqueline y Jennifer

AGRADECIMIENTOS:

A Dios, fuente inagotable de sabiduría.

Por su colaboración agradezco a:

- Lic. Daniel Ponce, Alcalde auxiliar de la zona 3.
- Lic. Alejandro Burgos, encargado del Relleno Sanitario de la Zona 3.
- Dra. Lucrecia Romero, voluntaria del dispensario del Relleno Sanitario de la Zona 3.
- Candelaria Alvarado, enfermera de planta del Relleno Sanitario de la zona 3
- A muchísimas personas más, sin las cuales no se hubiera podido realizar este trabajo.
- A usted que se está tomando el tiempo para leer el documento.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	10
2.1 CRONOLOGÍA	10
2.2 HISTORIA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN GUATEMALA	13
3. ANTECEDENTES DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL	17
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
5. JUSTIFICACIÓN	22
6. DELIMITACIÓN	26
6.1 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA	29
6.2 DELIMITACIÓN TEMÁTICA	30
6.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL	30
6.4 LÍMITES Y ALCANCES DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL	31
6.4.1 ÁMBITO GEOGRÁFICO	31
6.4.2 ÁMBITO TEMÁTICO	31
6.4.3 ÁMBITO PERSONAL	31
6.4.4 ÁMMBITO INSTITUCIONAL	31
6.4.5 ÁMBITO DE CUMPLIMIENTO	32
7. MARCO METODOLÓGICO	32
7.1 OBJETIVOS DEL TRABAJO	32
7.1.1 OBJETIVO GENERAL	32
7.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
7.1.3 METODOLOGÍA A UTILIZAR	32
8. MARCO TEÓRICO	36
8.1 PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DE UN RELLENO SANITARIO	39
9. CASOS ANÁLOGOS	43
9.1 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN LA CIUDAD DE LOS ÁNGELES, USA	43

9.2 MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN ALEMANIA: RELLENO SANITARIO DEPONIE IHLENBERG	48
10. MARCO LEGAL	50
11. MARCO DE REFERENCIA	52
a. CARACTERÍSTICA SOCIAL	52
b. CARACTERÍSTICA AMBIENTAL	57
CAPÍTULO I	63
AUDITORÍA DE LOS SUELOS	63
CAPÍTULO II	65
AUDITORÍA DE LOS DEECHOS SÓLIDOS	65
CAPÍTULO III	74
AUDITORÍA A LOS DESECHOS LÍQUIDOS	74
3.1 PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA	76
3.2 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	78
3.3 RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL	79
3.4 RESULTADOS DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	80
3.5 RESULTADOS DEL AGUA ENTUBADA	84
CAPÍTULO IV	85
AUDITORÍA DE PROCESOS EN EL MANEJO DE DESECHOS	85
CAPÍTULO V	90
AUDITORIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	90
CAPÍTULO VI	101
AUDITORÍA A LA SALUD HUMANA	101
CAPÍTULO VII	106
AUDITORÍA SOCIAL Y LABORAL	106
CAPÍTULO VIII	110

AUDITORÍA AL RIESGO Y LA VULNERABILIDAD ANTE EL DESASTRE	110
8.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD HUMANA Y AMBIENTAL	112
8.2 MANUAL DE SEGURIDAD OCUPACIONAL	113
8.3 GUÍA EN CASO DE EMERGENCIA	114
8.4 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGO	114
8.5 SEGURIDAD OCUPACIONAL	115
8.6 PLAN DE MONITOREO DE CONTROL AMBIENTAL	115
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES	119
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS	128
✓ COPIAS DE RESULTADOS DE ANÁLISIS REALIZADOS	129
✓ PLANO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL RELLENO SANITARIO	139
MEMORIA FOTOGRÁFICA	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Posibles Impactos Ambientales	19
Tabla 2	Costos Ambientales por Basura dispuesta en Basureros	20
Tabla 3	Índice de Población	23
Tabla 4	Población en el Municipio de Guatemala por Zonas	23
Tabla 5	Marco Legal	50
Tabla 6	Resultado de Análisis de contaminación de suelos	64
Tabla 7	Tipo de Desechos Sólidos Recolectados	68
Tabla 8	Tipo de desechos Sólidos Recolectados	69
Tabla 9	Total de Material Orgánico e Inorgánico	69
Tabla 10	Comparación de datos Arrojadados en análisis de Lixiviados	83
Tabla 11	Potabilidad de Agua Entubada	84
Tabla 12	Análisis Microbiológico de Aguas	84
Tabla 13	Resultados del Monitoreo de la Calidad del Aire 2002	93
Tabla 14	Parámetros de Precipitación Pluvial y Datos Climáticos	93
Tabla 15	Resultados del Monitoreo de la Calidad del Aire 2012	96
Tabla 16	Tabulación de Datos de Motivo de Consulta Médica	102
Tabla 17	Resultado de Análisis de Suelo Para Futuras Auditorías	122
Tabla 18	Evaluación de la Calidad del Agua Superficial Para el Futuro	123
Tabla 19	Resultados del Monitoreo de la calidad del Aire Para el Futuro	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Foto Aérea de Ubicación de Vertederos	14
Figura 2	Línea del tiempo	15
Figura 3	VARIABLES Directas e Indirectas	21
Figura 4	Población por zonas en el Municipio de Guatemala	24
Figura 5	Diagrama de los Elementos de la Justificación	25
Figura 5	Ubicación del Relleno Sanitario	27
Figura 7	Radio de Influencia Del Relleno Sanitario de la Zona 3	28
Figura 8	Auditoria Ambiental del Relleno Sanitario de la Zona 3	29
Figura 9	Línea Cronológica	30
Figura 10	Metodología	35
Figura 11	Ejemplos Ilustrados de Captación de Biogás	41
Figura 12	Ilustración de los Procesos de Mitigación de Metano	44
Figura 13	Proceso de Selección hasta embalaje	44
Figura 14	Proceso de compostaje	46

Figura 15	Flotilla de Camiones Utilizados Para la Recolección	46
Figura 16	Planta de Captación de Gas Metano Para Electricidad	47
Figura 17	Asentamiento Colón Argueta	53
Figura 18	Fotos de la 30 Calle y 7^a Avenida de la Zona 3	53
Figura 19	Asentamiento Colón Argueta	54
Figura 20	Asentamiento Colón Argueta	54
Figura 21	30 calle zona 3	55
Figura 22	Los camiones que recogen basura haciendo una previa escala	56
Figura 23	Los Mineros de la Zona 3	57
Figura 24	Desastres que ocurren en el Relleno Sanitario	58
Figura 25	Deslave en el Relleno Sanitario	59
Figura 26	Vista desde el cementerio	61
Figura 27	Porcentaje de Materia Orgánica	65
Figura 28	Porcentaje de los desechos Inorgánicos	66
Figura 29	Tabla de desechos Orgánicos e Inorgánicos en el año 2014	66
Figura 30	Desechos Inorgánicos a Nivel Nacional	67
Figura 31	Análisis Comparativo de IARNA	70
Figura 32	Material inorgánico a nivel nacional	70
Figura 33	Proceso de Manejo de Desechos	71
Figura 34	Material inorgánico	71
Figura 35	Proceso de Manejo de Desechos Sólidos	87
Figura 36	Chimeneas de desfogue de gas metano	89
Figura 37	Maquinaria que arrenda la Municipalidad Capitalina	89
Figura 38	Estación Ubicada en INCAP	94
Figura 39	Estación Ubicada en la USAC	95
Figura 40	Motivo de la Consulta Médica	113
Figura 41	Comederos dentro del Relleno Sanitario	104
Figura 42	Comederos dentro del Relleno Sanitario	105
Figura 43	Accidente laboral	105
Figura 44	Riesgo en el proceso del manejo de desechos	111
Figura 45	Riesgo laboral para los guajeros	112

SIGLAS Y ABRAVIATURAS.

CONADESCO: Consejo Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos.

USAID: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, por sus siglas en inglés.

JICA: Agencia de Cooperación Internacional de Japón, por sus siglas en inglés.

IARNA: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente.

CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente.

MSPAS: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

ANAM: Asociación Nacional de Municipalidades.

INFOM: Instituto de Fomento Municipal.

SEGEPLAN: Secretaría de Planificación y Programación de la presidencia.

INGUAT: Instituto Guatemalteco de Turismo.

CACIF: Comité Coordinador de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras.

AMSA: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán.

ERIS: Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.

OIT: Organización Internacional del Trabajo.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

LAFYM: Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (USAC).

OMS: Organización Mundial de la Salud.

COGUANORG: Comisión Guatemalteca de Normas.

PST: Partículas Suspendidas Totales.

PSD: Partículas Sedimentables.

SO₂: Bióxido de Azufre.

pH: potencial de Hidrógeno.

SGSST: sistema de gestión de la salud y la seguridad en el trabajo.

OHSAS: Occupational Health and Safety Assessment Series por sus siglas en inglés.

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

ONG: Organización no gubernamental.

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

GYZ: Cooperación Alemana al Desarrollo.

CALAS: Centro de Acción Legal-Ambiental y Social.

CEMAT: Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropriada.

CONRED: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres.

MARN: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación que se presenta a continuación recoge el producto de La Auditoría Ambiental efectuada en el Relleno Sanitario de la Zona 3 situado en la 30 calle final de la zona 3, Guatemala, Guatemala.

Cabe mencionar que el tema de Auditorías Ambientales es todavía controversial dentro del gremio académico de Guatemala debido a su falta de aplicación y lo relativamente nuevo del tema, ya que aunque ha estado legislado desde el Acuerdo Gubernativo 20-2003, es una práctica que no se ha realizado de manera continua ni por consultores particulares (ya que son requisito para certificaciones ISO 14,000 etc.) ni por el Ministerio de Medio Ambiente como una medida de control y seguimiento ambiental.

El aumento constante de las cantidades de desechos sólidos, se ha venido agravando en consecuencia del acelerado crecimiento de la población y la concentración en el área urbana, el desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo, así como también debido a otra serie de factores que conllevan a la contaminación del medio ambiente y al deterioro de los recursos naturales.

El avance industrial en Guatemala, ha provocado que cada día se fabriquen más productos sólidos no degradables, en su mayoría, fabricados con polímeros (plásticos) que provoca una mayor generación de este tipo de desechos sólidos y al visitar el lugar se observan en el suelo una gran cantidad de bolsas y envoltorios plásticos y es por ello la importancia que tiene conocer el procedimiento que la Municipalidad Capitalina emplea en el manejo de los desechos y el volumen que representa dentro del volumen total de los desechos vertidos en el sitio, ya que la contaminación de los desechos no degradables es mayor que la de los desechos orgánicos.

Según las investigaciones que se realizaron con funcionarios municipales encargados del manejo del lugar, el Relleno Sanitario de la Zona 3 operará en el lugar por lo menos diez años más, ya que uno de los mayores inconvenientes es la falta de terrenos aptos para ubicar un relleno sanitario y cuando se encuentra los vecinos más cercanos se oponen a ello por el grado de marginalidad que éste daría al lugar debido a la proliferación de guajeros y el paso vehicular de los camiones recolectores, así como contaminaciones de todo tipo.

El Rellano Sanitario de la zona 3, es una empresa Municipal, dedicada a cumplir con el **ARTICULO 68 Inciso f** del Código Municipal, que dice: “la Municipalidad debe velar por el cumplimiento y observancia de las normas de control sanitario de la producción, comercialización y consumo de alimentos y bebidas a efecto de garantizar la salud de los habitantes del municipio”,¹ siendo una de sus funciones, la recolección de basura de mercados y calles ya que la recolección domiciliaria está a cargo de personas particulares. Este artículo se aplica a todas las municipalidades de los municipios de todos los departamentos de Guatemala, pero varios municipios del departamento vienen a la capital a verter sus desechos como son el caso de Mixco, Villa Nueva, Villa Canales, San Miguel Petapa, Santa Catarina Pinula, San José Pinula, Chinautla y Frayjanes, siendo la cantidad de desechos que estos municipios vierten en el Relleno Sanitario el 60% de las 2, 800 toneladas que se depositan en el lugar.

1. Código Municipal, Artículo 68, Inciso f.

El manejo de desechos sólidos es un tema que no se ha tomado con seriedad por parte del gobierno y no existe un plan nacional que regule o que haga que otras instituciones encargadas del medio ambiente como son El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) o el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) se involucren en el problema.

Este ha sido un problema al que se le han dado soluciones inadecuadas y es incomprensible que este tema que nos atañe a todos sea parte de nuestra vida cotidiana.

Cabe mencionar que el Relleno Sanitario de la Zona 3 es un vertedero controlado a cielo abierto al que solamente se le aplica una pequeña capa de material selecto.

Los lixiviados producen gases metanos que provocan incendios súbitos y éstos a su vez producen dióxido de carbono que es fuente contaminante de la atmósfera, y producen malos olores que se perciben en gran parte de la capital. Además es uno de los principales gases causantes del calentamiento global.

La Auditoría se enfoca en la detección de impactos que el Relleno Sanitario de la zona 3 provoca a los recursos naturales, a la salud humana, y determina la reversibilidad de los mismos. Una de las cosas más importantes es la participación de los guajeros en las medidas de mitigación del lugar y el impacto económico que el proceso de reciclaje y re-uso representa en la capital.

Los guajeros son un gremio desprotegido que está expuesto a toda clase de riesgos por contaminación, intoxicación y accidentes laborales, así como los empleados del lugar quienes carecen de un plan de seguridad laboral. Los guajeros han venido a formar parte de un sector económicamente fuerte de la ciudad como es la compra de materiales para reciclar o reusar.

El estudio se realizó en base a lo que se establece en el decreto 68-86 “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente” sus modificaciones y ampliaciones contenidas en los Decretos Leyes 1-93 y el Acuerdo Gubernativo 173-2010 y los términos de referencia para la elaboración de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Acuerdo Ministerial 290-2014, Creación de la Unidad de Auditorías Ambientales.

La conclusión principal a la que se llega a través de esta Auditoría es que se debe considerar seriamente la educación ambiental de todos los guatemaltecos, ya que su comportamiento con respecto a la producción y manejo de desechos es irresponsable, y le deja el problema únicamente a la Municipalidad Capitalina. La educación ambiental debe ser permanente, integral, continua y dirigida a los agentes sociales, haciendo énfasis en los aspectos de salud y su relación con los problemas ambientales (agua, excretas, basuras, alimentos, higiene, etc.), a fin de que los actores asuman responsablemente el papel que les compete en su desarrollo, ya que si bien es cierto que es un foco de impactos ambientales, todos necesitamos del Relleno Sanitario.

En este estudio se hace referencia a casos análogos en países desarrollados para hacer una comparación de lo que es y cómo debería ser.

El problema del Relleno Sanitario de la zona 3, es un tema que tiene un alto costo político, y solo es usado eventualmente como tema de campaña por parte de políticos que aspiran a la alcaldía capitalina.

A las instituciones administrativas que deberían estar involucradas les conviene que la constitución de Guatemala le adjudique a la Municipalidad Capitalina la autonomía sobre el tema y el Congreso de la República no tiene ningún interés cambiar la legislación la que además es ambigua y contradictoria.

En este estudio se verifican los avances positivos que se han logrado en El Relleno Sanitario de la Zona 3 desde el año 2009 en que se desarrolló el Diagnóstico Ambiental de ese lugar por la suscrita, o si ha habido algún retroceso en los procesos.

Se debe de tomar conciencia que este proceso comienza en nuestras casas y todos somos responsables de aplicar la regla de las **3R** “**R**educir, **R**e-usar y **R**eciclar”², ya que el volumen de basura generado especialmente en la capital, haría que pronto colapsara cualquier relleno sanitario en la capital. Es vital un cambio de actitud individual para asumir un nuevo compromiso para la protección de los recursos naturales y garantizar su sostenibilidad y sustentabilidad, y hacer que la conservación del medio ambiente se convierta de una tarea primeramente individual para luego hacerla colectiva.

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A continuación se muestra la necesidad que han tenido las sociedades en las distintas etapas de la historia de resolver el problema de los desechos sólidos, que ha afectado desde los tiempos más antiguos.

2.1 CRONOLOGÍA

Desde que hay rastros de la humanidad en la historia, ha habido generación de desechos sólidos y por ende, las consecuencias que esto genera.

Existen registros que desde el año 3,000 AC, en el neolítico antiguo se crearon extensiones de tierras en donde se colocaba la basura en grandes fosas que eran después cubiertas con varias capas de tierra.³

En el año 2,000 AC es conocido el compost que durante la era de Bronce formaba parte de la vida cotidiana en China; además recuperaban la chatarra de bronce que estaba en la basura y la reciclaban haciendo nuevos objetos.

Hace 2,500 años aproximadamente, los oficiales de la ciudad de Atenas, capital de Grecia, abren un sitio municipal para depositar los desechos sólidos y se decretó su traslado por lo menos a 2 km. de las puertas de la ciudad.⁴

Alrededor del año 1,297, como respuesta al incremento de la cantidad de basura producida en las ciudades de Gran Bretaña, se promulga una ley en donde se ordena que la basura sea depositada en el frente de los hogares dentro de bolsas. Esta ley fue ignorada durante mucho tiempo, y a cambio de esto, la mayoría de la basura era incinerada frente a los hogares en fogatas al aire libre. Poco después fueron

2. Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno del Japón. «**The 3R Initiative**» (en inglés). Consultado el 1º de julio de 2010

3. Sarlingo, Marcelo. **NEWSLETTER**. Publicación electrónica de la Facultad de Ciencias Sociales. UNICEN. www.soc.unicen.edu.ar

4. <http://pastwomen.uab.cat/es/mujeres/cuidado/neoliticoplano>

empleados “*rakers*” (guajeros) para mantener las calles de Londres libres de suciedad y se estipuló que se sacara la basura de los hogares una vez por semana. Después ésta era vendida ya sea en forma de compost o en prácticas de *dumping*⁴ en los pantanos de Essex. Luego se impuso la paga por el servicio.

En los años 1,500 Las minas de bronce emplearon la chatarra del hierro para aliarlo con el cobre, cuya práctica de reciclaje persiste hasta la fecha. En el año 1,588 - Elizabeth I concede privilegios especiales para las personas que recogen trapos y papel.

Con la Revolución Industrial que comienza en el siglo XVIII, la disponibilidad de materias primas y el aumento del comercio y de la producción da lugar al aumento de los residuos.

A principios de 1800 - Mucha gente vivía de vender lo que podían encontrar de basura en otros pueblos, hasta el estiércol de los perros fue valioso, ya que era utilizado por los curtidores de cuero para la curtiembre.

En el año de 1848 En Gran Bretaña se decreta una ley de Salud Pública y se inicia el proceso de regulación de residuos sólidos, y a su vez la energía procedente de los residuos sólidos inicia su desarrollo y se diseña y construyen máquinas incineradoras en Nottingham. La estructura es prototipo de las plantas de incineración que quemaron combustible produciendo vapor para generar electricidad, pero muchos se opusieron a ello por las emisiones de cenizas que se emanaban, el polvo y el dióxido de carbono.⁵

En 1945 la incineración está en un momento bajo, pero vuelve a resurgir en los decenios de 1960 y de nuevo hay oposición siendo la causa las emisiones de dioxinas.

Para finales de los años 1,800, la basura de los hogares era sacada diariamente y ordenada a mano, especialmente por mujeres y niñas, para obtener materiales reciclables, y ceniza fina tamizada (brisa), y los residuos incinerados eran utilizados para materiales de construcción y en 1930, El Ministerio de Salud decreta que la práctica del *dumping* no se puede continuar si no se toman medidas de precaución en el manejo, ya que se había convertido en una práctica insalubre.⁶

La manufactura de plásticos pasó de ser un proceso químico a un producto industrial derivado del petróleo (ya que el plástico era producido por árboles de hule o caucho desde 1862). La producción y la manufactura de éste crecieron lentamente durante los siguientes 20 años. En el “*boom*” económico de los años 50s la producción comenzó a incrementarse rápidamente en diferentes tipos y usos del material.

5.- El *dumping* es la práctica de comercio en la cual una empresa vende un producto en el extranjero a precio inferior al que se vendería en su propio país. Para una empresa, es el hecho de vender su producción a precio inferior al costo para competir eficazmente en el mercado. Se utiliza como sinónimo de competencia desleal.

6. Cardona, Alvaro. **150 AÑOS DE LA PRIMERA LEY DE SALUD PÚBLICA EN EL MUNDO / 150 YEARS OF THE FIRST ACT ON PUBLIC HEALTH IN THE WORLD**. Rev. Fac. Nac. Salud Pública;16(2):68-81, ene.-jun. 1999. ilus. Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde

Mientras el desarrollo de plástico y otras formas de empaques empezaron a incrementarse, disminuyó considerablemente el desecho de comidas orgánicas, con las consecuencias ambientales del incremento de empaques no biodegradables como plásticos, tintas, y otra gran variedad de sobreproducción.⁷

Durante los años de la post guerra, la economía estaba en contra de la incineración, por lo tanto, se puso en práctica el uso de los vertederos británicos para la eliminación de residuos. Los vertederos se construyen a un costo más conveniente, y los lugares eran escogidos al azar, sin tener idea de su impacto ambiental o las consecuencias, como la contaminación del agua y producción de gas metano y CO₂.

La sociedad de consumo contemporánea evoluciona y esto implica el aumento de la producción y el consumo, y los productos están diseñados para tirarse a la basura y la cantidad de envases aumenta. Esto genera inevitablemente un aumento en la industria manufacturera, la industria de la minería y la explotación de canteras. También aumentan las actividades agrícolas y de desechos de procesamiento de alimentos.

Sin embargo, el período posterior a la guerra no sólo considera algunos de los efectos de salvar el movimiento impulsado por la industria estimulada por la demanda de materias primas durante las guerras, sino también considera aumentar la conciencia pública del cuidado del medio ambiente.

En la década de los 60s los contratistas privados encargados del manejo de desechos sólidos comienzan a tomar más auge, pues anteriormente esta actividad había sido considerada como una actividad de obras públicas, pero en 1968, se unen para formar la Asociación Nacional de Contratistas para la eliminación de desechos sólidos.

En 1974 se incrementan todas las medidas concernientes a la basura, se emite una ley para lidiar con el manejo y se regulan los lugares en donde se pueden verter los desechos sólidos por lo que se da origen a una gran cantidad de métodos de eliminación de residuos.

En 1986 la protección del medio ambiente finalmente se incluyó en el Tratado de Roma mediante el Acta Única Europea, en donde se dan cláusulas específicas para el manejo de desechos sólidos. Además el Consejo Nacional de Organizaciones Voluntarias creó un proyecto denominado Vigilancia de Residuos para promover y apoyar su reducción, la reutilización y el reciclado. Años más tarde, *Waste Watch*, que es una organización independiente sin fines de lucro junto con las autoridades nacionales de trabajo, comunidades y grupos de voluntarios, empresas, industria y de Gobierno, han prestado asesoría para la formación e información de la *Wasteline*, así también han prestado apoyo práctico.

En el año de 1994, La Directiva de la Unión Europea introduce la idea de la responsabilidad del productor en lo que respecta a los residuos de envases y exige a los estados miembros a fijar objetivos

7. Juan Camilo Correa Á. **NUESTRO MEDIO AMBIENTE: PORQUE SÍ HAY SOLICIONES, SOLO FALTAS TÚ**. 2012. <http://www.actiweb.es/kamilojc/pagina7.html>

en la reducción y recuperación de residuos de los mismos. Esto fue seguido por el Reino Unido en el Reglamento de Responsabilidad y Obligaciones del Fabricante.

En 2002, El Reglamento de la UE sobre sustancias que agotan el ozono entra en vigor. En virtud de este Reglamento las espumas aislantes o circuitos de refrigeración que contengan CFC o HCFC de los frigoríficos y congeladores deben recuperarse antes de la trituración y eliminación.⁸

A la fecha, las políticas relacionadas con el manejo de desechos sólidos, se manejan de una manera más integral en donde la Unión Europea visualiza el problema como algo global, en donde se hace conciencia y se ha educado a los ciudadanos para contribuir al manejo adecuado de los desechos sólidos, y a promover una educación medio ambiental como un todo.

2.2 HISTORIA DEL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN GUATEMALA

Es muy poco lo que se encuentra documentado de la historia del manejo de los desechos sólidos en Guatemala, sin embargo se obtuvo información en una entrevista realizada a la arqueóloga Lcda. Zoila Rodríguez,⁹ que ha trabajado la parte arqueológica del Hotel Casa Santo Domingo en Antigua Guatemala, y quien tiene una larga experiencia en lo que se refiere a las prácticas cotidianas de la época de la colonia, mencionó que las evidencias arqueológicas que se encuentran en la Ciudad de Antigua Guatemala, demuestran que la basura era depositada en zanjas que se hacían en los patios traseros de las casas, ya que la mayoría estaban provistas con extensiones grandes de tierra, así como los edificios administrativos y religiosos. Cuando estas se llenaban, eran cubiertas con capas de cal, y se abría una zanja nueva. En las excavaciones se han encontrado huesos de animales, platos rotos y material textil entre otros. Esta práctica, era aceptable, ya que toda la basura era de tipo orgánico. Dicho sea de paso, gentilmente dirigió una visita a la nueva etapa que se está trabajando actualmente en el hotel, en donde se pudo comprobar este hecho, ya que el sitio funcionó como casa de novicias.

Menciona también que al trasladarse la ciudad al Valle de la Ermita, se continuó con la misma rutina, y con frecuencia, los desechos de alimentos eran dados a cerdos en granjas cercanas a áreas urbanas. Desafortunadamente, debido a esta práctica se extendió la triquinosis por cerdo contaminado por la recirculación de desechos de alimentos, los que re infectaron a otros cerdos y a la gente que consumió su carne. No obstante, esta práctica continuó hasta los años 50 y todavía se usa en algunas áreas aisladas del país.

A medida que hubo influencia de países más desarrollados, se importaron patrones en el área de servicios públicos, delegando a las autoridades ediles la administración, manejo y recolección de los desechos sólidos. Se trató de imitar las formas de manejo en Europa, y desde 1,880, (siendo el presidente de esa época el general Justo Rufino Barrios) se construyó un crematorio que se encontraba localizado al final de la 4ª calle de la zonal.

8. Reglamento (CE) n° 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de junio de 2000, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono

9. Entrevista realizada personalmente con la Antropóloga Zoila Rodríguez.

Por falta de mantenimiento colapsó en el año de 1,950, y durante el gobierno del presidente Juan José Arévalo, se designa el primer vertedero a cielo abierto en la zona 3 (siempre en el barrio del gallito), el cual era un terreno privado que se dio en arrendamiento. Este tenía una topografía similar al relleno actual. Se puede asumir que el presidente Arévalo tomó la medida de arrendar el terreno para ubicar el vertedero, ya que coincide con la cronología en Europa de los años 40s en donde hay una tendencia de evitar la incineración de basura por los problemas ambientales que se daban de emanaciones de hollín y cenizas como se mencionó anteriormente.

Desde 1,930, la basura se recolectaba por carretas jaladas por mulas o por asnos, y después era depositada en terrenos baldíos en las inmediaciones de la zona 5 o llevada al crematorio. Para ese entonces, había tantos recolectores de basura privados como municipales, pero el servicio privado tenía un costo. La diferencia era que los recolectores de basura privados entraban hasta el interior de las casas a sacarla, y en la mayoría empleaba carretas. El servicio Municipal era gratuito y se realizaba en camiones los cuales por ser gratuitos tenían más demanda. Estos se paraban en las calles y tocaban una campana para avisar de su llegada; entonces la gente sacaba la basura y la llevaba hasta donde estaba el camión.

A pesar de que existían ambas opciones, era muy común la quema de desechos, práctica que se lleva a cabo con frecuencia aún en la actualidad, en especial en el interior del país.

Las partes superiores del cañón en donde se encontraba el antiguo botadero fueron rellenadas antes de 1966 y luego cerradas. Ahora funcionan como un campo de fútbol, ya que desde que se clausuró se tenía la idea de que fuera un parque recreativo, pero poco a poco fue siendo invadido por las familias de los guajeros, que invadieron los terrenos aledaños y construyeron viviendas que hasta la fecha existen en el sitio. Una carretera de servicio separa el área de disposición actual a la parte del relleno anterior que se encuentra clausurado hacia el sur.

Fuente: Google Earth y fotomontaje por Judith Barillas Vásquez, Sin título, Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013.

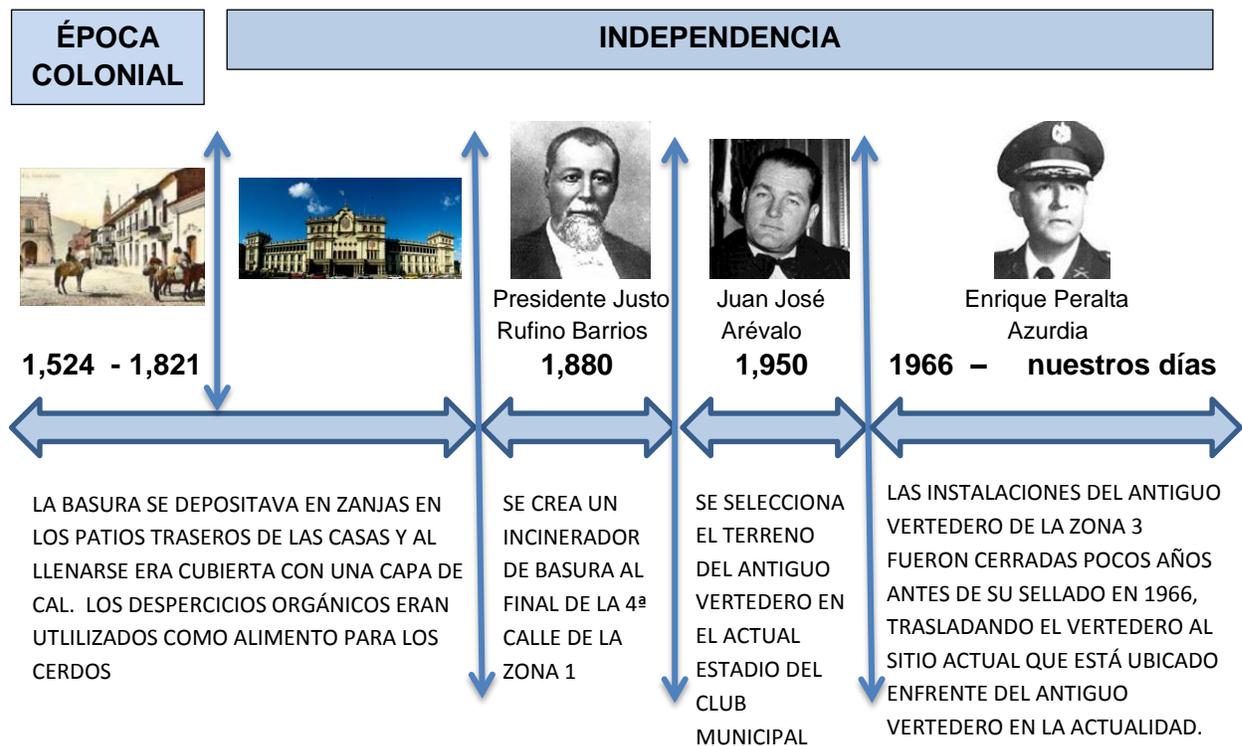


Fig. 1 FOTO AEREA EN DONDE SE UBICAN AMBOS VERTEDEROS

Cuando se escogieron estos sitios para el vertedero, la ciudad todavía se encontraba alejada de ellos y eran muy pocas las viviendas cercanas al lugar, pero se fue expandiendo sin planificación, y el actual vertedero quedó ubicado en el centro de ésta convirtiéndose en foco de contaminación para gran parte de la población.

Por la falta de una conciencia ambiental de la época, las autoridades no se percataron del daño que se causaría con el paso del tiempo. La falta de conocimiento de las fuentes de contaminación a las que estaría expuesto hizo que se ignorara que los barrancos son los sitios menos adecuados para tirar basura por estar más cerca de las capas freáticas y por la abundancia de flora y fauna del sitio, ya que ni los asentamientos que rodean el barranco en la actualidad existían sino que dieron inicio hasta la década de los 70's, especialmente después del terremoto de 1976.

LÍNEA DEL TIEMPO DEL MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN GUATEMALA



Fuentes: Entrevista personal con la Antropóloga Zoila Rodríguez.

<http://www.libreinfancia.org/es/index.php/site-administrator>.

Figura 2

3. ANTECEDENTES DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL

La situación de los últimos años en Centro América es crítica en materia de manejo de desechos sólidos, siendo Guatemala el país que se encuentra con un mayor rezago tecnológico. Se ha conocido de problemas graves ocasionados por el mal manejo de desechos, por ejemplo la proliferación de la leptospirosis en Nicaragua, Honduras y el Salvador, que es transmitida por las pulgas de las ratas. Para finales del siglo XX e inicios del XXI, se prolifera en el área centroamericana el dengue hemorrágico, que es transmitido por el zancudo *Aedes Egyptus*, aumentando la mortandad por esta causa, siendo esta una situación relacionada con los desechos sólidos esparcidos en caminos, quebradas, basureros municipales, rellenos sanitarios mal operados, que permiten la proliferación de dicho mosquito.

Sin embargo, en Centro América, se han dado grandes pasos en la tecnificación del manejo y gestión de residuos sólidos. San Pedro Sula dio en concesión la prestación del servicio de la recolección y disposición final de estos. En San Salvador, en municipios del área metropolitana, crean una empresa mixta y abren un relleno sanitario con capacidad de recibir más de 1500 toneladas diarias. Managua está en el proceso de tecnificar su vertedero a uno controlado y San José convirtió su vertedero Río Azul en un relleno sanitario.

Desde la década de 1980 a 1990 se comenzó a tener conciencia de la importancia de la preservación del medio ambiente en Guatemala. A partir de ese momento, el Congreso de la República comenzó a promulgar decretos legislativos para regular todo aquello relacionado con el Medio Ambiente y la Contaminación; de este hecho, se aprobaron los decretos de la creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARN-, (Decreto 68-86), la ley del medio Ambiente y otros.

El tema del manejo de desechos sólidos, está plenamente legislado tanto en la legislación de la República de Guatemala, como en tratados internacionales, por lo que se sabe que el manejo de los mismos debe tener un tratamiento integral desde su generación hasta la disposición final, debido al grado de contaminación que producen los mismos y la generación de impactos ambientales serios y que afectan a todo el planeta ya que generan gases que contribuyen al calentamiento global.

En el “Perfil Ambiental de Guatemala” del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y ambiente, de la Universidad Rafael Landívar (IARNA), cita que “ La principal debilidad o causa del fracaso de muchos proyectos ha sido que las municipalidades no crean capacidades propias para el manejo de los desechos y están sujetas al acompañamiento de una institución cooperante que brinde apoyo. Cuando el cooperante se retira, el proyecto es abandonado.” También menciona que “La voluntad política y el compromiso de las autoridades es un factor determinante en este tipo de proyectos, y cuando planifican, no priorizan en el manejo de los desechos.” “Los municipios no dedican una asignación presupuestaria acorde al tipo de proyecto que se implementa y desconocen los costos de operación y mantenimiento de sus proyectos.” “La ausencia de un plan municipal de largo plazo y un reglamento que dicte las pautas y directrices de la gestión municipal es una constante en el país. No existe una visión ni objetivos del tipo de manejo que se desea para el municipio.”¹⁰

Aunque todavía es considerado un dato preliminar, el Programa Nacional de Cambio Climático estima que, por efecto de los residuos sólidos, Guatemala emitió a la atmósfera durante el año 2000 (MARN, 2007), 41,480 toneladas de CH₄ (metano, 18% del total nacional) y 570 toneladas de N₂O (Óxido Nitroso, 1% del total nacional). Con respecto a las emisiones de los mismos gases en 1990, para el CH₄ (metano) significó un incremento del 73%, y para el N₂O (óxido nitroso) del 80%.

La Cuenta Integrada de Residuos y Emisiones, cuyo objetivo es registrar la interacción que existe entre la economía –como generadora de residuos– y el ambiente –como receptor de éstos–, reportó una generación de 113,834,210 toneladas de residuos en el año 2006.¹⁰

La Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, realizó en el año de 1995 un documento llamado “Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Guatemala” en donde se hace un análisis ambiental, y el impacto de los residuos y de las políticas, estrategias y acciones.

También hay un registro de discusiones entre el representante residente de la oficina de GIZ México, las autoridades concernientes de los gobiernos de los Estados Unidos Mexicanos y de la República de Guatemala, referentes a la cooperación técnica de México – Guatemala - Alemania para el proyecto

10. VARIOS AUTORES. **PERFIL AMBIENTAL DE GUATEMALA 2008-2009**: las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo. Pg.172

“COOPERACIÓN TRIANGULAR EN EL SECTOR DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES” en el año de 1997.

En el año de 1997 se creó el Consejo Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos (CONADESCO), como Unidad Administrativa de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de la Presidencia de la República, cuya finalidad es promover, asesorar y coordinar todas las acciones emprendidas a nivel nacional en materia de desechos sólidos, tanto por el sector público como el sector privado.¹¹

Este consejo está formado por una junta directiva integrada por los representantes legales de La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), LA Asociación Nacional de Municipalidades (ANAM), el Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM), la Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica (SEGEPLAN), el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT), y el Comité Coordinador de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y financieras (CACIF), Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Amatitlán (AMSA), Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS).

La Municipalidad Capitalina tiene el control del manejo de los desechos sólidos en el municipio de Guatemala, pero el encabezado del Acuerdo Gubernativo No 700-97 cita “Que la Comisión Nacional de Medio Ambiente es por imperativo legal, el órgano específico encargado de la protección y mejoramiento del medio ambiente y de los recursos naturales, siendo la encargada de la coordinación política nacional y las acciones tendientes al manejo adecuado **de los desechos sólidos** entre otras.”

“Que el manejo de los desechos sólidos debe tener un tratamiento integral en el que se prevenga y reduzca la producción y la nocividad de los mismos, actuando sobre la producción y sobre la distribución de los productos, que valore en lo posible, los desechos por el reemplazo, el reciclaje y propicie el desarrollo de formas de recolección y tratamiento, que organice el transporte, la cantidad de desechos colocados en los sitios de disposición final y garantice la seguridad de su eliminación paulatina como parte del proceso.” “Por lo tanto se crea el Consejo Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos –CONADESCO-, como Unidad Administrativa de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de la Presidencia de la República, cuya

finalidad esencial es promover, asesorar y coordinar TODAS las acciones emprendidas a nivel nacional en materia de desechos sólidos, tanto por el sector público como el sector privado.” ¿Podemos decir que CONADESCO ha tenido algún tipo de presencia en el manejo de los desechos sólidos en el Relleno Sanitario de la Zona 3? Llama la atención que habiendo tantas instituciones involucradas en el manejo de desechos sólidos en CONADESCO, se ha visto poco o nada de progreso en el manejo de los mismos.

Por su parte, la Municipalidad Capitalina, como otro ente encargado del manejo de desechos sólidos (y el único), ha realizado varios estudios entre los que se encuentran algunos realizados con la cooperación de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) en el año de 1995, y con el gobierno de Taiwan, más que nada proyectos relacionados con la explotación del gas metano pero no se llegó a ningún acuerdo.

Una edición de “EL PERIÓDICO” del 15 de Enero de 2012 cita: “Es más fácil entrar al Banco de Guatemala que al Relleno Sanitario de la Zona 3”, comparan quienes lo han intentado. Y tienen razón. En esta crónica se describe los intentos por ingresar a uno de los lugares mejor resguardados de la ciudad”.¹²

11. ACUERDO GUBERNATIVO No 700 – 97. Pg.2

12. Susana de León. EL SECRETO MEJOR GUARDADO. Diario “El Periódico”. 15 enero 2012

En el año 2008, como trabajo de graduación de la Facultad de Arquitectura con especialización en Arquitectura Ambiental de la Universidad Mariano Gálvez, se realizó el “DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL RELLENO SANITARIO DE LA ZONA 3” por la suscrita, así como otras tesis que han tratado sobre el manejo de los desechos sólidos bajo diferentes enfoques.

En el año 2007 la empresa *Carbon Trade* realizó un estudio en donde se contemplaba la posibilidad de explotar el gas metano, pero no se llevó a cabo. Lamentablemente las estadísticas son muy antiguas y son pocos los datos exactos con los que se cuenta y el propietario del terreno en donde opera El Relleno Sanitario (Sr. Juan Minnie) también hizo estudios para explotar el gas metano, pero tampoco concretó el proyecto.

En el año 2003 el Instituto de Incidencia Ambiental Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Agrícolas (IARNA), realizó el informe técnico No 4 llamado “GENERACIÓN Y MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN GUATEMALA”, en donde señala una serie de impactos e indicadores a nivel país, pero es poco lo que se dice concretamente del Relleno Sanitario de la Zona 3. A su vez en este documento se hace un estudio de impactos ambientales que abarca a la generación de desechos sólidos del país y el mal manejo de los mismos, pero se puede observar una tendencia que será la línea base del análisis de impactos ambientales del Relleno Sanitario de la Zona 3.

En el cuadro No. 12 del documento se evalúa el impacto ambiental para un vertedero a cielo abierto que podría ser el caso del Relleno Sanitario de la Zona 3.

En lo que se refiere a la disposición final de los desechos, un 71% de la basura, llegan al Relleno Sanitario de la zona 3.

Evaluación del Impacto Ambiental para un vertedero a cielo abierto o un basurero clandestino		
1	Producción de gases	Principalmente metano y anhídrido carbónico y gases productores de olores ofensivos
2	Producción de humos y polvo	Producidos por incendios naturales o provocados
3	Presencia de materiales inertes en el agua	Incremento de la concentración de sedimentos sólidos disueltos y suspendidos en aguas superficiales
4	Presencia de sustancias Biodegradables en el agua	Todas aquellas sustancias que incrementen la demanda Bioquímica de Oxígeno en los cuerpos de agua.
5	Presencia de tóxicos en el agua	Sustancias que pueden producir intoxicación a seres vivos que viven o utilizan el agua superficial o subterránea
6	Recurso agua	Reducción o pérdida de acceso al recurso, pérdida de calidad y cantidad.
7	Deterioro del patrimonio natural o cultural	Depreciación de sitios arqueológicos, históricos, paisajísticos, Ecológicos
8	Emanación de olores ofensivos	Cambios perceptibles en el aire por la presencia de sustancias volátiles
9	Vectores de enfermedades	Insectos, roedores transmisores de enfermedades
10	Paisaje	Cambios en la percepción espacial de la relación entre las construcciones, vegetación, y tratamiento de superficies en el entorno
11	Usos del suelo	Modificación de los usos del suelo por la presencia de basureros clandestinos
12	Valor de la tierra	Depreciación de los terrenos por la presencia de basureros
13	Arraigo	Alteración de las condiciones de comodidad y adaptabilidad al entorno por la presencia del basurero
14	Seguridad	Alteración de la tranquilidad del vecindario por la presencia de “guajeros” en los basureros

Fuente: IARNA, GENERACION Y MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN GUATEMALA. 2006

Tabla 1. POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR UN VERTEDERO A CIELO ABIERTO

Uno de los elementos más importantes del documento Generación y Manejo de Desechos Sólidos en Guatemala, es que pone la línea base para cuantificar los costos monetarios del daño ambiental causado al de multiplicar el costo unitario, por la cantidad de basura recolectada. El costo unitario para un Relleno Sanitario que reúna las condiciones mínimas sanitarias es de US\$ 9.00/tonelada. Por lo tanto para la basura que llega al vertedero a cielo abierto municipal pero que no recibe el tratamiento según normas sanitarias, genera un costo de daño ambiental equivalente al número de toneladas de basura mal dispuestas multiplicada por el costo unitario, que es el caso del Relleno Sanitario de la Zona 3. Lamentablemente el documento aclara que el estudio se realizó a nivel departamento pues no se cuenta con información confiable a nivel de municipio y que además no está actualizada.

Si al “Relleno Sanitario de la zona 3” se llegan a depositar 1,300-1500 toneladas de basura diarias:

$$1300 * \$9 = \text{US } \$11,700.00 \text{ diarios}$$

El costo ambiental del Relleno Sanitario de la Zona 3 es de US\$11,700.00

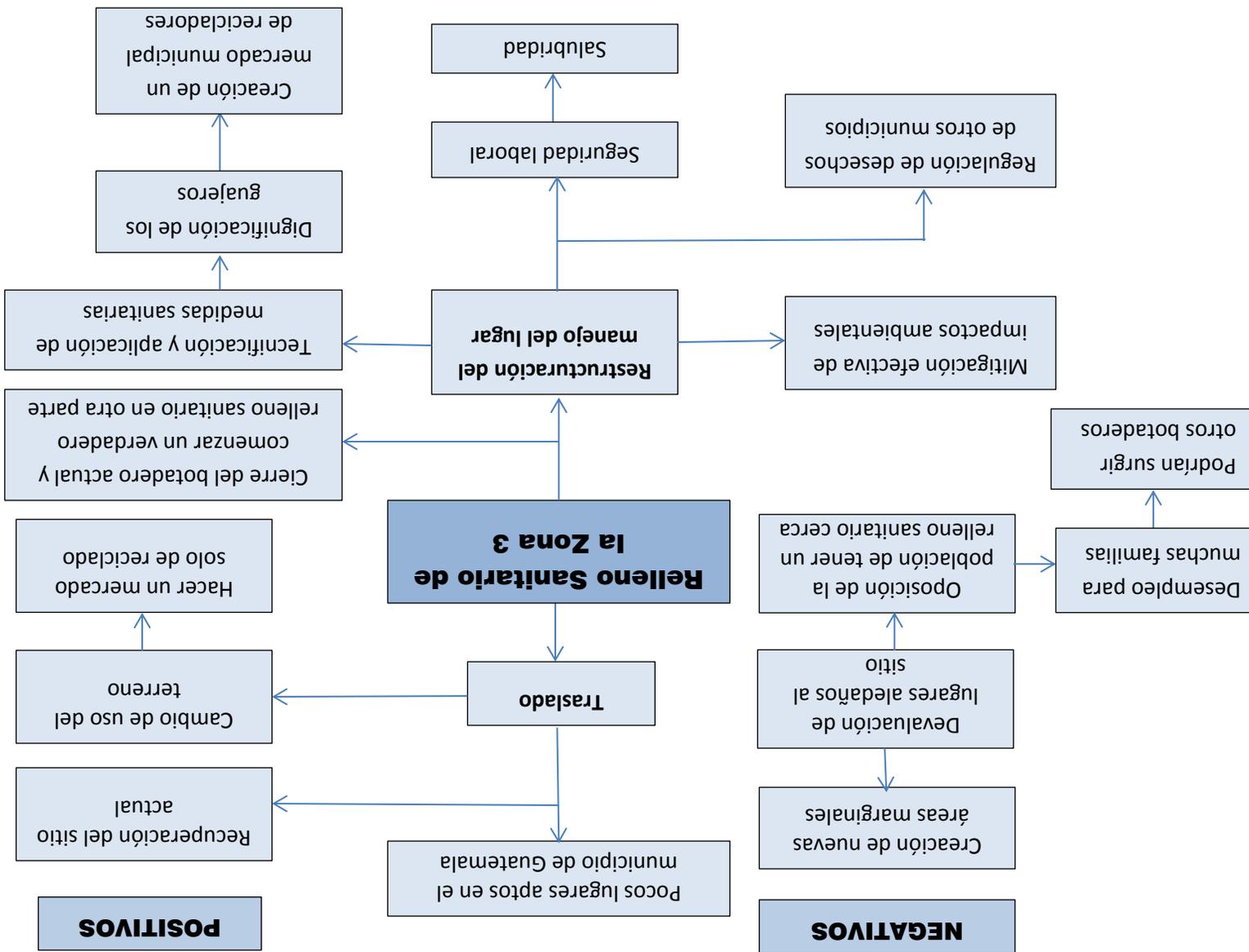
Tabla 2

COSTOS AMBIENTALES POR BASURA DISPUESTA EN BASUREROS MUNICIPALES EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	
Servicio municipal	29, 124 ton.
Servicio privado	170,016 ton.
Generación per-capita	0.5 ton
Costo daño ambiental	US\$ 1, 635,437.25

Fuente: IARNA, GENERACION Y MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS EN GUATEMALA, Informe técnico #4. 2003

La problemática que se da alrededor del Relleno Sanitario de la Zona 3 es muy compleja ya que involucra aspectos sanitarios, políticos y económicos. Se considera como principal alternativa el traslado del Relleno sanitario a otro sitio más apto y como otra alternativa la restructuración del manejo del lugar. Estas variables se consideran en el cuadro que se encuentra a continuación en donde se hace una relación de variables indirectas que nos pueden indicar los pros y los contras de cada alternativa.

Figura 3: Variables Directas e Indirectas
Fuente de elaboración propia



4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El “Relleno Sanitario de la zona 3” se encuentra situado en el centro de la ciudad, y mucha de la población capitalina se ve afectada por los impactos ambientales que allí se generan. A su vez, es el único lugar disponible para la disposición de desechos sólidos del municipio de Guatemala y municipios aledaños. En este sitio vierten sus desechos los municipios de la ciudad capital y municipios aledaños como Mixco, Chinautla, Palencia, San José Pinula, Santa Catarina y la parte norte de Villa Nueva, Villa Canales, San Raymundo y San Miguel Petapa y San Juan.

El problema de los desechos sólidos en Guatemala ha sido abordado por muchas entidades y por la academia, pero ha sido enfocado a nivel general de país y no se ha hecho una auditoría ambiental específicamente del Relleno Sanitario de la Zona 3.

Lo que sucede en el Relleno Sanitario es un problema que está a la vista de todos, pero no se han verificado los problemas reales que afectan el lugar, el grado de los impactos ambientales y de la contaminación. No se ha dado seguimiento para saber si ha habido avances en el tratamiento de los desechos en el lugar y si han mejorado las condiciones laborales de las personas que allí operan. El único estudio, y que no es de conocimiento público, es el EIA “Evaluación Socioambiental de Sellado y Saneamiento del Vertedero de desechos de la Zona 3 y 7 de Guatemala”, para la empresa “*Carbon Trade*” por la empresa SERVICIOS CARVEL, que estuvo coordinado por el ingeniero Edelberto Teos Morales, y participaron otros profesionales como la licenciada Dilia Figueroa, ingeniero Edgar Bravatti, y el ingeniero Christian Siliezar, y que se realizó para analizar la posibilidad de trasladar del Relleno Sanitario, y también miembros de la Universidad Rafael Landívar estuvieron involucrados colaborando directamente con la Municipalidad Capitalina como parte de la planificación y la operación para el traslado, así como en la selección idónea del nuevo sitio.

Se sabe que por el manejo de desechos hay contaminación del sistema hídrico, lítico, edáfico, sobre la flora, la fauna, la salud humana, impacto auditivo etc, pero ¿cuál es el nivel de esa contaminación o de esos impactos? ¿Está dentro los niveles permisibles de COGUANOR, o cumple con lo estipulado por el código de salud? ¿Cuántas instituciones están involucradas legalmente en el Relleno Sanitario de la zona 3, y por qué no son vinculantes?

Este trabajo hace énfasis en el aspecto social, económico y ambiental que son los pilares de la sustentabilidad y su desarrollo positivo, uno de los Objetivos del Milenio (ODM) y que tenía como meta el año 2015. Además se desea hacer un aporte para tener parámetros comparativos para futuras auditorías.

4. JUSTIFICACIÓN

Según el Instituto Nacional de Estadística INE, en 2011 el departamento de Guatemala tiene un total de Población de **2, 541,581** habitantes de los cuales 1, 221,379 son hombres

y 1, 320,202¹³ son mujeres según el censo de ese año. Según las proyecciones del INE de 2011 a 2020 la población se incrementa como se muestra a continuación:

TABLA 3

AÑO	POBLACIÓN	AÑO	POBLACIÓN
2011	3,156,284	2016	3,400,264
2012	3,207,587	2017	3,445,320
2013	3,257,616	2018	3,489,142
2014	3,306,397	2019	3,531,754
2015	3,353,951	2020	3,573,179

Fuente: INE, 2011

A su vez la Municipalidad capitalina tiene sus propias estadísticas en donde está la población clasificada por zonas, estando la distribución de la población de la siguiente manera:

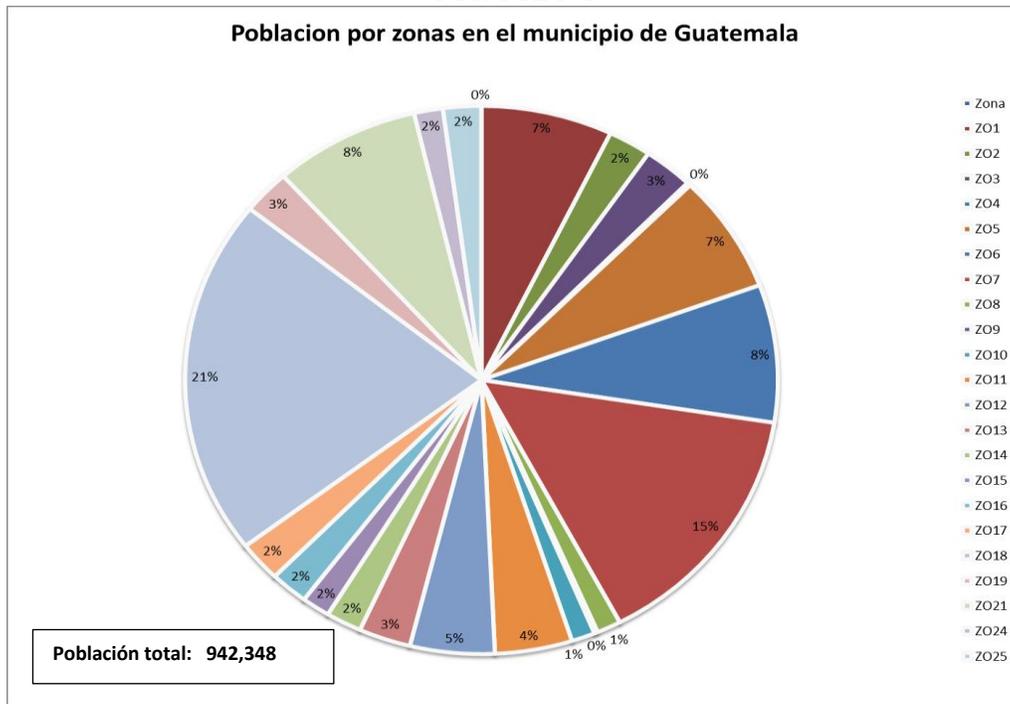
TABLA 4

Poblacion en el municipio de Guatemala por zonas			
Zona	Total	Zona	Total
ZO1	67489	ZO12	43398
ZO2	22175	ZO13	26734
ZO3	25501	ZO14	18322
ZO4	1821	ZO15	14549
ZO5	65578	ZO16	19499
ZO6	76580	ZO17	22296
ZO7	139269	ZO18	198850
ZO8	12439	ZO19	24644
ZO9	1750	ZO21	75265
ZO10	12090	ZO24	14810
ZO11	39669	ZO25	19620

Fuente: <http://infocuidad.muniguate.com/>

13. <http://www.ine.gob.gt/np/poblacion/>

FIGURA 4



Fuente de elaboración propia en base a <http://infocidad.muniguate.com>.

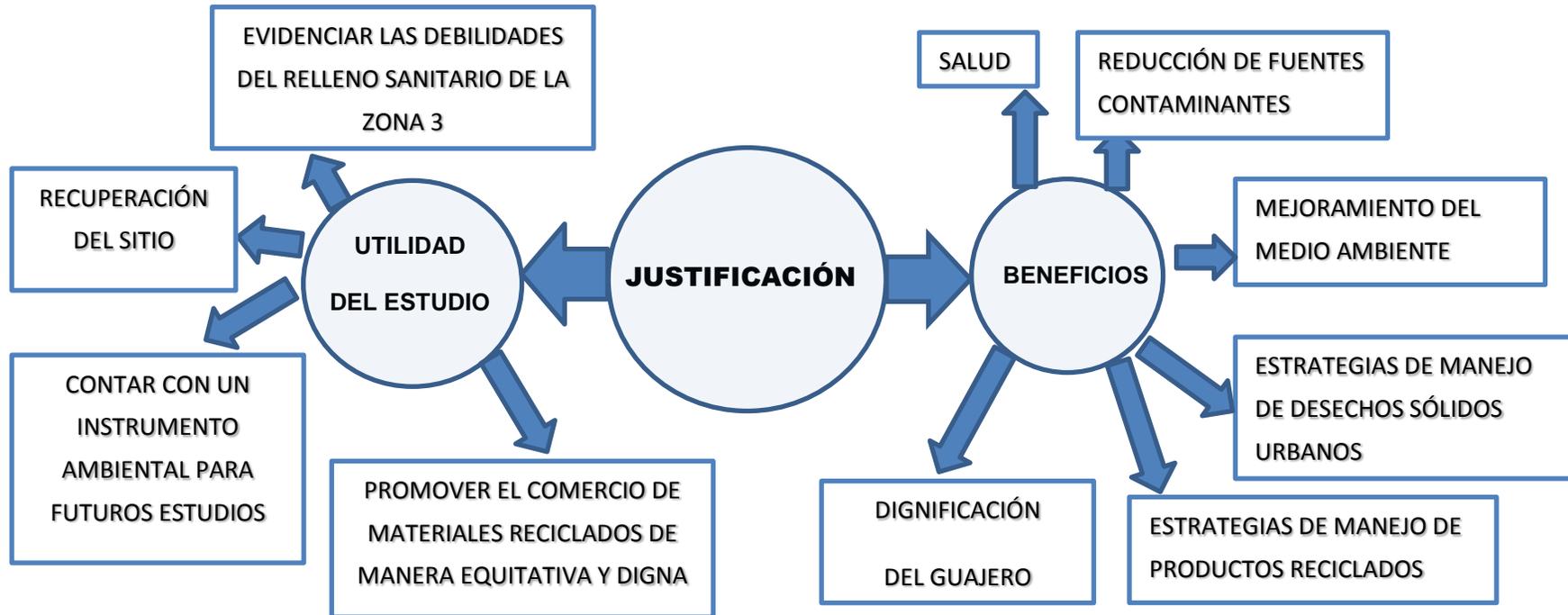
El municipio de Guatemala produce una tercera parte de la basura de todo el país. Las zonas 7 y 18 son las más pobladas y por consiguiente generan mayor cantidad de desechos.

Este trabajo tiene una relevancia social significativa, ya que toda la población de la ciudad (942,348 habitantes sumados a un alto porcentaje del resto de los municipios que suma 2, 541,581 habitantes) ejerce un impacto negativo sobre el Relleno Sanitario. Sin embargo hay muchas personas y empresas que su sustento proviene de este lugar y viven del reciclado y venta de desechos. El factor socioeconómico es de gran importancia, así como el factor de salud y seguridad y el impacto sobre los sistemas ambientales.

Para el 2020 solamente de la generación de desechos de la capital podría llegarse a una producción de 13,146 toneladas diarias según las proyecciones poblacionales del Instituto Nacional de Estadística, INE.

Es por ello que se hace necesaria la **AUDITORÍA AMBIENTAL** del lugar, para verificar los avances en la materia que la Municipalidad Capitalina ha puesto en marcha desde el año de 2009, cuando se desarrolló el Diagnóstico Ambiental del sitio, ya que Guatemala asumió el compromiso en el marco de la Agenda 21 (Cumbre de la Tierra, 1992, Brasil) que establece contar con un marco institucional, regulatorio y legal que permita la protección y mejoramiento del ambiente en general y del manejo de los desechos sólidos en particular, como uno de los contaminantes más efectivos del ambiente.¹⁴

14.- Acuerdo gubernativo 700-97



Fuente de elaboración propia

Figura 5: DIAGRAMA DE LOS ELEMENTOS DE LA JUSTIFICACIÓN

5. DELIMITACIÓN

La delimitación del problema se desglosa en tres temáticas que son: Delimitación geográfica, delimitación temática y delimitación temporal.

6.1 Delimitación geográfica

El vertedero se encuentra ubicado entre las coordenadas $14^{\circ} 37'27''$ Norte y $90^{\circ} 31'58''$ Oeste, en un terreno que forma un polígono irregular de topografía quebrada, con pendientes naturales oscilando entre las cotas 1,500 y 1,400 MSN teniendo como accidente hidrográfico más relevante el denominado río La Barranca (que nace en la parte sureste del terreno). El Vertedero se encuentra prácticamente en la zona del barranco y es un lindero del área urbana que se ha desarrollado en zonas 3 y 7 de la Ciudad Capital. Sus colindancias son: hacia el oeste con la Colonia La Verbena, zona 7; hacia el este, con colonia Oralia y el Cementerio General, en zona 3; hacia el sur con Colonia Landivar, zona 7, y hacia el norte, con el afluente del río La Barranca, que aguas abajo se une con un riachuelo que proviene de la rancharía El Rincón, que colinda con la Colonia 6 de Octubre. En cuanto a su aprovechamiento se refiere, continúa su avance hacia el norte y para fines prácticos y explicativos, puede considerarse que se encuentra a la altura de la 22 Calle final de la zona 3, contiguo al cementerio y al barranco descrito con anterioridad y cuyo vértice de desarrollo es cercano al punto de confluencia de los dos afluentes de agua indicados.

El límite del radio de influencia por su posición y por la dirección de los vientos dominantes se tomó desde la 11 Avenida "A" y 11 Calle Zona 7, Colonia Bethania, zona 7, 32 Calle "A" 0-37 Zona 3 y Avenida del Cementerio y El trébol desde la Farmacia Landivar hasta donde se intersecta con el Boulevard Liberación y zona 8 (edificio de Telgua).

Fuente de elaboración propia

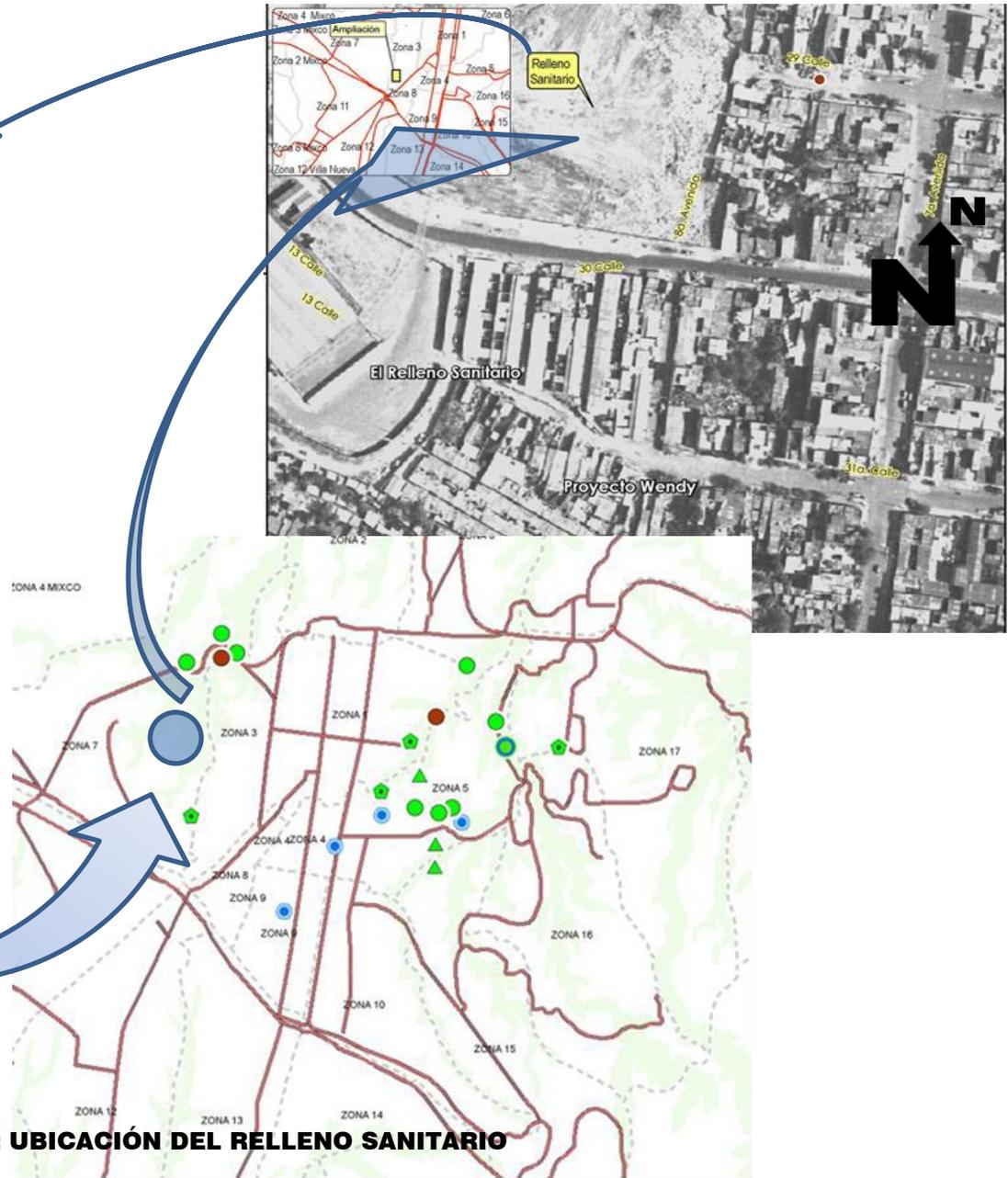
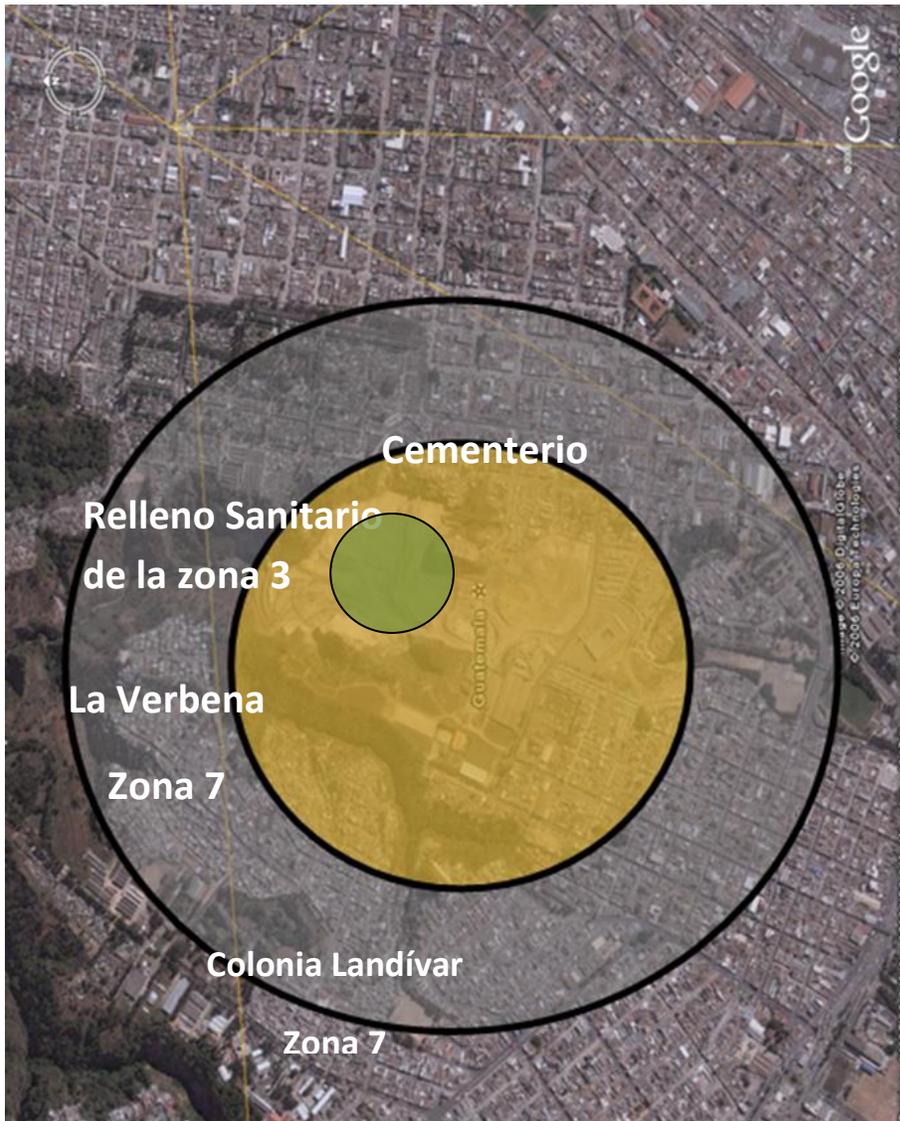


FIGURA 6: UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO



NOTA:

El radio de influencia del Relleno Sanitario no es concéntrico, sino que se ha determinado por la topografía y por los vientos predominantes (NS –SN).

Es una delimitación que varía según la época del año.

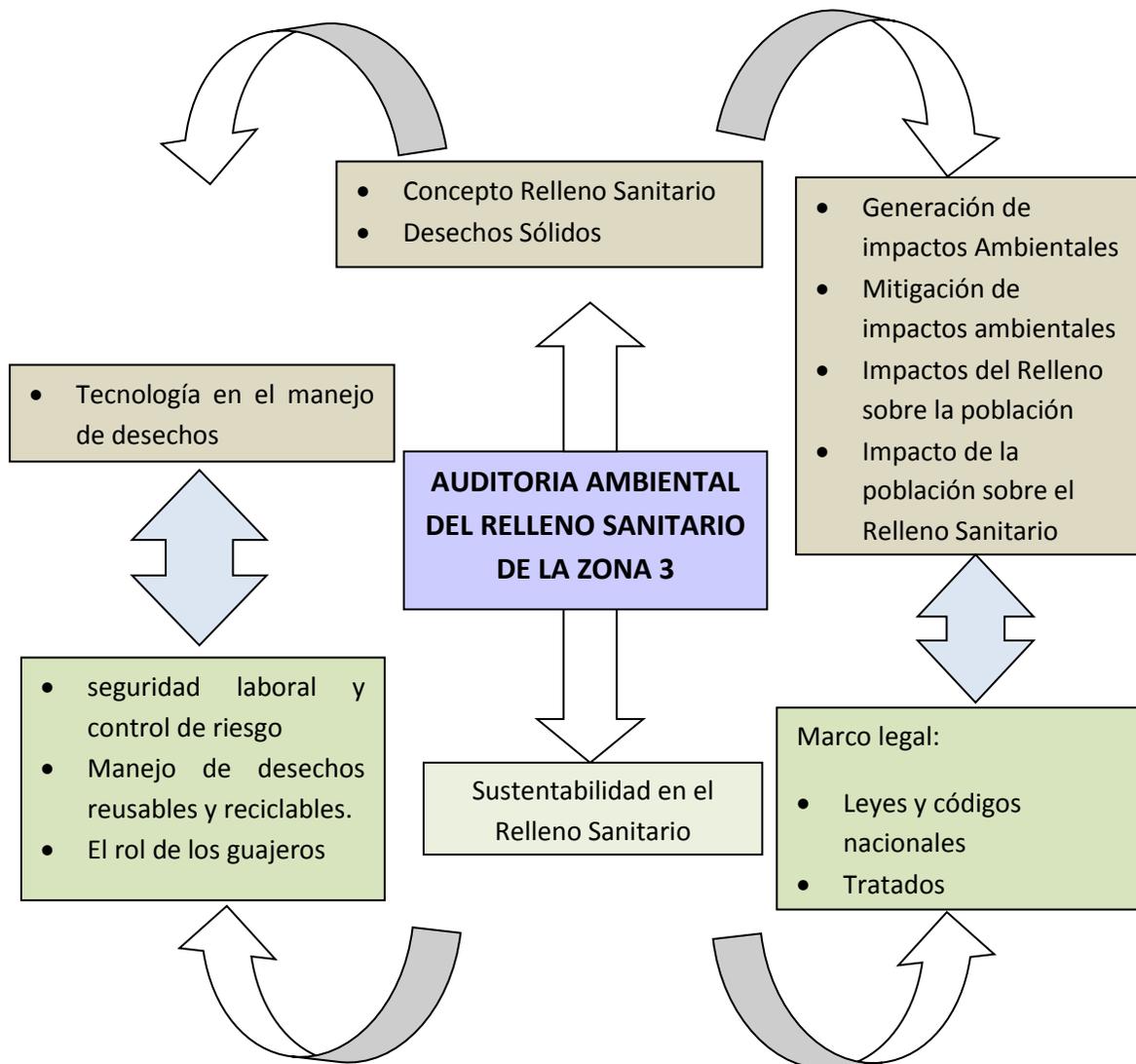


Fuente: Google earth. Fotomontaje

Figura 7. Mapa de ubicación y radio de influencia del Relleno Sanitario de la zona 3.

6.2 Delimitación Temática

Para elaborar La Auditoría Ambiental del Relleno Sanitario de la Zona 3 y la propuesta, será necesario focalizar los temas centrales de dicha investigación, así como los subtemas complementarios de los mismos, basándose en la constitución de la república y leyes vigentes en el país. (Ver Figura 3).



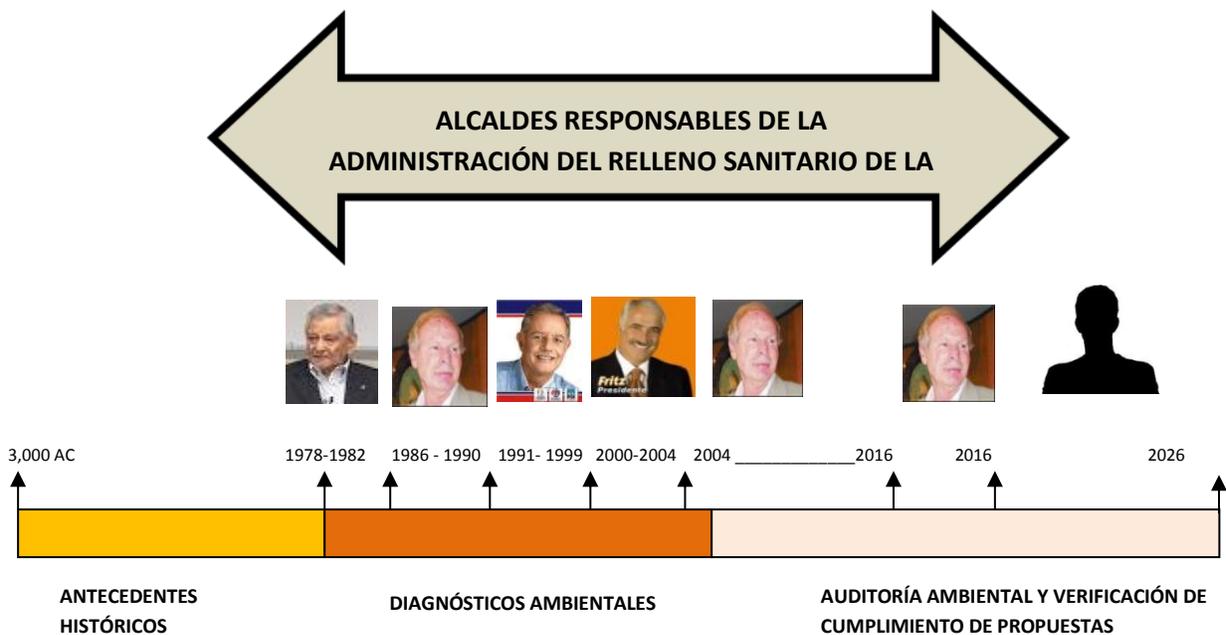
Fuente de elaboración propia

Figura 8. Delimitación Temática

6.3 Delimitación Temporal

La auditoría Ambiental del Relleno Sanitario de la zona 3, recopilará datos desde el año 2008 al año 2014, y las propuestas tendrán una proyección hacia el año 2026. Se tiene contemplado que la etapa de investigación tenga una duración de tres semanas, pero el informe y los resultados requieren de tres meses.

Se deberá realizar una auditoría de manera periódica por lo menos cada 2 años, para verificar el cumplimiento de las recomendaciones de las mismas.



Fuente Elaboración propia

Figura 9. Línea cronológica

6.4 LÍMITES Y ALCANCES DE LA AUDITORÍA AMBIENTAL

6.4.1 ÁMBITO GEOGRAFICO

Se refiere al área de influencia a nivel local, regional, y nacional. El área es definida en base a la localización de las instalaciones. Se observa la influencia en zonas aledañas, principalmente la zona 1, 2, 3, 7, 8 Y 11.

Determinar el radio de influencia es difícil, ya que en lo que a contaminación atmosférica se refiere, especialmente por malos olores, en algunas épocas del año, se propaga por casi todo el territorio de la ciudad capital; pero principalmente se definen tomando en cuenta su cercanía al vertedero de la Ciudad de Guatemala.

6.4.2 ÁMBITO TEMÁTICO

La Auditoría Ambiental toma en cuenta una serie de actividades previas, durante y posteriores a la inspección de las instalaciones, las cuales incluyen planificación, recolección de información y muestras para análisis, observaciones in-situ, y entrevistas.

Los aspectos a tomarse en cuenta en la auditoría son:

- El proceso utilizado en el manejo de desechos sólidos
- Si hay o no tratamiento adecuado de Lixiviados
- Cómo se maneja la salud y seguridad ocupacional
- Si hay control de emisiones
- Salud y seguridad de residentes aledaños

Se realizan visitas de reconocimiento a las áreas permitidas por las autoridades de la empresa, (tienen el acceso restringido), con la finalidad de observar el proceso de manejo básico de las actividades que se realizan en el lugar.

6.4.3 ÁMBITO PERSONAL

La información específicamente se recopila por medio de entrevistas y datos disponibles del personal administrativo y operativo del Relleno Sanitario de la Zona 3, y personal edil de la Municipalidad de Guatemala, como por medio de recopilación de documentos y pruebas o muestras de toxicidad con profesionales entendidos en la materia.

6.4.4 ÁMBITO INSTITUCIONAL

Para la elaboración de esta Auditoría Ambiental, se solicita la colaboración de la Municipalidad de Guatemala, de entidades ambientalistas como El Centro de Acción Legal-Ambiental y Social de Guatemala (CALAS), Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropiada (CEMAT), Instituto de Incidencia Ambiental, personal de administraciones pasadas, Cuerpo de Bomberos Municipales, Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), Autoridad del Lago de Amatitlán (AMSA),

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), La Comisión Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos (CONADESCO), El Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente IARNA, entre otros.

6.4.5 ÁMBITO DE CUMPLIMIENTO

Uno de los aspectos fundamentales de esta auditoría, es determinar si se han llevado a cabo las recomendaciones que se hicieron en el “Diagnóstico Ambiental del Relleno Sanitario de la Zona 3” en el año 2009, así como determinar una nueva propuesta para el presente trabajo de graduación.

6. MARCO METODOLÓGICO

7.1 OBJETIVOS DEL TRABAJO

7.1.1 OBJETIVO GENERAL

Llevar a cabo una auditoría ambiental para el Relleno Sanitario de la zona 3, que contribuya a la toma de decisiones para su gestión ambiental.

7.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Presentar casos análogos que contribuyan al desarrollo de un proceso metodológico para auditorías de rellenos sanitarios en Guatemala.
2. Proveer una línea basal para futuras auditorías ambientales.
3. Proveer recomendaciones para la formulación de planes de mitigación y contingencia para rellenos sanitarios.

7.1.3 METODOLOGÍA A UTILIZAR

La Auditoría se enfoca dentro del contexto organizativo, geográfico, de ubicación, funcional, y legislativo, así como de convenios y normas Internacionales referentes al Medio Ambiente, que regulan lo referente a la contaminación del suelo, el agua, la atmósfera, la contaminación visual, y el manejo de desechos sólidos, salud y seguridad laboral. Se utilizaron los procedimientos técnicos establecidos en la aplicación de Auditorías Ambientales, Normas de Evaluación y Fiscalización incluyendo las normas ISO 14,000.

La investigación es de tipo cualitativa y cuantitativa; la recolección de la información se realizó por medio de listas de verificación, análisis químico-biológicos, y entrevistas. Con la información del objeto de estudio se determinó la incidencia, distribución e interrelación entre las variables que intervienen en el problema y que se describen en otro apartado de este trabajo.

El proceso de recolección de información se realizó durante los meses de Septiembre, Noviembre y Enero (final de la época lluviosa).

En base a las características de esta investigación, se describen a continuación las siguientes fases metodológicas:

- Visitas al lugar lo que dio un panorama general de la situación del Relleno Sanitario de la Zona 3 y del manejo de los desechos sólidos y de los lixiviados.
- Recolección de información general y análisis bibliográfico con lo que se fundamentó el análisis de lo que es y lo que se hace y lo que debería ser o lo que debería hacerse.
- Entrevistas a funcionarios ediles en la Municipalidad Capitalina para conocer de las políticas de gestión en el sitio, así como de las proyecciones del tiempo que tienen previsto para que funcione el Relleno Sanitario en ese lugar y las diferentes opciones que tienen.
- Estudio del entorno del lugar y del radio de influencia, así como a los involucrados en los procesos de reciclado de desechos de los alrededores con lo que se determinó el impacto socioeconómico del Relleno Sanitario de la Zona 3.
- Entrevistas a profesionales idóneos involucrados de alguna manera con el tema del manejo del medio ambiente y de los desechos sólidos como funcionarios del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN.
- Cotejo y comparación con documentos relacionados al problema de desechos sólidos en otros países como parámetro de comparación para la auditoría.
- Análisis de metodologías empleadas en países desarrollados en el mundo, para el manejo de desechos.
- Se hizo un análisis del grado de responsabilidad del personal de campo (lo que hacen y lo que deberían hacer), así como la eficacia administrativa y organizativa de la empresa.
- Se verificó si existen ayudas de entidades internacionales, así como de acceso a financiamiento para hacer mejoras en el sistema.
- Se realizaron análisis físico químicos para determinar parámetros de contaminación en el sistema hídrico, edáfico y atmosférico.

La recopilación de la información de campo, sirve como base, para verificar el cumplimiento de los objetivos que persigue la empresa, como del cumplimiento de la ley y de las normas de salud y ambientales, y de los tratados internacionales.

a) Diagnóstico de la situación de la empresa

Se evalúa la forma en que la empresa está manejando los procesos de disposición de los desechos, así como las medidas de contingencia que se aplican para mitigar los impactos que se están causando al medio ambiente y a la salud humana.

Para determinar la calidad del agua se hace un análisis de los lixiviados del lugar así como de las aguas de los pozos abastecedores de agua entubada dentro del radio de influencia cercana para determinar si el agua que la Municipalidad Capitalina abastece al vecindario es potable, o no, determinando su grado de contaminación.

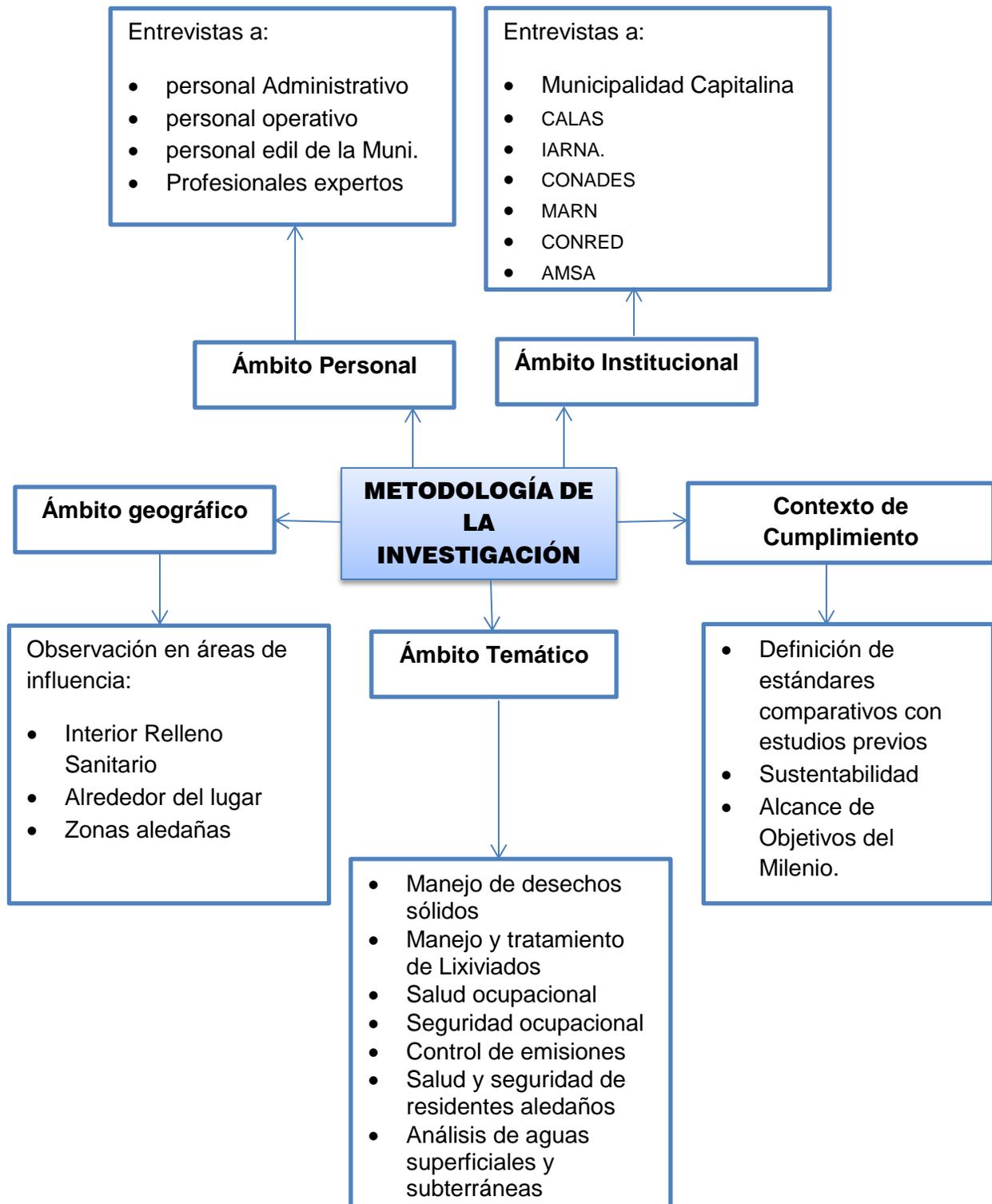
Los puntos de muestreo se definen atendiendo a la cercanía inmediata de influencia del vertedero.

b) Determinación de los impactos más relevante

En base a los estudios correspondientes que se mencionaron en el inciso anterior, se determinaron los impactos más relevantes que afectan no solo al Relleno Sanitario de la zona 3, sino a los alrededores, tanto al medio ambiente como a la salud humana.

c) Planes de mitigación, seguridad humana, seguridad ambiental y planes de contingencia.

Se hizo un análisis para una mejor disposición y manejo de desechos, así como de la idoneidad de la ubicación del actual Relleno Sanitario, tomando en cuenta el grado de los impactos y si son reversibles o irreversibles, temporales o permanentes, y la cantidad de impactos que se ejercen sobre los diferentes sistemas ambientales y si pueden ser mitigados o no.



Fuente de elaboración propia

Figura 10: METODOLOGÍA

7. MARCO TEÓRICO

“Una auditoría es una recopilación, acumulación y evaluación de evidencias sobre la información de una entidad, para determinar e informar el grado de cumplimiento entre la información y los criterios establecidos”.

“Es un proceso sistemático para obtener y evaluar de manera objetiva, las evidencias relacionadas con informes sobre actividades económicas y otras situaciones que tienen una relación directa con las actividades que se desarrollan en una entidad pública o privada. (Lic. Adelkys Rosa Sánchez Gómez)

Existen varios tipos de auditorías, como la **auditoría externa** que examina y evalúa la planificación, organización, dirección y control interno administrativo, la economía y eficiencia con que se han empleado los recursos humanos, materiales y financieros, así como el resultado de las operaciones previstas a fin de determinar si se han alcanzado las metas propuestas.

La **auditoría interna**, que es el control que se desarrolla como instrumento de la propia administración y consiste en una valoración independiente de sus actividades; la **auditoría independiente**, es la Auditoría externa que realiza una sociedad civil de servicios u otras organizaciones a entidades privadas, mixtas, otras formas de asociaciones económicas, sector estatal y cooperativo, organizaciones y asociaciones, personas naturales y jurídicas, que sean contratadas para prestar el servicio.

También las Auditorías se pueden clasificar de acuerdo con los objetivos fundamentales que persiga, como en el caso de **gestión u operacional**, que consiste en el examen y evaluación que se realiza a una entidad para establecer el grado de economía, eficiencia y eficacia en la planificación, control y uso de los recursos y comprobar la observancia de las disposiciones pertinentes, con el objetivo de verificar la utilización más racional de los recursos y mejorar las actividades y materias examinadas. Puede ser **financiera** o **especial**, que consiste en la verificación de asuntos y temas específicos, de una parte de las operaciones financieras o administrativas, de determinados hechos o situaciones especiales y responden a una necesidad específica. Así mismo, comprenden trabajos de investigación, se realiza con el objetivo de conocer en qué medida se han erradicado las deficiencias detectadas con anterioridad.¹⁵

Específicamente en este trabajo se aplicará una **auditoría ambiental**, la cual está descrita en el **reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, acuerdo gubernativo no XX-2006 del ministerio de ambiente y recursos naturales MARN**.

En el **Artículo 4** de dicho reglamento, se encuentra el **Sistema de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental**, y lo define como “el conjunto de entidades, procedimientos e instrumentos técnicos y operativos cuya organización permite el desarrollo de los procesos de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades que, por sus características, pueden producir deterioro a los recursos naturales,

15. & John W. Cook y Gary M. Winkle (1987), Auditoría, 3° Edición, McGRAW-HILL, Buenos Aires-Argentina

renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional”.¹⁶

Entre los Diferentes instrumentos de Control y Seguimiento Ambiental que menciona el ARTÍCULO 20 del mismo reglamento, para los proyectos, obras, industrias, o actividades que se encuentren en ejecución, están:

- a) **Auditorías ambientales.**
- b) **Seguimiento y vigilancia ambiental.**
- c) **Compromisos ambientales.**

En este mismo documento, en el ARTICULO 21, define las **Auditorías Ambientales** como “un mecanismo de verificación sistemático y documentado, utilizado para evaluar el grado de cumplimiento de los planes de gestión ambiental y determinar criterios para garantizar su cumplimiento. Puede ser de carácter voluntario, con el propósito de certificación, registro, así como de calificación ambiental y para obtención de los incentivos que se establecen en este reglamento”.

Este instrumento podrá ser presentado voluntariamente por el responsable del proyecto, obra, industria o actividad o ser solicitado por el “MARN” caso en el cual deberá ser presentado de forma obligatoria, en los casos que este así lo determine.

Para que la Auditoría pueda realizarse correctamente, es importante manejar adecuadamente los conceptos de **ambiente**, que no es más que “El sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana o natural, y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo el ser humano”.¹⁷

Cuando hablamos de **gestión ambiental**, nos referimos al “Conjunto de operaciones técnicas y actividades gerenciales, que tienen como objetivo asegurar que el proyecto, obra, industria o actividad, opere dentro de las normas legales, técnicas y ambientales exigidas.”¹⁸

La auditoría ambiental y el plan de mitigación, contingencia y seguridad industrial para el relleno sanitario de la zona 3, se basará en los enfoques reduccionista, holístico y sistémico.

El enfoque reduccionista divide el objeto de estudio en sus elementos y los estudia por separado. En el caso del estudio al ambiente son tan importantes los fenómenos como las relaciones entre ellos.¹⁹

16. ACUERDO GUBERNATIVO No XX-2006 DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.

17. ACUERDO GUBERNATIVO 23-2003. Artículo 3, inciso A

18. ACUERDO GUBERNATIVO 23-2003. Artículo 3, inciso f

19. <http://biblio3.url.edu.gt/> TEORÍA REDUCCIONISTA. Capítulo 2.

En el enfoque holístico se estudian, tanto los elementos como las relaciones entre ellos. Para contribuir a estudiar el ambiente desde este enfoque nos apoyaremos en la teoría de sistemas (enfoque sistémico).

El enfoque sistémico es un esfuerzo de estudio interdisciplinario que trata de encontrar las propiedades comunes a entidades llamadas sistemas. Éstos se presentan en todos los niveles de la realidad, pero que tradicionalmente son objetivos de disciplinas académicas diferentes. Su puesta en marcha se atribuye al biólogo austriaco Ludwing von Bertalanffy quien acuñó la denominación a mediados del siglo XX.²⁰

Un sistema es también un conjunto de elementos; en donde todos los elementos están relacionados entre sí, y así considerar el comportamiento global. De esta forma se incluyen en esta auditoría el Sistema biótico y el sistema abiótico y cada uno de los elementos que lo componen.

Es importante también saber lo que es un **relleno sanitario**. Es un método de ingeniería mediante la cual diariamente los desechos sólidos se depositan, esparcen, acomodan, compactan y cubren empleando maquinaria. Su fin es prevenir y evitar daños a la salud y al ambiente, especialmente por la contaminación de los cuerpos de agua, de los suelos, de la atmósfera y a la población al impedir la propagación de artrópodos y roedores.

Existen varios tipos de rellenos sanitarios. Según su forma de operación se dividen en:

- a) Relleno sanitario manual.
- b) Relleno sanitario mixto
- c) Relleno sanitario mecanizado.

El relleno sanitario manual se utilizará como método de disposición final de los desechos ordinarios de poblaciones urbanas y rurales que generen menos de 20 toneladas. En este tipo de relleno sanitario sólo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas, así como para la excavación de zanjas, la extracción, el acarreo y distribución del material de cobertura. Todos los demás trabajos, tales como construcción de drenajes para lixiviados y chimeneas para gases, así como el proceso de acomodo, cobertura, compactación y otras obras conexas, se llevan a cabo manualmente.

El relleno sanitario mixto, se usa cuando la producción es de 20 a 40 toneladas diarias de desechos ordinarios, y según lo requieran las condiciones financieras y ambientales de cada caso.

El relleno sanitario mecanizado se utilizará como método de disposición final de los desechos ordinarios de poblaciones urbanas que generen más de 40 toneladas diarias. En este caso se requiere de equipo pesado permanentemente en el sitio, así como de estrictos mecanismos de control y vigilancia de su funcionamiento.

En un relleno sanitario, a medida que se va colocando la basura, ésta es compactada con maquinaria al menor volumen práctico y cubierta con una capa de tierra y otros materiales

20. Ludwing von Bertalanffy. **TEORÍA GENERAL DE LOS SISTEMAS**. 2009. <http://suang.com.ar/>

para posteriormente cubrirla con una capa de tierra que ronda los 40 cm de grosor y sobre esta depositar otra capa de basura y así sucesivamente hasta que el relleno sanitario se da por saturado. Además, como forma de minimizar el impacto ambiental y como implementación del Protocolo de Kioto los rellenos sanitarios incluyen tratamiento de lixiviados, que son los líquidos producidos por la basura, quema de gases de descomposición, principalmente el metano, planes de reforestación en el área del relleno sanitario y control de olores. Debido a que los residuos confinados sin tratamiento contienen un alto potencial de peligro para el medio ambiente (daños en la impermeabilización en el transcurso de tiempo). En Europa ya tienen normas que exigen un tratamiento de los residuos antes de confinar para eliminar su potencial peligro tanto para el ambiente como la salud humana.

Se entiende por disposición final a la operación controlada y ambientalmente adecuada de depositar los desechos en un relleno sanitario, según su naturaleza.

En los rellenos sanitarios municipales, solamente se depositan **desechos sólidos ordinarios**, que son sólidos, gases, líquidos fluidos y pastosos que no requieren de tratamiento especial antes de ser dispuestos. Según su tipo y procedencia, se agrupan de la siguiente forma:

- Desechos domésticos y similares: domiciliarios, administrativos, comerciales e industriales similares a los domésticos, barrido de calles, desechos de jardín, etc., que por su naturaleza, composición, tamaño y volumen, son incorporados en las recolección que efectúa la entidad de aseo urbano.
- Escombros: son desechos provenientes de la demolición de construcciones y tierras de excavaciones.
- Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales domésticas o similares.

Todo relleno sanitario tiene una vida útil, que es el período de tiempo comprendido entre el inicio de las operaciones del relleno sanitario y su clausura.

Es de suma importancia que el manejo del Relleno Sanitario de la Zona 3 sea sostenible y sustentable, entendiéndose como sustentabilidad a la cualidad de poderse mantener por sí mismo, sin ayuda exterior y sin agotar los recursos disponibles. En el contexto económico y social, la sustentabilidad se define como la habilidad de las actuales generaciones para satisfacer sus necesidades sin perjudicar a las futuras generaciones.

8.1 PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DEL TERRENO DE UN RELLENO SANITARIO

Para la ubicación de un relleno sanitario, algunos de los aspectos que se toman en cuenta son la localización geográfica del sitio, su topografía y su dimensión a manera de controlar su expansión a otras áreas. Este se debe ubicar en un terreno elevado lejos del manto freático.

El suelo del terreno que se escoge para crear el relleno sanitario debe ser de tipo impermeable, para que no absorba fácilmente los escurrimientos de los lixiviados. Aunque

el terreno cumpla con estos requisitos de impermeabilidad, es necesario además recubrir con geomembranas el suelo, y encausar, recolectar y dar tratamiento a los lixiviados.

El terreno también debe tener estabilidad geotécnica, pues no debe haber riesgo de deslizamientos de los taludes que pondrían en riesgo las obras que se realicen. El terreno tampoco debe localizarse a menos de 100 m de zonas de fallas geológicas existentes y no debe estar ubicado en un área boscosa y con captación hídrica alta (a 200m lineales de cuerpos de agua como ríos etc.).

Debe tener una pendiente entre el 4% y el 16%, ya que en una pendiente menor la posibilidad de anegamientos al momento de lluvias copiosas es alta, y en una pendiente mayor al 16% no permite el adecuado manejo de maquinaria y de tecnología para la ubicación de los desechos sólidos. Tampoco debe estar en un área protegida.

Se debe tener en consideración la ubicación de un relleno sanitario, el cual no debe estar en un radio menor de 1 Km. de un poblado o de algún tipo de proyecto industrial o comercial, con el fin de prevenir los impactos potenciales que pueda causar, asociado a emisiones de gases, olores, enfermedades y de impacto visual.

Se debe buscar que el proyecto cuente con vías de acceso apropiadas y que no sea requerida la construcción de nuevas vías de longitud importante, ya que esto tiene relación directa con el impacto que se causaría sobre el medio ambiente y sobre los costos de adecuación del terreno.

El lixiviado²¹ es el líquido que se ha filtrado a niveles inferiores de un suelo. Estos líquidos por lo general son los "sueros" que se escurren de algún cuerpo orgánico durante el proceso de descomposición. No necesariamente tiene que haber lluvia o algún otro líquido para que se generen, aunque obviamente es mucho más rápido y en mayor cantidad si hay presencia de lluvia o riego. Es uno de los líquidos más contaminados y contaminantes que se conozcan, en especial cuando existen también desechos inorgánicos.

Vale la pena recordar que los lixiviados contienen todos los grupos de contaminación como son la contaminación por patógenos, por materia orgánica, la contaminación por nutrientes, y por sustancias tóxicas y minerales. El lixivio es nocivo, ya que además de residuos sólidos en descomposición puede contener residuos de hierro, mercurio, plomo, zinc, amoníaco y otros metales de latas oxidadas, acumuladores viejos, pinturas, pesticidas, líquidos de limpieza, tintas de periódico, etc., que, a la larga, son el mayor riesgo de contaminación para las capas freáticas que los de las materias orgánicas. Cuando no se recolectan adecuadamente y luego se tratan, los lixiviados contaminan las aguas subterráneas, las aguas superficiales y los suelos. Además son causantes de la lluvia ácida, la cual está ocasionando el oscurecimiento del planeta y el cambio climático. Así mismo son causantes de los malos olores que se perciben dentro y fuera de las instalaciones.

Por otra parte la emisión de gas más importante es la de **gas metano o biogás**, como producto de la acumulación de lixiviados, y presenta un riesgo constante de incendios

21. Science report Improved definition of leachate term from landfills , Environment Agency, Science Report P1-494/SR1

en el lugar. El biogás se produce por la digestión anaeróbica con bacterias anaerobias o de fermentación de materiales biodegradables, tales como estiércol, aguas residuales, residuos municipales, material vegetal, etc.

El biogás comprende principalmente metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) y pueden tener pequeñas cantidades de sulfuro de hidrógeno (H_2S), y siloxanos. Los gases metano, el hidrógeno y el monóxido de carbono (CO), se pueden quemar u oxidar con oxígeno ya que es un gas producido por la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno.

Según el inventario de gases de efecto de invernadero, la disposición de desechos sólidos a cielo abierto produce el 95% de gas metano, y del óxido nitroso emitido en el país. Estos gases son causantes de enfermedades especialmente a la población que vive en los alrededores del lugar. Cabe recordar que el gas metano en sí es inodoro.

En un relleno sanitario, el tratamiento y recolección de lixiviados y la captura y quema de biogás están ligados. Para ello, el relleno sanitario debe contar con las siguientes instalaciones:

1. SISTEMA DE CAPTACIÓN DE BIOGAS

• **Drenes de captación de lixiviados:**²² Pueden ser pozos verticales en rellenos de al menos 10 metros de profundidad o drenes horizontales en zonas del relleno de menor profundidad. Su construcción puede ser durante la operación del propio relleno de residuos, o posterior al cierre de cada celda. En un radio de 3 metros del cabezal se instala una membrana de polietileno de alta densidad como barrera para la entrada de aire cuando se somete el pozo a depresión.



Fuente: Pablo Zamonsky y Sebastián Bajsa

Foto 1: Cabezal de pozo construido post relleno



Foto 2: Pozo levantado al construir el relleno



Foto 3: Cabezal de dren horizontal

Figura 10. Ejemplos ilustrados captación de biogás

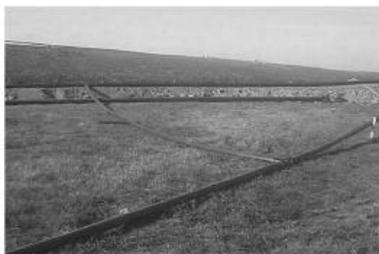
22. Zamonsky Pablo, Bajsa Sebastián. GAS CAPTURE AND BURN AND ITS USE TO GENERATE ELECTRICITY. THE EXPERIENCE AT LAS ROSASSANITARY LANDFILL ANDFILL E-mail: pablo@aborgama.com

- **Líneas de conducción del biogás**²³ se tienden desde los cabezales de los drenes de captación hasta la central de desgasificación. Pueden instalarse enterradas o tendidas sobre la capa final del relleno. Se construyen en polietileno de alta densidad, y se dimensionan de modo de limitar la máxima pérdida de carga y velocidad del biogás. Dado que el biogás emana del montículo de residuos sobresaturado de humedad en el tendido sobre el relleno, al estar los tubos a temperatura ambiente, se genera una cantidad importante de condensación que desestabiliza el flujo, la presión y pueden llegar inclusive a obstruir ramales de conducción. Se debe dar pendiente a las tuberías e instalar en los puntos bajos purgas de condensado que se puede reinyectar en el relleno o enviar a la planta de tratamiento de lixiviado.

- **Bombas de lixiviado:** Extraen el lixiviado de los pozos. Son usualmente neumáticas para evitar riesgos de explosión.

- **Central de desgasificación**²⁴. Consta de un colector al que ingresan las líneas de conducción a través de válvulas manuales o automáticas. La depresión en este colector se debe mantener constante para estabilizar el sistema. Esto se logra por medio de una válvula reguladora o de un control de velocidad del soplador. Para la succión se instalan aspiradores centrífugos, cuya presión de salida depende si el biogás se destina a quema o a generación eléctrica.

En caso de generación eléctrica se instala un equipo secador de biogás (en general un enfriador por agua) para quitar el remanente de agua. La instalación eléctrica debe ser anti explosión.



Línea de conducción



Sala de desgasificación



Antorcha

Fuente: Pablo Zamonsky y Sebastián Bajsa

Figura 11. Ilustración de los procesos de mitigación de metano

23. Zamonsky Pablo, Bajsa Sebastián. GAS CAPTURE AND BURN AND ITS USE TO GENERATE ELECTRICITY. THE EXPERIENCE AT LAS ROSASSANITARY LANDFILL ANDFILL E-mail: pablo@aborgama.com

24. IDEM

- **Sala de control.**²⁵ Contiene el panel de control del comando de la central de desgasificación y comunicación con la central de generación de energía eléctrica, así como medidores de CH₄, O₂, transductores de presión, etc., y un sistema de control de proceso por ordenador.
- **Antorcha:** Si se genera energía eléctrica sólo funciona cuando la generación está fuera de servicio. La combustión del biogás reduce las emisiones de metano a la atmósfera contribuyendo globalmente a la reducción de gases de efecto invernadero y localmente a la mejora de la calidad del aire (disminución de riesgos de explosión).²⁶
- **Generadores de energía eléctrica:** Para potencias menores a 4 MW se utilizan motores de combustión interna o micro turbinas de baja potencia, para mayores potencias turbinas de gas y hasta de vapor.

En el caso en que no se utilice el biogás, los lixiviados deben drenarse hacia una laguna de oxidación o hacia una planta de tratamiento, para que ese líquido pueda ser enviado a los colectores municipales o algún cuerpo de agua, sin la contaminación propia de los lixiviados. También pueden oxigenarse, para eliminar las bacterias anaeróbicas.

8. CASOS ANÁLOGOS

En el siguiente capítulo se adjuntan dos casos análogos que demuestran la manera óptima en que un relleno sanitario puede manejarse y los beneficios que pueden brindar a la población, aunque definitivamente ningún relleno sanitario puede decir que no genera ningún impacto negativo. El motivo por el que se escogieron ambos rellenos sanitarios es porque están bien documentados y se encuentran en América y Europa y ambos son modelo el manejo de desechos.

9.1 Manejo de Residuos Sólidos Municipales en la Ciudad de Los Ángeles (USA)

En la ciudad de Los Ángeles, se han tomado muy en serio el proceso de las “3Rs”: **reducir, reusar y reciclar.**

En los años 90's se implementa el reciclaje y los desechos son recolectados en camiones con contenedores amarillos automatizados. En Septiembre de 1997, la Cuidad distribuyó contenedores azules, negros y verdes de 0.34 m³, 0.227 m³, 0.133 m³.

Estos contenedores se distribuyen a los dueños de casa, y evita que se tenga que hacer una separación de los residuos sólidos, ya que son llevados dentro de los recipientes, los cuales

25. Zamonsky Pablo, Bajsa Sebastián. GAS CAPTURE AND BURN AND ITS USE TO GENERATE ELECTRICITY. THE EXPERIENCE AT LAS ROSASSANITARY LANDFILL ANDFILL . Uruguay, Montevideo. E-mail: pablo@aborgama.com

26. IDEM

son cambiados por la empresa cada vez que se recoge la basura. Los reciclables van a ser separados de la basura en el Centro de Recuperación de Materiales (MRF).

Los desperdicios de los jardines son recogidos por separado y son reciclados y usados para cubrir terrenos, como fertilizantes o como tierra.

El recipiente negro es para basura y reciclables. El recipiente verde es para los desperdicios de los jardines (hojas, recortes de árboles o de césped, etc.) y no se permiten hojas de palmeras cactus, o suculenta.

Los recipientes automatizados son fáciles de mover y con tapas incorporadas; eso hace que los animales se mantengan alejados. Estos nuevos contenedores son recolectados por camiones con motores de gasolina nuevos y eficientes.



1. AUTOMATIZADOS

2. CONTENEDORES MRF

3. RECOLECCIÓN

No se pueden colocar materiales peligrosos, como pinturas, insecticidas, productos de petróleo (aceite de motor, solventes, etc.) en ninguno de los recipientes. Si se encuentran materiales peligrosos, el recipiente se marca con una etiqueta y no lo recogen hasta que se remuevan estos materiales.

Figura 12. PROCESO DESDE SELECCIÓN HASTA EMBALAJE



Fuente: Geosynthetics News. Colbond. Volumen 6, no 12

Después de la recolección de los desechos sólidos en los recipientes, es trasladada a un centro de separación de desechos, en donde se clasifica el material reciclable. Los centros de recuperación de materiales utilizan tecnología mecánica con sensores, y emplean mano laboral para separar los materiales reciclables. Las categorías de separación de materiales son: Fibras de papel, plásticos, vidrios y metales.



Se puede observar la limpieza del sitio de bodega

Las fibras de papel se separan por categorías: periódico, cartón corrugado, papel de oficina y papel mezclado. Estos son prensados para su venta por toneladas.

El plástico es separado en categorías de PET, HDPE coloreado, HDPE claras, plásticos mixtos.

Los envases de vidrio son separados por color (verde, claro, ámbar).

Los metales son separados por separadores magnéticos para el acero, y separadores electrostáticos para el aluminio. Después de la clasificación de los desechos, lo que no es de utilidad, se traslada al relleno sanitario, en donde tiene su disposición final.

El producto de material de jardinería, es procesado para enriquecer el suelo para el sellado del relleno y la jardinería del mismo.

BENEFICIOS AL IMPLEMENTAR EL PROGRAMA

- Creación de nuevos mercados.
- Creación de fuentes de empleo.
- Ventas de lo reciclable.
- Mejor imagen de la ciudad.
- Protección al ambiente Suelo, Agua, Aire, mejoramiento en la seguridad y salud de los habitantes.



Fuente: Geosynthetics News. Colbond. Volumen 6, no 12

Figura 13. PROCESO DE COMPOSTAJE Y MATERIA ORGÁNICA PARA JARDINERÍA

El Relleno Sanitario es de manejo privado y es el único relleno sanitario en la Ciudad de Los Ángeles. Tiene una capacidad para depositar 11,000 toneladas diarias de desechos.

Está recubierto con geomembranas para evitar la contaminación del agua subterránea y cuenta con un sistema de colección de lixiviados y tratamiento. Los desechos son tapados con una capa de tierra de 15cm. diariamente. Cuenta con un sistema de colección de metano para producción de electricidad.

Se estima que para el año 2025 llegue al límite de su capacidad.

La Ciudad de Los Ángeles contribuye con 3,300 ton/día, (contrato de 20 años). El costo por tonelada es de \$40.00 dólares.



Fuente: Geosynthetics News. Colbond. Volumen 6, no 12



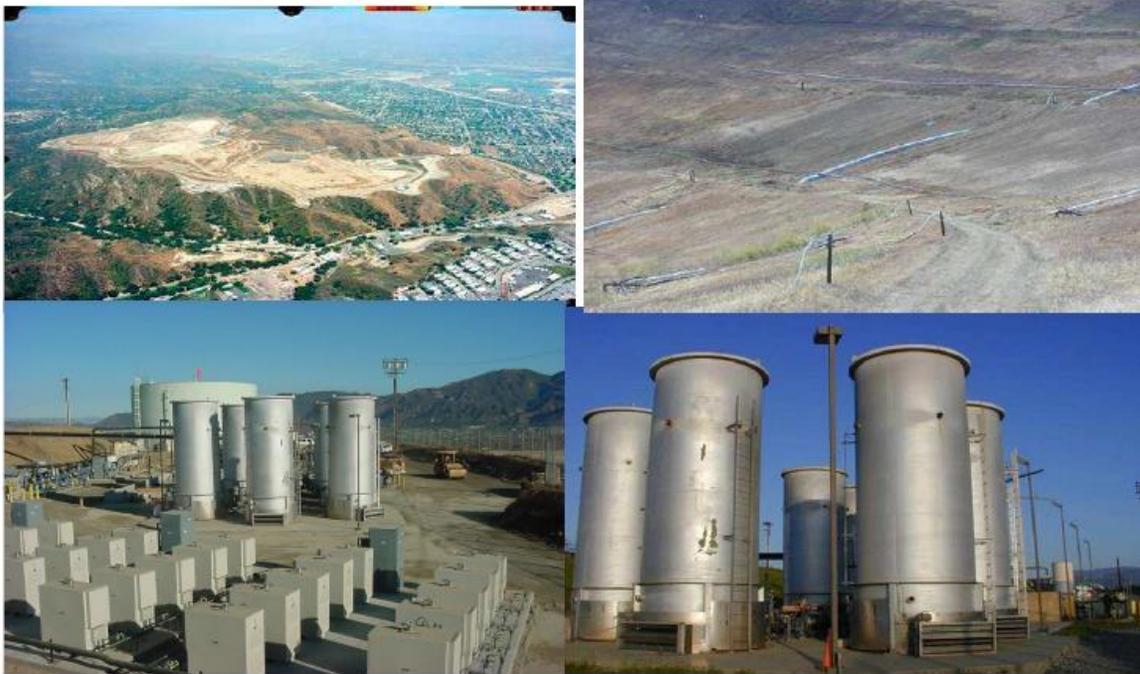
Fuente: Geosynthetics News. Colbond. Volumen 6, no 12

Figura 14. flotilla de camiones utilizados para la recolección de desechos sólidos



Fuente: Geosynthetics News. Colbond. Volumen 6, no 12

Terreno Preparado Para El Relleno Sanitario



Fuente: Geosynthetics News. Colbond. Volumen 6, no 12

Figura 15. Planta de captación de gas metano para transformarlo en energía eléctrica

9.2 Manejo de Desechos Sólidos en Alemania: Relleno sanitario Deponie Ihlenberg

Con un total de 165 hectáreas, Deponie Ihlenberg es el relleno sanitario más grande de Europa.

Ubicado cerca del puerto alemán norteño de Rostock y al río Trave, tiene localización geológicamente perfecta encima de un glacial impermeable. El sitio Ihlenberg no es solamente uno de los más grandes, sino que se puede argumentar que es uno de los rellenos sanitarios más modernos en funcionamiento.

La construcción comenzó a principios de la década del 80, bajo los auspicios de la ex-República Democrática Alemana. Los preparativos en esa época implicaban la disposición de una barrera de cemento de tres metros de espesor, una capa mineral selladora de 1,5 metros de espesor (diseñada para permanecer a prueba de goteos por un período de 150 años), un forro de polietileno de alta densidad y un geotextil no tejido de protección. Desde entonces, alrededor de 13 millones de toneladas de basura procesada biomecánicamente (un 65% de basura doméstica y aproximadamente un 35% de basura más pesada), han sido depositados.

El metano utilizable es entubado a una estación de energía ubicada en el sitio, donde es usado para generar energía termal y eléctrica tanto para las operaciones del relleno sanitario como para el uso público. El gas “malo” es pasado a través de una instalación similar de incineración, donde es quemado a una temperatura no menor a los 1,200°C.

No lejos de la estación de energía existe otra característica única: una instalación donde el lixiviado es limpiado desde la montaña con un proceso de osmosis reversible. Después de que éste es captado en el sistema de captura del relleno sanitario que se encuentra protegido de la erosión por alrededor de 170.000 metros cuadrados de geotextil, es pasado a la cuenca de recolección local de 135.000 m³. Éste recibe un pre-tratamiento por medio de agitación y oxigenación, y con la adición de ácido sulfúrico y un regulador de pH. Luego es bombeado a la instalación de osmosis reversible. Esta instalación de alta tecnología, es una de las más grandes y eficientes de su tipo en Europa. Operando a alta presión, puede procesar aproximadamente 48 m³ de colada por hora. El proceso mismo implica permitir que el agua limpia pase a través de la membrana, mientras que los contaminantes permanecen atrás. El líquido contaminado, denominado aquí como “concentrado”, es mezclado con un encuadrador de tipo cemento y depositado en celdas especiales en el relleno sanitario.

El agua limpia que resulta de este proceso, es tan pura que los contenidos minerales y orgánicos deben realmente ser agregados antes de que sea bombeada al “biotopo”, y finalmente regresada para el uso local.

La legislación con respecto al medio ambiente tanto local como estatal es muy estricta, y el control es muy completo²⁷.

En el caso de Guatemala por la mala disposición de los desechos no acumula suficiente gas metano como para que pueda ser comercializado, aunque varias veces se han hecho los intentos por parte de organizaciones internacionales como JICA, USAID y por parte de empresas privadas como Carbon Trade.

27.VARIOS AUTORES. **RELLENOS SANITARIOS EN EL PYISAJE**. Geosynthetics News. Colbond. Volumen 6, no 12

9. MARCO LEGAL

La Auditoría Ambiental tendrá como fundamento principal La Constitución de la República, el Código Municipal como ente regulador y encargado del manejo de los desechos sólidos de la capital, así como el Decreto 68-86 del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN, el Acuerdo Gubernativo 20-2002 del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Decreto 96 del Ministerio de Salud Pública y tratados ambientales de entidades nacionales e internacionales, los cuales se señalarán cumpliendo con la jerarquía de las leyes que determina la ley.

MARCO LEGAL		
DOCUMENTO	CAPÍTULO Y ARTÍCULO	TÓPICO
Constitución de la República de Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 97 	<ul style="list-style-type: none"> • Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico
Decreto 68-86	<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 1 • Artículo 10 • TÍTULO II, Capítulo Único, Artículo 11 y 12 • TÍTULO III, Capítulo 1, Artículo 15 • Capítulo VI 	<ul style="list-style-type: none"> • Obligaciones del Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional con el Medio Ambiente. • Vigilancia del Organismo Ejecutivo para el cumplimiento de esta ley. • Equilibrio ecológico y calidad de vida de los habitantes. • Protección y mejoramiento de los recursos naturales, promoción de tecnología apropiada, salvar y restaurar los cuerpos de agua. • Obligación del gobierno de velar por la cantidad y calidad de agua, revisar constantemente las disposiciones de aguas servidas o contaminadas • Conservación y protección de los servicios bióticos.
ACUERDO GUBERNATIVO 173-2010	<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 21. • Artículo 22 	<ul style="list-style-type: none"> • De los diferentes Instrumentos de Control y Seguimiento Ambiental • Auditorías Ambientales

<p>CÓDIGO MUNICIPAL DECRETO 12-2002</p>	<ul style="list-style-type: none"> • TÍTULO I, Generalidades, Artículo 17 • TÍTULO V, Capítulo I. Artículo 68 	<ul style="list-style-type: none"> • Derechos y Obligaciones de los Vecinos • Competencias Municipales
<p>ACUERDO MINISTERIAL 234-2004</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CONADES 	<ul style="list-style-type: none"> • CONADESCO es sustituida por CONADES
<p>ACUERDO GUBERNATIVO 111-2005</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 1. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobar la política Nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos.
<p>DECRETO 90-97 CÓDIGO DE SALUD</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 102 al Artículo 108 • Libro II, TÍTULO I, Capítulos II, III, IV, V, VI, VII, VIII, 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia de las Municipalidades en relación a los desechos sólidos • Regulación de desechos hospitalarios e industriales. • Se refiere a diferentes aspectos relacionados al saneamiento del Medio Ambiente, el abastecimiento de agua potable, la disposición y eliminación de excretas y aguas servidas, desechos sólidos, afluentes residuales, riesgos colectivos e higiene laboral
<p>DECRETO 17-73, CÓDIGO PENAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Artículo 494, numeral 14 • Artículo 347 • Artículo 347 “A” 	<ul style="list-style-type: none"> • Sanciones por mal manejo de desechos • Delito contra los recursos forestales • Sanciones contra quien contamine el aire, el agua, o el suelo.
<p>ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo X, Artículo 55 y 56 	<ul style="list-style-type: none"> • Prohibiciones relacionadas con las aguas residuales de tipo ordinario. Prohibición de contaminar el manto freático con aguas residuales
<p>AGENDA 21 (Río de Janeiro, 3-</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo 6 • Capítulo 7 	<ul style="list-style-type: none"> • Protección y fomento de la salud humana • Fomento del desarrollo sostenible de los recursos

4 de Junio 1992. INFORME DE LA CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO	<ul style="list-style-type: none"> • Capítulo 18 • Capítulo 21 	humanos <ul style="list-style-type: none"> • Protección del agua dulce • Manejo de desechos sólidos de manera sustentable y reciclado
OHSAS 18001		<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de la Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo

Fuente de elaboración propia

Tabla 5. MARCO LEGAL

También la auditoría toma como marco legal las normas ISO 14,000 e ISO 9,000.

11. MARCO DE REFERENCIA

11.1 CARÁCTERÍSTICA SOCIAL

Para ingresar al Relleno Sanitario de la Zona 3 se hace a través de la 6ª avenida y 30 calle de la zona 3.

Las calles aledañas desde la 3ª avenida de la zona 3 hasta la 5ª avenida no presentan ningún indicio de que pueda estar cerca el basurero, excepto por el mal olor que se percibe. En las banquetas se encuentran varios comercios de economía informal. El tipo de población que se observa en este sector es clase media baja, incluso por el tipo de viviendas que deben ser de adobe o ladrillo repellido, del tipo de arquitectura usada aproximadamente el 1930-40.

A partir de la 6ª avenida, se empiezan a visualizar ventas de materiales de reciclaje o re-uso y se observa un gran movimiento comercial de parte de los guajeros y de movimiento vehicular, tanto por parte de los vehículos que recolectan la basura como de vehículos que se acercan al lugar a comerciar los materiales. Este paisaje predomina también desde la 34 calle a la 25 calle de la zona 3. También se observa una clase social más baja, y por lo general son familias que están relacionadas con la recolección de basura o guajeros dentro del Relleno Sanitario de la Zona 3. Las casas son más sencillas y con menos metros cuadrados por vivienda. Algunas de ellas se encuentran construidas sobre el relleno del antiguo botadero. Las avenidas alrededor del vertedero son solamente peatonales, aunque a veces es utilizada por ciclistas y motoristas, y en casi todas las viviendas se observa cómo el negocio de los desechos para reciclado es el soporte económico de las familias que habitan en el lugar.

Conforme se acerca al Relleno Sanitario el impacto al paisaje va cambiando como se muestra en las fotos a continuación:



5ª av. Zona3



Avenida del cementerio y 14 calle z.3

FIGURA 17



FIGURA 18



28 calle zona 3



30 calle zona 3

Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

FIGURA 19



Asentamiento Colóm Argueta

Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

FIGURA 20

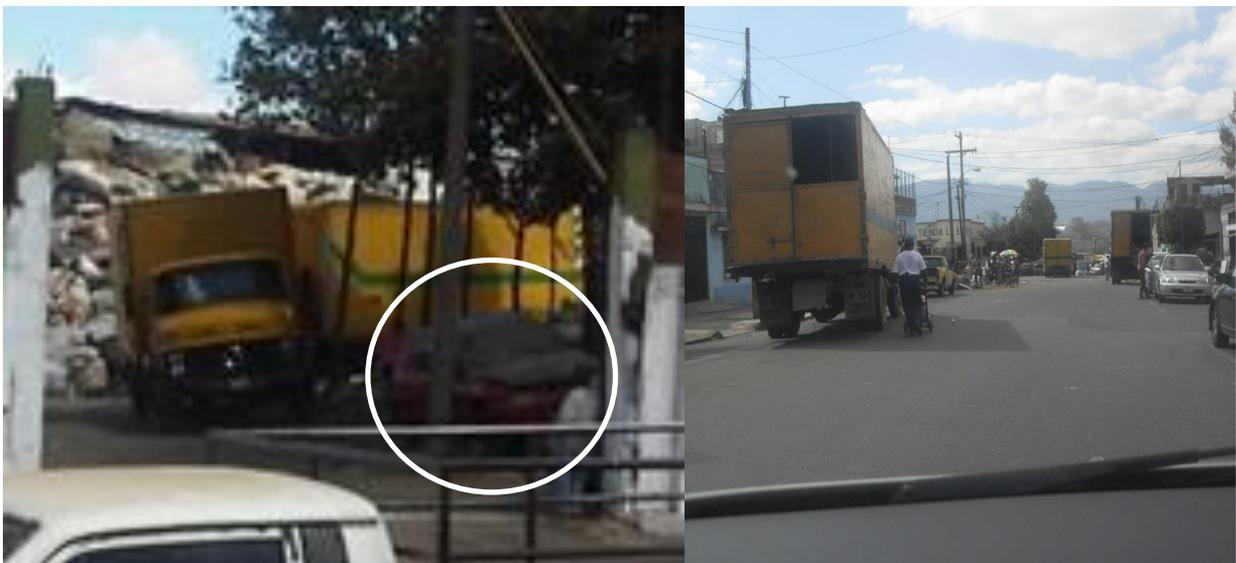
Aproximadamente 2, 000 familias dependen del Relleno Sanitario de la zona 3 para su subsistencia, y a pesar de que los guajeros son una de las pequeñas medidas de mitigación con las que se cuenta en el sitio, son un gremio desprotegido y en la actualidad son objeto de competencia desleal, ya que los camiones de basura recolectan todo lo que se puede reciclar (lo útil de la basura), lo negocian antes de llegar al Relleno Sanitario de la Zona 3, y lo venden en un lugar vecino como se puede observar en las siguientes fotografías.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.
30 calle y 7ª avenida zona 3 (calle del Relleno Sanitario)

FIGURA 21

El hecho de que los camiones de basura recolecten la basura útil para la comercialización ha provocado que el ingreso por persona que vive de la basura, sea reducido a la mitad de lo que era hace un par de años lo que ha venido a recrudecer la pobreza extrema en la que estas personas viven. Otro fenómeno que se da es que, como lo ilustra la foto, no existe control sobre los materiales que se comercian y llegan a dejar material de dudosa procedencia o carros aparentemente en mal estado como el que se ve en las siguientes fotos. A nivel de impacto social, esto ha venido a recrudecer el robo de materiales como los alambres de cobre, tapaderas de drenajes, torres de antenas etc. ya que no existe un control de lo comercializado y alimenta la delincuencia. Es común ver que llegan a dejar carros desmantelados los cuales son vendidos como chatarra.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Los camiones hacen escalas donde quieren provocando desorden vial.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

FIGURA 22

En la actualidad se colocan negocios en las calles los que incluso llegan a bloquearlas cuando llegan los camiones y cuando acumulan mucho producto.

Dentro del Relleno Sanitario de la Zona 3, la situación es impactante, ya que los empleados municipales carecen de seguridad industrial (llámase así a la seguridad laboral) y ambos gremios trabajan bajo circunstancias empíricas estando propensos constantemente a riesgos laborales y riesgo a adquirir cualquier tipo de enfermedades. Otra clase de riesgo son los incendios, y los derrumbes, dicho sea de paso, la mayoría de catástrofes que suceden en el lugar no son cubiertas como noticia por los medios de comunicación.

Se puede observar en el entorno del lugar, que los procesos de reciclado se hace de manera empírica y con alto riesgo, pues carecen de tecnología y de protección personal. Por ejemplo, los recolectores de vidrio, deben separarlo por colores y debe estar desmenuzado, toman los envases o porciones de vidrio, y con un martillo o almágana los quiebran y con la mano los depositan en toneles o en costales, sin ponerse guantes o anteojos protectores. Los vendedores de metales, como aluminio, toman los envases de aerosoles, y con un martillo los reducen en volumen, provocando en muchas ocasiones accidentes por explosión.

En el Relleno Sanitario de la Zona 3 también hay otro gremio de guajeros que son los llamados mineros (porque buscan alhajas dentro del agua) y que nadan en ese río donde se une el nacimiento del Río la Barranca y los lixiviados de la basura. Como se puede observar en la foto, está el paredón, el “río” y el volcán de basura.



Fuente: www.youtube.com/watch?v=nNtnqBVWKB4. Los Mineros de la zona 3.Avi. La Hora. 5 de oct. de 2011

FIGURA 23. LOS MINEROS DE LA ZONA 3

El número de guajeros autorizados por la Municipalidad Capitalina asciende aproximadamente entre 800 y 1,000, pero se hace un cálculo que ingresan unos 3,000 o más por lugares prohibidos, y que no están autorizados.

11.2 CARACTERÍSTICA AMBIENTAL

La característica ambiental es la contaminación que se da por todas partes; comienza en las calles aledañas con el tránsito de los camiones y los carros, no solamente recolectores de basura sino que también los comerciantes de desechos. Esta situación genera ruido, malos olores, los negocios proliferan por todas partes y causan un impacto al paisaje muy fuerte.

Se genera gran perturbación al tránsito circundante, ya que las unidades vehiculares que van hacia el vertedero no tienen forma de esquivar las vías principales aledañas a la 30 calle y la 6 avenida de la zona 3. Esta actividad se genera de 4.00 AM a 6.00 PM, teniendo la mayor afluencia de camiones de 10:30 a.m. a 3:00 p.m.

Las empresas privadas son las propietarias de los camiones amarillos encargados de la recolección de basura domiciliaria, y la Municipalidad, solamente recolecta la basura de los mercados y de la limpieza de las calles.

En el exterior del basurero predominan el ruido y las vibraciones propias del movimiento de vehículos pesados que constantemente hacen presencia en el lugar en momentos determinados haciendo largas colas de entrada y salida. El vertedero es un contaminante de ruido, desde la entrada hasta en los patios, los bulldózer que operan en el interior que están

trabajando en el movimiento del ripio y el material selecto para cubrir la basura. También la caída de esta produce ruido. El nivel de ruido se mide en decibeles (dB). La medición con decibelímetro fue entre 70 y 90 dB, que trasciende a la colindancia que es un grupo de viviendas de las familias de los guajeros. En momentos extremos el toque de bocinas y cláxon, puede subir la intensidad a 100 dB. Esta intensidad de ruido produce una sensación muy molesta y puede provocar daños irreversibles, como afectar el sistema nervioso provocando ataques de ansiedad o de violencia y pérdida de memoria.

En las oficinas administrativas del vertedero y en el área del comedor el ruido es casi imperceptible debido al diseño y la ubicación de éstas, y porque permanecen las puertas y las ventanas cerradas haciendo el lugar más silencioso. En el área de control se encuentran los empleados de la garita completamente desprotegidos, y algunas veces tienen que alzar la voz porque no se escucha a las personas que hablan debido a los motores encendidos y las bocinas. También los peatones como los guajeros y transeúntes se encuentran sometidos a este ruido intenso. Cabe mencionar que además del ruido, es mucha la cantidad de polvo y tierra que se levanta por causa del tránsito vehicular y los vientos.

Los desechos sólidos son clasificados parcialmente por los guajeros, en plásticos, metales, vidrios y otro tipo de materiales que puedan ser reciclados o rehusados, y trabajan simultáneamente con los camiones al momento de llegar a descargar. Esta práctica es sumamente peligrosa y con frecuencia hay accidentes laborales por esta causa.

Los desechos orgánicos, son depositados en el barranco y cubiertos parcialmente por una capa de material selecto. Esta tarea es realizada por maquinaria como Buldozers o retroexcavadoras, que son operados por personal de la Municipalidad. Esto también genera gran cantidad de polvo y tierra que contamina la atmósfera.

Los guajeros no alcanzan el 100% de efectividad clasificando los desechos por la constante afluencia de camiones que llegan al lugar. Este proceso se hace manualmente y sin ninguna tecnología; además la basura es mucha.

Aunque en este vertedero no se llegan a botar desechos líquidos, existe una gran generación de aguas residuales y lixiviados. Cuando no se recogen adecuadamente y luego se tratan, los lixiviados contaminan a las aguas subterráneas, las aguas superficiales y los suelos. Por esta razón, y para evitar que esto ocurra, los rellenos sanitarios se impermeabilizan colocándoles una geomembrana, se drenan apropiadamente y los lixiviados recogidos por estos drenes, se deben tratar.

Los accidentes se agudizan en los meses de invierno por las constantes lluvias, lo que hace que por las altas secreciones de lixiviados aumente la producción de metanos. Estos sucesos han dado lugar a terribles accidentes, como incendios y acumulación de bolsas de gases. En el año 2007 se provocó un derrumbe que cobró la vida de varias personas. Dos camiones recolectores quedaron hundidos entre la basura y fue imposible recuperarlos. Los cuerpos de socorro rescataron el cadáver de una mujer de entre los desechos, y varias personas fueron dadas por desaparecidas.

También el 20 de Junio de 2008 a las 8:45 de la mañana un deslave provocó la muerte de cuatro personas y en la semana del 20 al 24 de Enero de 2014 se generó un incendio que fue cubierto por los bomberos Municipales con la mayor discreción.



FUENTE: PRENSA LIBRE

FIGURA 24

Doliente “Le advertí que era un peligro” No se soportan olores del basurero. Teodora Caal, madre de Vicente Damián Caal, uno de los muertos por el alud, dijo que le advirtió a su hijo que no llegara al relleno sanitario, porque tanta lluvia lo ha hecho peligroso. “Mi hijo creció aquí, y vino a recoger porcelana”, dijo entre sollozos

“Si la lluvia continúa con igual intensidad que en días recientes, las autoridades no descartan que se puedan producir más derrumbes, por lo que insistieron en que no se debe ingresar en las zonas de alto riesgo”.

PRENSA LIBRE.COM. 21 DE JUNIO 2008.

El mal olor también invade gran parte de la ciudad, sin poderse precisar con exactitud el límite en el radio de influencia, ya que en los meses de lluvia, se extiende el mal olor hasta las colonias El Sauce, El Sapote, zona 8, boulevard Liberación y Santa Cecilia.



Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=19y20NcOins>. Derick Arevalo. 29 de agosto

FIGURA 25

Deslave en el Relleno Sanitario miércoles 29 de agosto 2012

Varios guajeros perdieron la vida en el lugar quedando soterrados debajo de toneladas de basura. Lamentablemente las fotos no son capaces de expresar en la realidad lo que sucedió ese día en el lugar.



Fuente: Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=19y20NcOins>. Derick Arevalo. 29 de agosto

Deslave en el Relleno Sanitario miércoles 29 de agosto 2012



Fuente: Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=19y20NcOins>. Derick Arevalo. 29 de agosto

Deslave en el Relleno Sanitario miércoles 29 de agosto 2012

En estas fotos es imposible tener una escala de referencia, pero ha sido uno de los peores siniestros en el Relleno Sanitario.

El 6 de Enero de 2014 se produjo un incendio, cuya noticia fue cubierta por los medios de comunicación debido a la magnitud de éste.



Fuente: Prensalibre.com 7 de Enero

FIGURA 26. Vista desde el Cementerio General

“CIUDAD DE GUATEMALA - Las llamas podrían afectar la parte trasera del Cementerio General. Mientras tanto gran cantidad de personas alertaron del incendio debido a que la nube de humo era visible a gran distancia del lugar. Los Bomberos Voluntarios y Municipales trabajaron por varios minutos para impedir que las llamas llegaran a la parte trasera del Cementerio General. Aún no se informa sobre personas afectadas por el siniestro. Alrededor 60 personas fueron evacuadas para evitar que sufrieran algún tipo de intoxicación por el humo. Según socorristas en el lugar trabajan para extinguir el fuego aproximadamente 30 bomberos.”²⁸



Fuente: Emisoras Unidas.com. “Se incendia sector del relleno sanitario de la zona 3” Lunes 6 enero 2014 – 13:51
Las nubes de humo se hicieron evidentes desde varios sitios de la ciudad.

28.- PrensaLibre.com 6 enero 2014.

La emisión de gas más importante es la de gas metano o biogás, como producto de la acumulación de lixiviados y presenta un riesgo constante de incendios en el lugar.

Según el inventario de gases de efecto de invernadero, la disposición de desechos sólidos a cielo abierto produce el 95% de gas metano, y del óxido nitroso emitido en el país.²⁹ Estos gases son causantes de enfermedades especialmente a la población que vive en los alrededores del lugar. Cabe recordar que el gas metano en sí es inodoro.

Este es uno de los mayores impactos ambientales que se presenta en el vertedero, y es de alto riesgo, ya que durante muchos años se mantuvo con incendios constantes por las emanaciones de este gas. Además del riesgo de explosión y el fuego en sí, el humo emanado por los mismos es causa de malos olores y contaminación atmosférica, pues la emisión de dióxido de carbono causado por la combustión incompleta de los desechos, provoca conjuntivitis, problemas en el sistema nervioso, enfermedades bronquiales y cardíacas en las personas que lo respiran.

En los últimos años, los incendios constantes han disminuido por la cobertura con material selecto que se le está dando a la basura, pero no se han evitado en su totalidad, mientras no haya un tratamiento apropiado de los lixiviados y un desfogue de los gases metanos, el riesgo está latente, como el incendio en 2014 que se mencionó anteriormente.

El protocolo de Kioto y el de Río de Janeiro, El tratado de Estocolmo etc. contemplan el cuidado y conservación de los suelos, la flora, la fauna, los recursos hídricos y las emanaciones tóxicas a la atmósfera que son causantes del calentamiento global; y cada uno de estos sistemas se ve afectado por la mala disposición de desechos sólidos.

29. MARN. INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO AÑO
BASE: 2005. segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático

CAPÍTULO I

AUDITORÍA DE LOS SUELOS

No se observa la capa de suelo ya que por el paso constante de peatones y de transporte pesado está totalmente erosionado. Además constantemente la Municipalidad Capitalina vierte material selecto en los patios.

El tipo de subsuelo que se observa es de tipo arenoso, ya que los granos minerales tienen un tamaño aproximado de 0.08Mm y 5Mm. Además se observan gravillas que son partículas más o menos duras cuyo espesor está comprendido entre 5 y 100Mms.

La pendiente del lugar es muy escarpada, mayor al 75%, excepto en las áreas de los llamados patios que son 5 plataformas formadas por cortes y rellenos de basura y material selecto, y están cubiertas de la basura que no se alcanza a tirar al barranco, siendo las bolsas de polietileno el componente principal, ya que es un material tan liviano que las arrastra el viento.

Se ha explotado el material selecto del lugar para utilizarlo como recubrimiento de la basura. Este proceso ha causado deterioro al sistema lítico (o de las rocas y minerales), y edáfico (o de los suelos). Sin embargo no todo el material selecto que se utiliza en el lugar es extraído de este sitio.

Se crean microclimas diferentes a los de la zona ya que el microclima lo predetermina la topografía del terreno. Las corrientes de aire son cambiadas porque el aire frío desciende a los niveles más bajos y las temperaturas tienden a bajar. La humedad en los valles es más alta que en las laderas y en los barrancos, por lo que tienden a formarse nieblas matinales. Durante las horas diurnas se invierten las condiciones y los desniveles muy marcados en la topografía agudizan las temperaturas extremas. El movimiento del viento en áreas de depresión es circular y alcanzan mayor velocidad en planicies.

A continuación se encuentran los hallazgos de los estudios realizados al suelo.

La muestra se tomó en el mismo punto donde se tomó la muestra del lixiviado por la influencia que estos podrían tener en el suelo. La muestra se tomó a una profundidad de 1M y su característica es de tipo arenoso como se describe anteriormente.

Se realizó el análisis de presencia de metales pesados, específicamente **Arsénico, Plomo y Cadmio** por la significancia del impacto que produce a la salud humana y al agua en los mantos freáticos.

Los análisis se realizaron en la Escuela de Ciencias Químicas, **DEPARTAMENTO DE FÍSICOQUÍMICA**, Edificio T- 12, Ciudad Universitaria, Zona 12. (Ver en la sección de anexos)

TABLA 6

RESULTADOS DE ANÁLISIS			
Parámetros Evaluados	Unidades	Valor	Límite de detección
Arsénico	Mg/Kg	0.09	0.01 Mg/Kg
Plomo	Mg/Kg	No detectado	0.10 Mg/Kg
Cadmio	Mg/Kg	No detectado	0.10 Mg/Kg

FUENTE DE ELABORACIÓN PROPIA

No hay presencia significativa en los suelos de metales pesados y la cantidad de Arsénico no es significativa. (Ver sección de anexos)



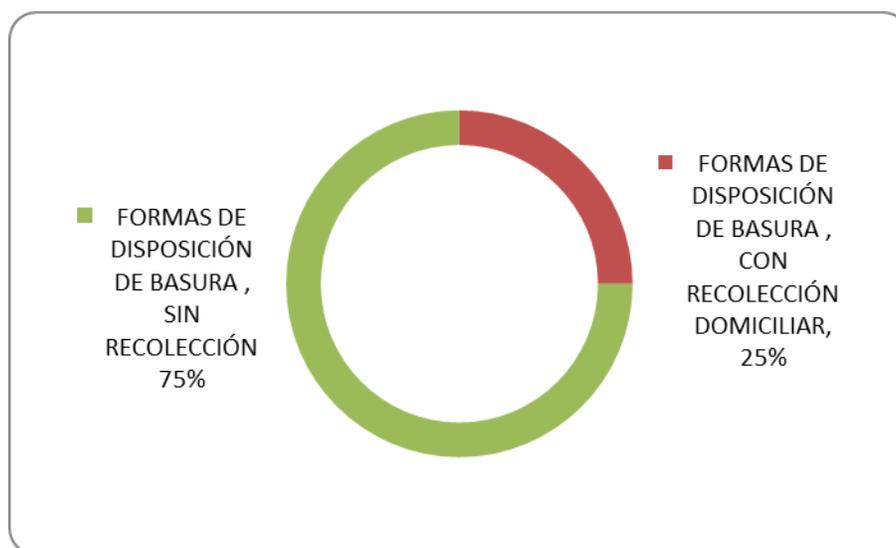
Área de toma de lixiviados y toma de muestra de suelo

Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

CAPÍTULO II

AUDITORIA A LOS DESECHOS SÓLIDOS

En la ciudad capital no toda la basura es recolectada adecuadamente ni llega al Relleno Sanitario de la zona 3. En el censo que realizó el Instituto Nacional de Estadística INE, en el año de 1994, el 75% de los desechos domésticos no eran recolectados adecuadamente y solamente el 25% de éstos contaba con recolección domiciliar.



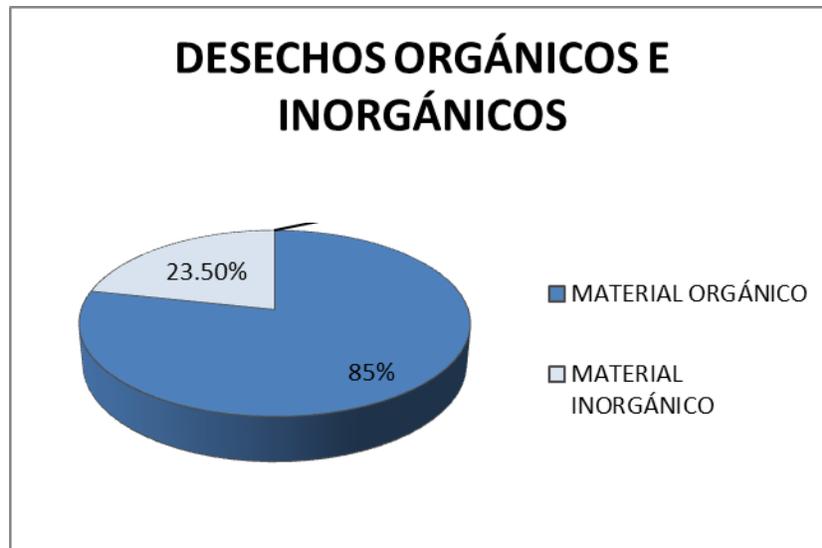
Fuente: INE 1994

Figura 27. FORMA DE DISPOSICIÓN DE BASURA EN LOS HOGARES URBANOS DE GUATEMALA

Diariamente se depositan en el vertedero entre 800 y 1,000 toneladas de basura (según estadísticas del PROYECTO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL) y 1,500 toneladas, (según el Alejandro Burgos encargado del Relleno Sanitario y colaborador del señor Daniel Ponce que funge como alcalde auxiliar de la zona 3 en el año de 2014). Sin embargo para Semana Santa y para la navidad se incrementa considerablemente la recolección de basura callejera, pero no hay datos exactos de la cifra.

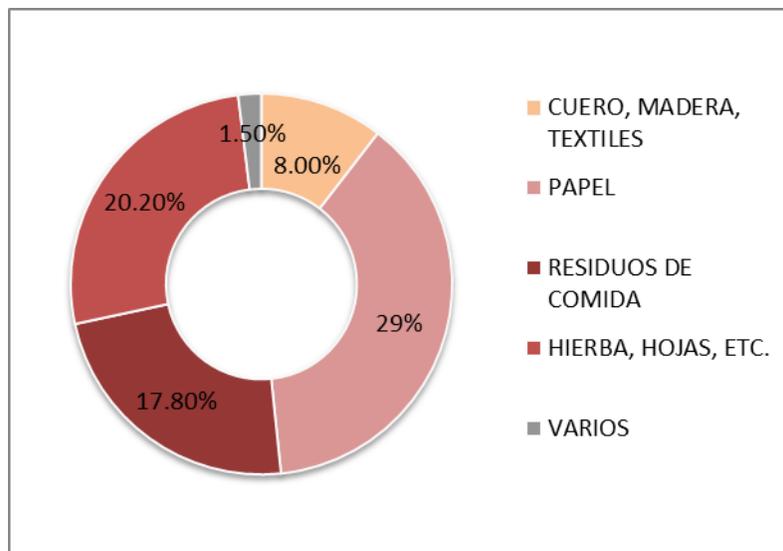
Los desechos se acumulan en diferentes patios que se van usando según se vayan necesitando o cuando ocurre algún siniestro dentro de ellos y tienen que cambiar de lugar las operaciones.

Gran contenido de materia es orgánica (entre 75 y 85%); vidrio, metales, plásticos (23.5%). La materia orgánica está formada por cuero, madera, y textiles (8%); papel (29%), residuos de comida (17.8%), hierba, hojas, etc. (20.2%); varios (1.5%). Según el PERFIL AMBIENTAL DE GUATEMALA, del año 2004.



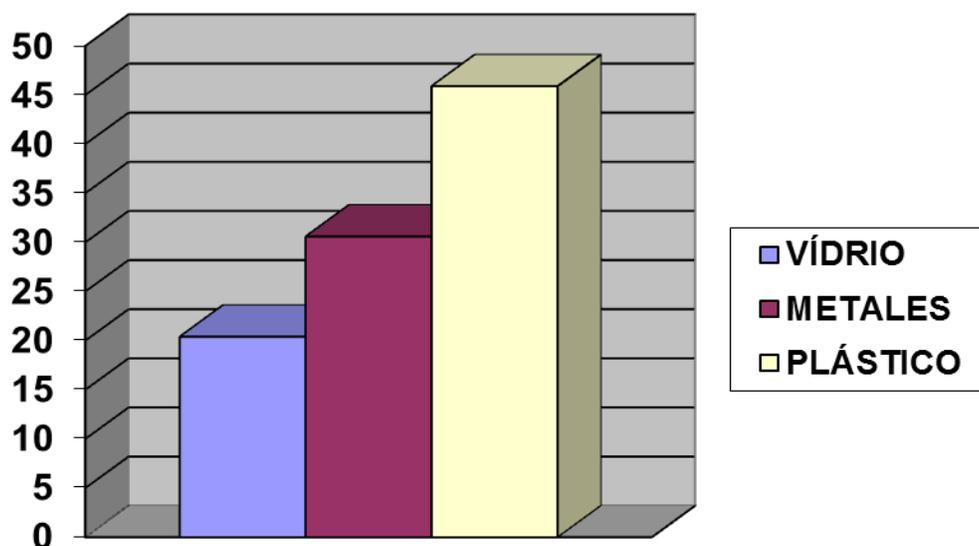
Fuente: PERFIL AMBIENTAL DE GUATEMALA. 2004

Figura 28. TIPO DE DESECHOS QUE MANEJA EL RELLENO SANITARIO



Fuente: PERFIL AMBIENTAL DE GUATEMALA 2004

Figura 29. PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA



FUENTE: PERFIL AMBIENTAL DE GUATEMALA 2004

Figura 30. PORCENTAJE DE LOS DESECHOS INORGÁNICOS

A continuación se presentan los resultados de los estudios que se hicieron, tomando al azar el equivalente de una bolsa de basura de polietileno de las que son usadas comúnmente para este uso y de tamaño grande, las cuales se llenaron con desechos recién depositados y de desechos ya acumulados tiempo atrás. Los lugares de muestreo fueron los patios 3 y 5. En total se tomaron 4 muestras, o sea, 4 bolsas llenas de basura para determinar los porcentajes. Esto se realizó en varios puntos, y se hizo el conteo para ver las proporciones de materia orgánica e inorgánica y el tipo de desechos que se depositan en el Relleno Sanitario. Cabe mencionar que es imposible controlar el tipo de desechos que se vierten en el lugar, y por la falta de control, un camión de basura puede llegar a depositar desechos hospitalarios y nadie se daría cuenta. Este caso ya sucedió, y fueron los mismos guajeros los que hicieron la denuncia a las autoridades del Relleno, los que advirtieron a los propietarios del camión para que ya no continuara extrayendo este tipo de desechos. Sucede lo mismo con los desechos industriales o peligrosos.

El 53% de la basura proviene de la capital, el resto es proveniente de los municipios que ya se mencionaron.

Tipo de materiales significativos son los siguientes:

MUESTRA 1:

bolsas plásticas, envoltorios de papel metálico, trapos, zapatos, envases plásticos, latas de comida, esponja, bandejas de duroport, otros.

MUESTRA 2

Papel, desechos vegetales, bolsas plásticas, juguetes plásticos, cartones de leche, cáscaras de huevo, cartones de huevo, bandejas de duroport, cartón, otros.

MUESTRA 3

Papel, bolsas con desechos de jardinería, bolsas plásticas, trapos, empaques de cartón, zapatos, desechos vegetales, otros.

MUESTRA 4

Papel, canastos, desechos vegetales, bolsas plásticas, envases plásticos, pañales desechables, medias de nylon, envoltorios de papel metálico, cajetillas de cigarros, trapos, empaques de cartón, otros.

TABLA 7

TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS RECOLECTADOS			
MUESTRA 1		MUESTRA 2	
Papel	22%	Papel	20%
Bolsas plásticas	20%	Bolsas plásticas	25%
Pañales desechables	5%	Juguetes plásticos	1%
Desechos vegetales	30%	Desechos vegetales	35
Envoltorios de papel metálico	10%	Cartones de leche	1%
Material textil	1%	Cáscaras de huevo	1%
Zapatos	1%	Bandejas de duroport	5%
Envases plásticos	10%	Cartones de huevo de duroport	1%
Latas de comida	1%	Olla de aluminio	1%
Esponja	10%	Cartón	10%
Otros	5%	Otros	1%
TOTAL	100%	TOTAL	100%

Fuente: elaboración propia

TABLA 8

TIPO DE DESECHOS SÓLIDOS RECOLECTADOS			
MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Papel	20%	Papel	15%
Bolsas plásticas	15%	Bolsas plásticas	25%
Pañales desechables	3%	Material textil	3%
Desechos vegetales	30%	Desechos vegetales	25%
Envoltorios de papel metálico	5%	Cartones de leche	2%
Material textil	1%	Cáscaras de huevo	2%
Zapatos	1%	Bandejas de duroport	14%
Envases plásticos	2%	Cartones de huevo de duroport	2%
Desechos de jardinería	15%	Botes plásticos	1%
Costal de lona nylon	1%	Bote con pintura latex	1%
Cartones	5%	Sandalias de foam	1%
Otros	2%	Pañales desechables	8%
		Otros	1%
TOTAL	100%	TOTAL	100%

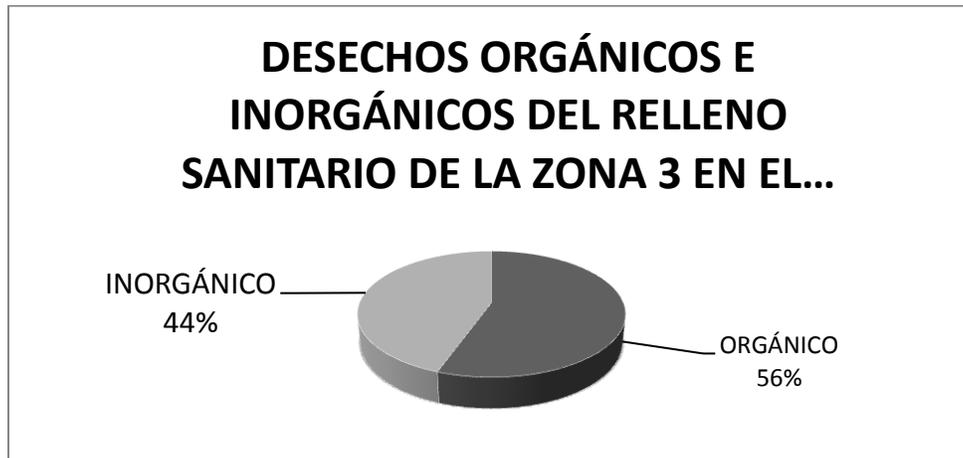
Fuente: elaboración propia

TABLA 9

TOTAL DE MATERIAL ORGÁNICO E INORGÁNICO			
ORGÁNICO	%	INORGÁNICO	%
Papel	18.5	Bolsas plásticas	18.12
Desechos vegetales	28.5	Pañales desechables	4
Cartón	3.75	Envoltorios de papel metálico	3.70
Material textil	1.25	Latas de comida	0.05
Desechos de jardinería	2.75	Envases plásticos	3
Cáscaras de huevos	0.75	esponja	1.5
Cartones de leche	1.00	Juguetes plásticos	0.25
		Bandejas de duroport	4.55
		Cartones de huevo de duroport	1.5
		Botes plásticos	0.25
		Olla de aluminio	0.05
		Bote de pintura	0.05
		Sandalias de foam	0.05
		Otros	7
	56.00		44.03

Fuente: elaboración propia

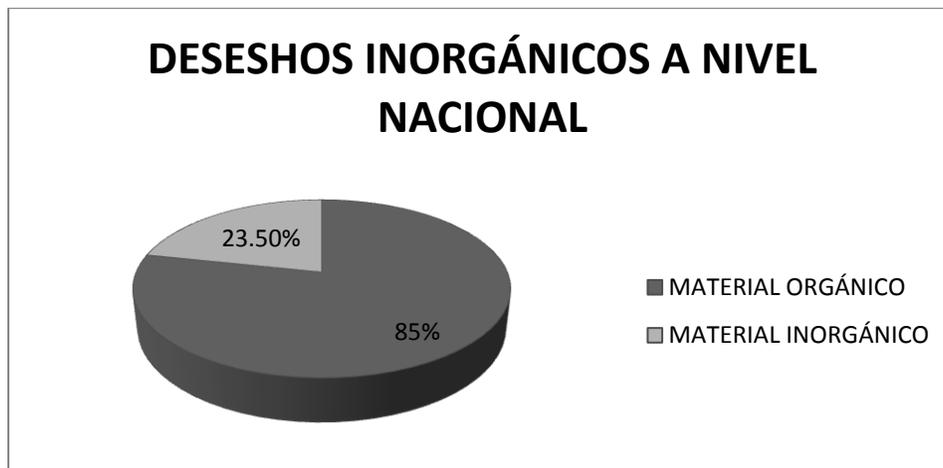
FIGURA 31



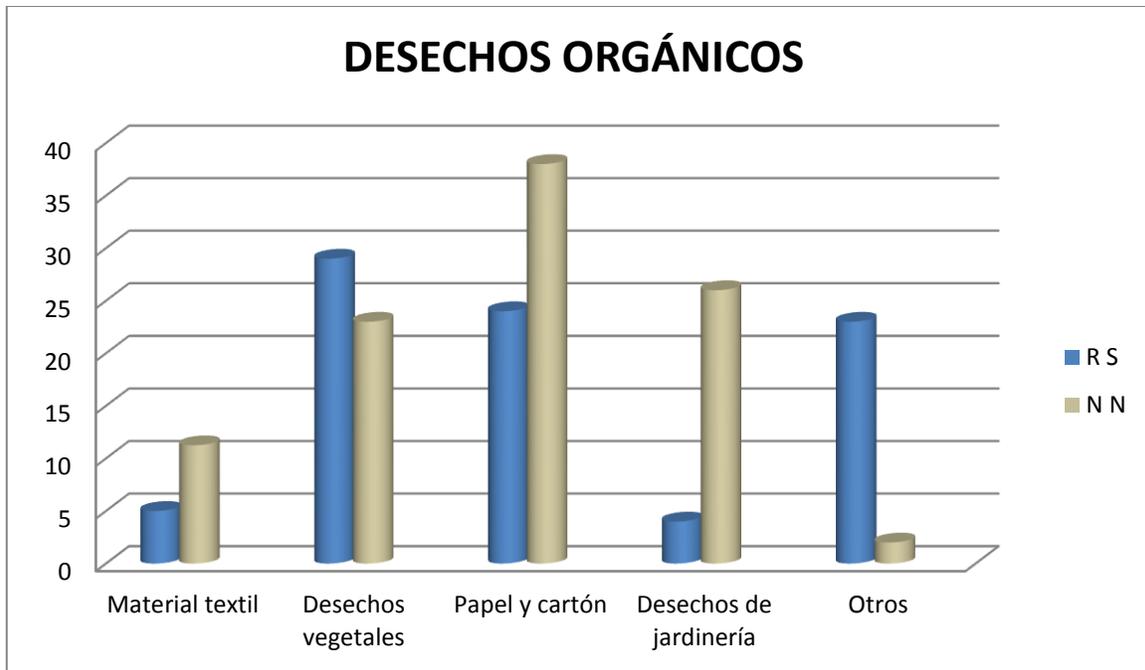
Fuente: elaboración propia

A continuación se presenta la gráfica de desechos sólidos que el Perfil Ambiental de Guatemala elaborado por El Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) de la universidad Rafael Landívar publicó en el año 2006

FIGURA 32



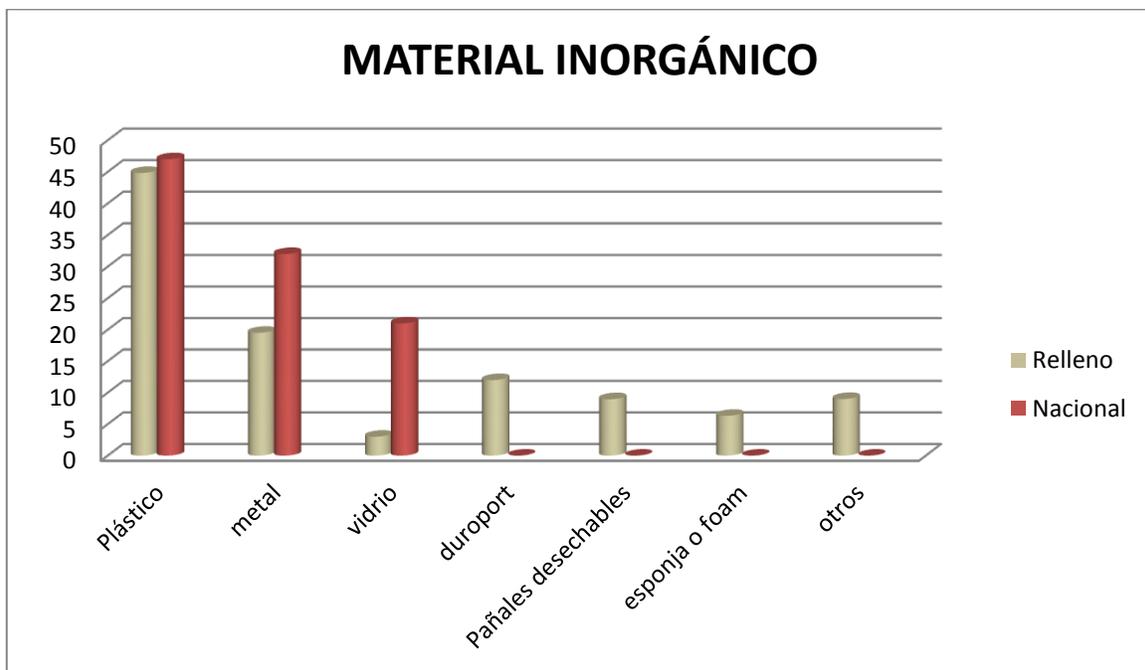
Fuente :elaboración: IARNA, 2006



Fuente: elaboración propia

FIGURA 33

Análisis comparativo de desechos orgánicos del Relleno Sanitario de la Zona 3 y los datos que arrojó el informe de IARNA en el año 2006 a nivel nacional



Fuente: elaboración propia

FIGURA 34

La producción de desechos orgánicos es mayor que la de desechos inorgánicos, pero se ve una variación de que en el Relleno Sanitario de la zona 3 la relación entre desechos orgánicos e inorgánicos es menor que la relación que hay a nivel nacional, ya que en el Relleno Sanitario solamente hay una diferencia de 12%, y a nivel nacional la producción de desechos inorgánicos es mucho menor, lo que significa que en los sectores de la ciudad (incluso de los municipios en donde se recoge la basura para venirla a depositar en el Relleno Sanitario de la zona 3) tienen un mayor poder adquisitivo que en los municipios y departamentos del resto del país.

La generación de desechos sólidos está ligada al consumo, el cual depende del grado de desarrollo y crecimiento poblacional el cual es muy probable que se mantenga a una tasa del 2.6% anual, lo que provocará mayor concentración en las ciudades.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Para el muestreo de los desechos sólidos se procedió a recolectar basura al azar llenando el mismo tamaño de bolsa de basura en los diferentes patios y luego se procedió al conteo del tipo de desechos recolectados, (orgánico, inorgánico).

El muestreo se realizó personalmente en todos los patios para la veracidad de la información.



Las bolsas plásticas y los envases desechables en mal estado que no llegan a ser recolectados fuera del Relleno son parte del recubrimiento del suelo.

Cuando se recorre el lugar es impresionante pensar que al día siguiente serán depositadas 1,500 toneladas más de basura, y así sucesivamente.

Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Capítulo III

Auditoría a los Desechos Líquidos

En el Relleno Sanitario de la Zona 3 no se depositan desechos líquidos de manera regular, y supuestamente nunca deberían de permitirlo, sin embargo varias veces durante las visitas al sitio llegaron camiones cisternas de empresas que limpian fosas sépticas o de empresas de sanitarios portátiles, y otras cisternas que derramaron el líquido que transportaban en la parte superior del Relleno, casi a la altura de la garita. Pero a pesar de haber presenciado esta situación, este tema no pudo ser auditado, ya que solamente se averiguó que las cisternas que transportan los desechos de la limpieza de las fosas sépticas son depositadas en una gran cisterna que se encuentra en la parte inferior del sitio, pero no fue posible acceder al sitio.

El principal problema del Relleno Sanitario de la zona 3 es que al no tener un manejo apropiado de los desechos sólidos, la contaminación de las capas freáticas debido a la absorción de lixiviados es inevitable.

Los contaminantes que afectan a nivel general a los lixiviados son agentes químicos, como producto del lavado o descomposición de desechos peligrosos vertidos en el botadero como nitratos, pesticidas, metales pesados, y microorganismos como bacterias, parásitos, virus y hongos entre otros. Las aguas contaminadas producen diversas enfermedades, especialmente gastroenteritis y disentería. La bacteria típica que se encuentra presente en estudios de contaminación de agua son las de tipo coniformes *Ey coli* que hace referencia a la infección bacteriológica.

Los lixiviados pueden ser cuantificados midiendo la precipitación anual y el grado de compactación de la basura que oscila entre 25 y 50 %. Esta compactación no se da en el Relleno Sanitario de la zona 3. El contenido orgánico de los lixiviados depende de las condiciones de descomposición y de la cantidad de materia orgánica que tenga. Con la producción de acéticos anaeróbicos la volatilidad de los ácidos grasos en los lixiviados, tienen alto contenido de DBO y DQO (demanda bioquímica y química de oxígeno). En la siguiente fase de producción de metano estos ácidos se convierten en CO₂ y CH₄ con un lixiviado de bajo contenido orgánico. La concentración de algunos contenidos inorgánicos como hierro y calcio, son paralelos y son el resultado de cambios en el PH (grado de acides).

Para determinar la calidad del agua superficial y subterránea, en la zona de influencia al vertedero de la zona 3, se realizó un estudio en base a parámetros físicos, químicos, bioquímicos y microbiológicos, establecidos por normas nacionales de La Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR, NGO 29 001 1ª Revisión, Agua potable, publicada en el diario oficial el 2000-02-04, y normas aceptados por la comunidad científica internacional, para definir la calidad del agua y su posible grado de

contaminación, como se hizo en el año 2008, y así comparar los parámetros arrojados en 2014.

El análisis de agua potable tanto superficial como subterránea, fue tomado del capítulo VI del EIA realizado “Evaluación Socioambiental de Sellado y Saneamiento del Vertedero de Desechos zonas 3 y 7 de Guatemala” para la empresa “Carbon Trade” por la empresa Servicios Carvel, cuyo estudio estuvo coordinado por el Ing. Edelberto Teos Morales y participaron otros profesionales como la Licda. Dilia Figueroa, Ing. Edgar Bravatti y el ing. Christian Siliezar. Por su relevancia se transcribe textualmente y dice:

“El muestreo fue de naturaleza puntual, por lo cual los resultados solo reflejan las condiciones prevalecientes al momento de realizar el muestreo, los cuales, como es lógico suponer, pueden variar en función de condiciones climáticas (pluviometría, humedad relativa, temperatura, dirección del viento, etc.), así como de naturaleza estacional (época de invierno), de ello se deriva la importancia de poder realizar monitoreos más periódicos de las variables involucradas, con el objeto de evaluarlas en función del tiempo y de los factores indicados.

Para la determinación o selección de los puntos de muestreo para la calidad del agua, se consideraron fuentes de naturaleza superficial y subterránea. Según se indica a continuación.

Los puntos seleccionados, que corresponden a tres, se ubicaron a inmediaciones del desarrollo actual del avance del Vertedero a cielo abierto, atendiendo a lo siguiente:

El Punto No. 1, corresponde prácticamente al pie de la montaña de basura que ha ido formando el vertedero. Este punto en su parte baja, intercepta el cuerpo de agua correspondiente al río La Barranca. Este punto se seleccionó, por ser representativo de la contaminación que puede llegar al río, derivado de los lixiviados y de las aguas pluviales de escurrimiento del vertedero.

El Punto No. 2, siempre aguas abajo, corresponde a la mezcla de las confluencias de los afluentes del río La Barranca y del riachuelo de la Ranchería El Rincón, punto que se seleccionó con el objeto de evaluar el grado de dilución o concentración que puede presentar el afluente final, derivado de la confluencia de los dos cuerpos de agua.

El Punto No. 3, corresponde exclusivamente a la determinación de la calidad del agua del riachuelo de la Ranchería el Rincón, el cual fue seleccionado con el objeto de determinar su aporte en grado de contaminación aguas abajo, o bien, el grado en que el río la Barranca lo contamina, por la presencia del Vertedero, pues este riachuelo prácticamente se encuentra del otro lado de la montaña natural y de basura formada.

Una de las limitaciones que se presentaron fue la falta de pozos inmediatos a la zona del Vertedero Controlado. Inicialmente se habían detectado dos pozos de agua cercanos, uno en el Centro de Salud de la 26 Calle y Avenida del Cementerio y otro en los campos de fútbol de la 1ª Avenida de Colonia Landivar, pero estos no se encuentran en funcionamiento. Es probable que por la cercanía de los pozos al Vertedero, su calidad no sea adecuada para consumo humano, motivo por el cual no han sido habilitados; sin embargo, no fue posible corroborar este hecho.

A continuación se presenta la definición de los parámetros de calidad ambiental seleccionados para realizar la presente evaluación.

3.1 Parámetros de la Calidad del Agua

Para determinar la calidad del agua, se seleccionaron parámetros físicos, químicos, bioquímicos y microbiológicos establecidos en las Normativas nacionales contenidas en la Norma NGO 29001, para agua potable y el Acuerdo Gubernativo 60-89 relativo al Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Máximos Permisibles de Contaminación para la Descarga de Aguas Servidas, así como otras variables que se consideraron representativas para una mejor caracterización de la calidad de los cuerpos de agua evaluados.

Cabe aclarar en virtud que las aguas superficiales en cierta medida pueden presentar una contaminación natural o bien inducida por el hombre (heces fecales, basuras, etc.), se evaluaron para las mismas, los parámetros esencialmente contenidos en el reglamento para aguas servidas.

Características:

Parámetro Evaluado:

Físicas: Olor

Color

pH

Temperatura

Sólidos Sedimentables

Sólidos en Suspensión

Químicas: Nitrógeno Amoniacal

Nitritos

Nitratos

Cloruros

Sulfatos

Fosfatos

Oxígeno Disuelto

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Bioquímicas: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Con respecto a las aguas subterráneas, los parámetros evaluados esencialmente son:

Características: Parámetro Evaluado:

Físicas:

Olor

pH

Temperatura

Color

Turbiedad

Sólidos Sedimentables

Sólidos en Suspensión

Conductividad

Aspecto

Sustancias en Suspensión

Químicas:

Acidez

Alcalinidad Total

Hidróxidos

Carbonatos

Bicarbonatos

Cloruros

Dióxido de Carbono

Dureza Total

Calcio

Magnesio

Hierro total

Manganeso

Nitratos

Nitritos

Sulfatos

Cloro Residual

Cloro Total

Fluoruros

Microbiológicos: Investigación de Coliformes totales

Investigación de Coliformes fecales

Para el muestreo de la calidad del agua, se utilizaron recipientes especiales para la toma de muestras para agua potable, agua residual doméstica y examen bacteriológico y se identificaron convenientemente los mismos, dependiendo la naturaleza del cuerpo de agua a muestrear.

Todas las muestras fueron conservadas en refrigeración y una vez finalizado el muestreo, transportadas de forma inmediata al laboratorio para su análisis.

La metodología empleada para la toma, transporte, conservación y análisis de muestras, es la que indica en las Normas Guatemaltecas Obligatorias para el Análisis de Agua, basadas en los estándares analíticos de calidad mundial, que corresponden a las recomendaciones emanadas de las asociaciones **APHA, AWWA, WPCF & USEPA**, avaladas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

3.2 Monitoreo de la Calidad del Agua

Los resultados del monitoreo realizado a los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, son los que se muestran en los cuadros de resumen de análisis de laboratorio efectuados que se presentan en las páginas siguientes.

Los parámetros monitoreados, según se ha indicado con anterioridad, corresponde a los siguientes:

Muestras de Agua Subterráneas, parámetros físicos, químicos y microbiológicos de acuerdo a las normativas contenidas en la Norma NGO 29001.

Muestras de Agua Superficiales, parámetros físicos, químicos y bioquímicos de acuerdo a las normativas contenidas en el Reglamento que corresponde al Acuerdo Gubernativo 60-89 y otros aspectos pertinentes relativos a la calidad de aguas superficiales y de desecho.

Por otra parte y seguidamente de los informes de laboratorio indicados, se entrará a considerar la interpretación de resultados.

3.3. Resultados de la Calidad de Agua Superficial

Los cauces monitoreados esencialmente consisten del río La Barranca, el riachuelo de la ranchería El Rincón y la mezcla que de ambos cuerpos de agua se da aguas abajo.

Los valores de las concentraciones de los parámetros monitoreados en los cuerpos de agua superficiales inmediatos al área de influencia del vertedero, permite las observaciones siguientes.

El agua del río La Barranca, de acuerdo con los parámetros monitoreados, denota alta concentración de sustancias contaminantes, que por su cercanía al vertedero, puede deducirse que existen fenómenos de lixiviación y arrastre de sedimentos provenientes de los montículos de basura, por percolación y acción natural de la lluvia.

Los parámetros más representativos de la contaminación del río La Barranca, se encuentran en función de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) que alcanzan valores en el orden de los 616 y 1,016 mg/litro, denotando con ello, alta contaminación de tipo biológico y químico, que rebasa los límites de descarga para Guatemala.

Además se denota que el oxígeno disuelto en el agua se encuentra agotado, motivo por el cual el cuerpo de agua también presenta condiciones sépticas. Las concentraciones relativamente altas de nitrógeno en sus formas amoniacal y de nitritos, así como la concentración de cloruros y fósforo, denotan que el agua recibe fuertes descargas de residuos domésticos e industriales (muy probablemente lixiviados de las basuras y aguas residuales de escurrimiento), motivo por el cual puede considerarse que el río La Barranca, se encuentra contaminado por la cercanía e influencia que representa el vertedero a cielo abierto de residuos sólidos de la Ciudad de Guatemala.

Por otra parte, derivado de que el río la Barranca, aguas abajo, recibe como tributario el afluente del riachuelo de la ranchería, se consideró pertinente monitorear la calidad de dicho riachuelo, para verificar si su calidad difiere significativamente del río La Barranca y si este río también se encuentra contaminado por el riachuelo, motivo por el cual también se obtuvo una muestra aguas abajo de la confluencia o mezcla de ambos.

Los resultados de campo y de laboratorio indican que el riachuelo es un cuerpo de agua relativamente poco contaminado, pues presenta un aspecto claro, con una DBO y una DQO relativamente bajas, en el orden de los 4 y 12 mg/l respectivamente, por lo cual su contaminación por sustancias orgánicas y químicas es relativamente baja. Este riachuelo se encuentra fuera del área inmediata de influencia del vertedero controlado.

Aguas abajo, en el punto de mezcla de los dos afluentes indicados con anterioridad, puede observarse que la calidad relativamente limpia del riachuelo influye positivamente en la calidad del agua del río La Barranca, pues existe un fenómeno de dilución en el cual la concentración de contaminantes disminuye, presentando el cuerpo de agua resultante, concentraciones en términos de DBO y DQO en el orden de los 259 y 574 mg/l respectivamente, así como una disminución sustancial de otros compuestos detectados en el río La Barranca, aguas arriba.

Sin embargo este mejoramiento de la calidad del agua resultante, es aparente y relativo, pues se produce a costa o en detrimento de la calidad del agua del riachuelo, pues el riachuelo pierde sus características y aumenta su concentración de contaminantes debido a su mezcla con el río La Barranca.

En resumen puede deducirse que una buena parte de la contaminación del río La Barranca y de su afluente que corresponde al riachuelo, es derivada de encontrarse en el área de influencia del vertedero de los residuos sólidos de Ciudad de Guatemala.

3.4 Resultados de la Calidad de Agua Subterránea

Con respecto al agua subterránea, se seleccionaron tres puntos de muestreo de los cuales dos (pozo del Ministerio de Salud Pública en zona 7 y pozo del Cementerio en zona 3) se encuentran relativamente inmediatos al vertedero de residuos sólidos y uno (pozo El bosque de EMPAGUA) relativamente alejado hacia la parte Norte del desarrollo actual del vertedero.

El pozo del Ministerio de Salud Pública en zona 7, se encuentra perforado a profundidad de unos 180 m y el del cementerio en zona 3, a una profundidad estimada de 216 m (diferencia de profundidad de 36 m). El pozo El Bosque, se encuentra perforado a una profundidad de 366 m (entre 150 y 186 m de diferencia de profundidad con los otros pozos).

Derivado de los análisis realizados a las aguas de origen subterráneo pueden anotarse las observaciones siguientes.

Desde el punto de vista físico y químico, las concentraciones de los parámetros evaluados, no denotan que los cuerpos de agua monitoreados presenten excesiva contaminación que la que pudiese esperarse de una situación de tipo natural.

Es interesante hacer notar que en todos los puntos analizados, la concentración de nitratos es relativamente alta, por lo cual puede responder a una contaminación natural o inducida (por ejemplo del vertedero) pero de época no reciente.

Desde el punto de vista microbiológico, la situación cambia, pues las fuentes de los lugares correspondientes a los puntos relativamente más cercanos al vertedero, como lo son el pozo del Ministerio de Salud Pública en zona 7 y del Cementerio en zona 3, presentan contaminación por coliformes fecales, no así el pozo El Bosque, que se encuentra dentro de las normas bacteriológicas para agua potable. Este fenómeno puede deberse a dos situaciones particulares.

La primera está referida a la profundidad de los pozos perforados, pues el pozo El Bosque al ser más profundo, presenta mejor calidad, sin embargo los otros pozos que se encuentran a profundidad menor, puede pensarse que son influenciados por la contaminación derivada de los posibles lixiviados del vertedero controlado a mediana profundidad, en ausencia de otras fuentes de contaminación. La segunda está referida a la distancia de los pozos al vertedero, pues el pozo el bosque (de mejor calidad microbiológica), se encuentra relativamente más alejado del área del vertedero de residuos, con relación a los otros pozos. Otro aspecto que puede influir específicamente en la calidad del agua del pozo del cementerio, es su ubicación, pues puede existir contaminación por lixiviados provenientes de los sepulcros, aunque por la profundidad del mismo, se considera que esto puede ser en caso extremo.

En la práctica los pozos de El Bosque en zona 3 y del Ministerio de Salud Pública en zona 7, poseen un proceso de desinfección a base de cloro previo a ser suministradas a la población, lo cual garantiza su potabilidad (sin embargo, las muestras analizadas en el presente estudio fueron tomadas previo a dicho proceso, para evitar sesgo en los análisis microbiológicos debido al objetivo de este trabajo, lo cual se demuestra en los resultados obtenidos de laboratorio donde se observa que la concentración de cloro es cero). El pozo del cementerio no posee desinfección y el análisis denota contaminación.

En resumen puede estimarse que existe influencia del vertedero en la calidad subterránea del agua en su perímetro, pues es bien conocido los fenómenos de lixiviación que se

presentan en la disposición de residuos por el método de vertedero; sin embargo, se hace necesario ahondar en el tema, a través de más muestreos a distintas épocas del año y en distintos puntos, en otras fuentes de agua de índole similar.”³⁰

En la presente auditoria se procedió a hacer el análisis de las aguas superficiales, (lixiviados). El lugar de donde se hizo la tomas de muestras fue en la parte inferior de los cúmulos de basura del quinto patio. Allí escurren los lixiviados directamente de la basura. En el lugar se tomó la temperatura de las muestras y se colocaron sobre hielo hasta llegar al laboratorio correspondiente (Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM, de la facultad de Ciencias y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicado en la 3ª calle 6-47 zona 1), y en la Escuela de Química, Departamento de Físicoquímica, (edificio T-2, Ciudad Universitaria, zona 12).

Se realizó el análisis de agua entubada cuyas muestras fueron tomadas en los siguientes puntos:

Punto 1: Dentro del Relleno Sanitario de la zona 3

Punto 2: Fundación Casa del Alfarero ubicada en 29 Calle 7-42 zona 3 y que se encuentra en el radio cercano del Relleno Sanitario de la zona 3.

Para el análisis de potabilidad se tomaron las muestras directamente de ambos chorros. Para el examen microbiológico se flamearon los chorros después de haberse limpiado con alcohol y se dejó correr el agua por cinco minutos. Luego se tomaron las muestras de agua en unas bolsas proporcionadas por LAFYM dentro de las cuales había una pastilla para evitar los efectos del cloro en el agua. Dichas muestras fueron colocadas en hieleras hasta llegar al punto de análisis.

Con ello se verificó el grado de potabilidad del agua ya que no se hizo análisis de agua subterránea, y de esa manera se verificó la calidad de agua entubada que consumen y su posible contaminación por la cercanía del Relleno.

En cuanto a los lixiviados se verificó el grado y tipo de contaminación, dándole mayor importancia a la contaminación por metales pesados que son los más dañinos para la salud humana.

El resultado de los análisis demuestra que la contaminación de los lixiviados apenas supera en algunos análisis a los límites de detección de parámetros dados por COGUANORG para aguas residuales, y evidencia poca contaminación de metales pesados y los mayores contaminantes son los de carácter microbiológico entre los que están la Demanda Química de Oxígeno **DQO** y la Demanda Bioquímica de Oxígeno **DBO**, **Coliformes fecales**, **Cadmio**, **Mercurio**, **Cromo Hexavalente**, estando estos dos últimos casi dentro de los

30.- Teos Morales Edelberto, Figueroa Dilia, Bravatti Edgar, Siliezar Christian . *Evaluación Socioambiental del Sellado y Saneamiento del Vertedero de Desechos Zonas 3 Y 7 de Guatemala*” Capítulo VI. Año 2,000.

límites permisibles, y el que está más por encima de los límites de detección es el Cadmio, pero por lo general se puede decir que no existe gran contaminación por metales pesados.

El mercurio (Hg) y el cadmio son causantes de serios problemas para la salud humana como se verá en el capítulo de Auditoria a la Salud Humana.

A continuación se hace un análisis comparativo con los resultados obtenidos en los años 2002, 2008 y 2014.

También cabe observar que los parámetros de contaminación de los lixiviados han disminuido en los últimos años. (Ver sección de anexos)

TABLA 10

**TABLA DE COMPARACIÓN DE DATOS ARROJADOS EN LOS ANÁLISIS DE LIXIVIADOS DEL
RELLENO SANITARIO DE LA ZONA 3 DEL AÑO DE 2002 , 2008, 2014**

ANÁLISIS	DIMENSIONAL	LÍMITE DE DETECCIÓN	RESULTADOS 2002 ³⁰	RESULTADOS 2008	RESULTADOS 2014
Demanda Química de Oxígeno DQO	mg/l - O ₂	10	616	6,440	300,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO	mg /l - O ₂	10	1,016	4,200	180,0
Relación DQO/DBO	-----	-----	1.64	1.5	1.67
Sólidos Suspendidos	mg/l	10	No hay	72	No hay
Color	u Pt- Co	0.50	No hay	1,072	297,0
Plomo	mg/l – Pb	0.10	No hay	< 0.10	0.03
Mercurio	mg/l – Hg	0.00020	No hay	0.00098	0.0096
Coliformes fecales	NMP/100ml	1x10 ⁶	No hay	460,000	3.0 x 10 ⁶
Cianuro Total	mg/l -	6	No hay	0.52	0.20
Cobre	mg/l – Cu	4	No hay	8.3	0.10
Cromo Hexavalente	mg/l- Cr	0.1	No hay	15.3	0.14
Nitrógeno Total	mg/l- N	20	No hay	5.0	1.9
Níquel	mg/l- Ni	4	No hay	0.5	0.10
Fósforo Total	mg/l- P	75	No hay	37	2.29
Zinc	mg/l- Zn	10	No hay	3.0	0.03
Cadmio	mg/l- Cd	0.1	No hay	No hay	0.20

Fuente: elaboración propia

30. Los datos para el año 2002 fueron tomados: Teos Morales Edelberto, Figueroa Dilia, Bravatti Edgar, Siliezar Christian . **Evaluación Socioambiental del Sellado y Saneamiento del Vertedero de Desechos de las Zonas 3 Y 7 de Guatemala**” Capítulo VI. Año 2,002

Ver sección de anexos

3.5 Resultados Del Agua Entubada

TABLA 11

POTABILIDAD DEL AGUA DE CHORRO				
PARÁMETROS EVALUADOS	UNIDADES	LMP	Relleno Sanitario de la zona 3	Casa del Alfarero
Ph		6.5-8.5	7.84	7.21
Conductividad	μ / cm	50 – 750	215.0	247.0
Turbidez	UNT	15.00	0.5	0.9
Sólidos totales	mg/l	1,000	199.0	236.0
Alcalinidad total	mg/l-CaCO ₃	---	124.0	138.0
Sulfatos	mg/l- SO ₄ ⁻²	250	34.7	33.7
Dureza total	mg/l-CaCO ₃	500	119.7	131.9

*LMP = Límite máximo permisible según norma COGUANOR NG0 29 001
Aspecto incoloro, transparente y sin partículas suspendidas.

Fuente de elaboración propia

(Ver sección de anexos)

TABLA 12

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS			
ANÁLISIS	LMP	RELLENO SANITARIO DE LA ZONA 3	CASA DEL ALFARERO
Coliformes totales	No detectable/100 mL	No detectable/100 mL	No detectable/100 mL
Coliformes fecales	No presenta límites	No detectable/100 mL	No detectable/100 mL
Escherichia coli	No detectable/100 mL	No detectable/100 mL	No detectable/100 mL

*Métodos de Referencia: APHA, AWWA-WEF; *Standard Methods for the examination of water and wastewater*, 22 ed. 2005

Fuente de elaboración propia

(Ver sección de anexos)

Conclusión: La muestra recibida y analizada en el laboratorio satisface los criterios microbiológicos de calidad de la norma **COGUANOR NTG 29 001**. Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones, por lo que se considera **sanitariamente segura para consumo humano**.

Capítulo IV

Auditoría de Procesos en el Manejo de Desechos

Desde las 7 A.M hasta las 17 horas, hay un movimiento constante de camiones recolectores de basura, que empiezan a llegar de manera continua al lugar y no cesa hasta que El Relleno Sanitario cierra sus puertas.

En la entrada se encuentra una garita con guardias de seguridad que verifican la licencia del camión, aunque por momentos es tanta la afluencia de camiones que ese proceso se tiene que omitir.

En la actualidad son depositadas 1,500 toneladas de basura diarias a diferencia de 2008 que eran entre 800 y 1,000 toneladas diarias. Este dato fue proporcionado por el Señor Alejandro Burgos, encargado del lugar. Los desechos son depositados por los camiones municipales en plataformas que tienen en la parte baja del botadero, llamados “patios”, en donde los guajeros se mezclan con el paso vehicular de los camiones y las máquinas que trabajan empujando la basura o con las que agregan material selecto.

Antes de 2010 los desechos se arrastraban con bulldosers y se tiraban al barranco, ahora los camiones en su mayoría llegan hasta el fondo del barranco a través de caminamientos que se han construido de manera empírica; ahora se está trabajando desde la parte inferior del barranco hacia arriba, lo que hace que la basura pueda compactarse mejor con la maquinaria y que se logre cubrir mejor, pero sigue sin tener una cobertura total. Sin embargo en las visitas al lugar se pudo observar el mismo procedimiento antiguo, el cual es vaciar los camiones en los patios para luego lanzarla con la retroexcavadora al fondo del barranco, o lo que es peor, los mismos camiones por la prisa de regresar a hacer otro viaje, ellos mismos se acercan a la orilla del barranco y lanzan la basura al fondo. Esta práctica ha ocasionado varios accidentes ya que al no estar compactada la basura el suelo colapsa y los camiones se embarrancan.

La clasificación de material para comerciar se hace manualmente y sin ninguna tecnología; además la basura es mucha.

Los desechos plásticos, metales, aluminio o materiales de reciclaje o reuso que recolectan estas personas, son apilados dentro del mismo basurero, en donde grandes tráiler propiedad de empresas interesadas en el producto compran la mercadería que les interesa, como la empresa “**Reciclados de Centro América**”, que compra plásticos, y otras empresas que compran aluminios, otros metales, vidrios y papel.

Al acumularse cierta cantidad de basura, (1m³ aproximadamente) se riega y se cubre con una capa de material selecto o ripio, de 50 cm. aproximadamente, pero no se cubre a totalidad y principalmente no se compacta, por lo que al caminar en el lugar se siente la

vibración del suelo con el paso de los camiones. La realidad es que gran porcentaje de basura es dejada al descubierto sobre las plataformas y nunca llega a ser depositada en el barranco. Según la impresión en el sitio, solamente un 60% queda relativamente cubierto.

Para el proceso la Municipalidad arrenda de manera permanente:

- 4 tractores
- 1 excavadora
- 1 retroexcavadora

No hay ninguna forma eficiente en donde se pueda verificar que no se están depositando desechos tóxicos u hospitalarios, ya que ese tema queda como responsabilidad de los dueños de los camiones particulares, y si ellos extraen basura de algún hospital pequeño es difícil de comprobar.

El manejo de desechos es en términos generales ineficiente, ya que en la actualidad existen muchas tecnologías que pueden aplicarse para el manejo adecuado de los desechos y ninguna se aplica al mal llamado Relleno Sanitario de la Zona 3. En el lugar impera el caos y por la forma de operar se dan accidentes serios como el ocurrido el día 27 de Marzo de 2014 en donde perdió la vida una mujer al ser arrollada por un camión de basura. Este tipo de accidentes se dan a menudo por el desorden y el caos que impera en el lugar.

No se le da ningún tipo de tratamiento a los lixiviados y los ríos de éstos corren por todo el Relleno Sanitario, hasta juntarse con las aguas negras del alcantarillado municipal.

El presupuesto de la Municipalidad capitalina es insuficiente para que se incrementen tecnologías ya que cada camión privado que recolecta basura paga Q300.00 anuales y la municipalidad maneja un presupuesto de Q16 millones anuales, más los pagos de salarios que los absorbe directamente la municipalidad. Hasta ahora, la administración municipal no ha querido pagar el costo político por incrementar el precio de la recolección de desechos domiciliarios y aumentar la cuota por camión privado a un pago mensual, pues cuando la municipalidad ha tratado de incrementar los precios, los dueños de camiones amenazan con hacer un paro de labores.

En las zonas más acaudaladas se paga alrededor de Q90.00 a Q100.00, pero la mayor parte de la población paga un promedio de Q30.00. Del pago de la recolección de basura por parte de los camiones privados, la municipalidad no percibe ningún ingreso y los Q300 anuales que cobra a los camiones prácticamente cubre solamente la revisión de los camiones, sin embargo, aunque la cuota de extracción de basura es baja, en realidad es un negocio redondo pues estos hacen hasta 4 viajes diarios.

Al Relleno Sanitario de la zona 3 llegan 550 viajes de camiones particulares, y el 60% de los desechos provienen de la capital y el 40% restante proviene de otros municipios aledaños.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Figura 35. Proceso de manejo de desechos

Como medida de mitigación a la formación de gas metano han colocado unos tubos (llamados chimeneas), las cuales son unos tubos de latón de unas 4" de diámetro que son insertados dentro de los cúmulos de basura (aproximadamente 2 metros) y se encienden para que el gas metano arda. Esta puede ser una solución que a la larga puede dar problema, ya que al estar en medio de todo el proceso también se corre el riesgo de que por el aire haya una chispa que provoque un incendio por basura vieja.

El material selecto que se ve en la foto es también acumulado no solamente para cubrir la basura sino como la única medida de contingencia en caso de que se dé algún conato de incendio.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Cúmulos de basura siendo arrastrada al barranco sin ningún tipo de tratamiento



Emanaciones de CO₂

Como se puede observar hay basura regada por todo el lugar y en algunos lugares aparecen emanaciones de CO₂ por la combustión incompleta de los desechos.

Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Figura 36. Chimeneas (Tubos que sirven para la salida de gas metano)

Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Figura 37. Maquinaria que arrenda la municipalidad

El tratado de Río de Janeiro, Agenda 21, del cual Guatemala es signataria, establece a partir del capítulo 21 la prioridad que debe tener el manejo adecuado de desechos sólidos y menciona que es viable el financiamiento y ayudas a países en vías de desarrollo para mejorar dichos procesos, por lo que la Municipalidad Capitalina ha podido tramitar alguna ayuda o tener acceso a algún financiamiento, pero este es un tema que no tiene mucho impacto político y que incluso los guatemaltecos de la capital estamos ignorando.

Al estar en el lugar es inaudito pensar que al día siguiente se van a depositar 1,500 toneladas más de desechos y así indefinidamente. Toda la población de la capital y municipios aledaños ejercemos un impacto negativo muy alto que es local e irreversible sobre el Relleno Sanitario de la Zona 3 y definitivamente no se puede decir que el lugar sea un verdadero relleno sanitario.

Capítulo V

Auditoría de la Contaminación Atmosférica

La contaminación es la presencia de gases, partículas y vapores que han sido incorporados directa o indirectamente en la atmósfera por el hombre o por fuentes naturales en cantidades suficientes para afectar adversamente animales, vegetación, materiales y al hombre mismo.

El monóxido de carbono (CO) es uno de los principales contaminantes de la atmósfera. Éste es un gas incoloro, inodoro e insípido, con moléculas homogéneas, cuya densidad es ligeramente menor que la del aire y que se combina preferentemente con la hemoglobina de la sangre bloqueando el sistema de transporte de oxígeno del cuerpo. Es producto de la combustión incompleta de materias, que tiene lugar cuando no hay suficiente tiempo ni oxígeno para que se convierta completamente en dióxido de carbono. Este monóxido de carbono está presente con mucha frecuencia en el Relleno Sanitario de la Zona 3.

En el lugar hay presencia de CO, por los incendios producidos por el biogás que se produce en el lugar por la descomposición de materia orgánica. Éste es una mezcla gaseosa formada por metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y pequeñas proporciones de otros gases, como sulfuro de hidrógeno (H₂S), hidrógeno (H₂) y amoníaco (NH₃).

El biogás se genera a partir de la digestión anaerobia, que es un proceso biológico en el cual la materia orgánica es degradada por un consorcio de bacterias que no requieren oxígeno para su metabolismo (por eso es "anaerobia"). El metano producido, llamado también gas natural, es una de las llamadas bioenergías. Este es un gas que produce efecto invernadero. Por esta razón como medida de contingencia se insertan los tubos de latón en los mayores montículos de desechos, así al ser liberado el gas, se evitan las explosiones e incendios. Lamentablemente esta medida no es del todo efectiva ya que el último incendio se dio el día 6 de Enero 2014, el cual fue muy difícil de sofocar ya que no se cuenta con planes de contingencia en el Relleno Sanitario y gran parte de la ciudad fue afectada.

A través del monitoreo del "aire contaminado" se obtienen parámetros que identifican el grado de sustancias y cifras comparativas para determinar su tendencia y comportamiento y en qué medida están sobrepasando los límites recomendados por la OMS como agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de Norteamérica.

La Facultad Ciencias Químicas y farmacia de la USAC, ha realizado monitoreos para determinar la contaminación de aire en la zona específica del Trébol, pero la mayor contaminación es atribuida al incremento de circulación vehicular y por consiguiente la contaminación que genera el mayor impacto es la de dióxido de carbono que no se produce en el basurero, sino que es producida por la combustión de productos derivados del petróleo y se da del lado del Trébol en donde hay mayor circulación de tipo vehicular.

La mayor contaminación de aire que presenta el Relleno Sanitario de la zona 3 es la llamada microbiológica que es producida por la acumulación de desechos orgánicos e

industriales, domésticos y municipales en donde se encuentran bacterias, hongos y parásitos que producen enfermedades pulmonares, infecciosas, gastrointestinales, circulatorias, y afecciones cardíacas. Cabe mencionar que el Relleno Sanitario se está convirtiendo en una gran planicie y se está formando un gran cañón lo que provoca grandes movimientos de vientos constantes y aunque haga calor, siempre sopla el viento el cual viene acompañado de polvo y de los malos olores que imperan en el lugar. El polvo es el mayor causante de las enfermedades que en su mayoría padecen las personas que permanecen en el lugar y que se mencionaron anteriormente, pero esto no trasciende del Relleno Sanitario. Obviamente también los malos olores son parte de esa contaminación atmosférica.

En la “**Evaluación Socio ambiental de Sellado y Saneamiento del Vertedero de Desechos zonas 3 y 7 de Guatemala**” se desarrolló un estudio para determinar la calidad del aire en la zona de influencia del vertedero de residuos sólidos de la Ciudad de Guatemala, en base a parámetros representativos de la calidad ambiental, monitoreando para el efecto la concentración de Partículas Suspendidas Totales (**PST**), Partículas Sedimentables (**PSD**), Bióxido de Azufre (**SO₂**) y potencial de Hidrógeno (**pH**).

La metodología empleada para realizar dicho monitoreo en la zona de influencia del vertedero de la Ciudad de Guatemala, fue en función de la determinación de los puntos de muestreo, que se definieron atendiendo a su cercanía, y dirección predominante del viento, que en la ciudad de Guatemala, es regularmente de norte a sur y de nor-noreste a Sudeste.

Los puntos seleccionados, corresponden a los siguientes:

- 32 Calle “A” Zona 3. Zona caracterizada por encontrarse en la parte sureste del Vertedero, recibiendo los vientos que vienen del norte y del nor-noreste.
- Finca la Verbena, 11 Avenida “A” y 11 Calle Zona 7. Punto caracterizado por encontrarse a inmediaciones del área de influencia de avance actual del Vertedero, recibiendo los vientos con la dirección descrita, por lo cual este punto también permite observar los posibles efectos derivados del vertedero.
- Entrada de la Colonia La Bethania, zona 7, ubicado hacia el Norte del desarrollo actual del Vertedero. Este punto se consideró debido a su relativa lejanía del desarrollo del Vertedero Controlado, motivo por el cual es un punto comparativo que en principio no se encuentra influenciado por éste y que por ende, permitirá analizar si la calidad del aire en este punto difiere significativamente de los otros puntos analizados.

Los parámetros seleccionados para determinar la calidad del aire, se seleccionaron atendiendo a las Normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableciéndose un monitoreo para los parámetros siguientes:

PST Corresponde a la concentración de Partículas Suspendidas Totales, expresadas en microgramos por metro cúbico de aire (ug/m³)

PSD Correspondiente a la concentración de Partículas Sedimentables, expresadas en miligramos por centímetro cuadrado por día (mg/cm²/día).

pH Indica el Potencial de Hidrógeno. Valores de pH arriba de 7 presentan rango básico o alcalino y por debajo de 7, condiciones ácidas, siendo el valor de 7, un pH neutro.

SO₂ Concentración de Bióxido de Azufre, expresado en microgramos por metro cúbico de aire (ug/m³).

El monitoreo de la calidad del aire, se llevó a cabo utilizando el equipo convencional de muestreo de alto volumen, utilizando unidades previamente calibradas de acuerdo a la metodología recomendada para el efecto.

El muestreo se llevó a cabo de acuerdo con los métodos establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norte América (USEPA) utilizando un período de muestreo por cada punto de muestra de 24 horas continuas.

Los resultados del muestreo realizado, se comparan con las normas de calidad del aire, establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Las condiciones meteorológicas registradas, durante el tiempo que duró el muestreo fueron las siguientes:

Temperatura: Máxima de 29.7 °C y Mínima de 15.50 °C

Humedad Relativa: Máxima de 99 % y Mínima de 40 %

Velocidad Máxima del Viento: 7.9 m/s

Precipitación: 25 mm

Dirección del Viento: noreste (56°)

Época: Lluviosa

Resultados:

Resultados del Monitoreo de la Calidad del Aire 2002					
		Parámetros monitoreados			
PUNTO	UBICACIÓN	PST, ug/m³	PSD, mg/cm²/día	pH, a dimensional	SO₂, ug/m³
1	32 Calle A 0-37 z.3	118	0.0113	7.00	75
2	PROAM, Finca La Verbena, z.7	76	0.0098	7.00	54
3	Centro de Salud, La Bethania, z.7	104	0.0109	7.00	71

FUENTE: Teos Morales Edelberto, Figueroa Dilia, Bravatti Edgar, Siliezar Christian. *Evaluación Socio ambiental del Sellado y Saneamiento del Vertedero de Desechos Zonas 3 y 7 de Guatemala*” Capítulo VI. Año 2,002.

TABLA 13

De acuerdo con la normativa establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en cuanto a la concentración de los parámetros monitoreados para la calidad del aire, indica las concentraciones máximas permisibles, arriba de las cuales existe deterioro de la calidad ambiental. La normativa establece los límites siguientes:

PST: 100 ug/m³, PSD: 0.0167 mg/m²/día, pH: 7.00 y SO₂: 80 ug/m³ de aire.

El siguiente monitoreo fue realizado por Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Química, Laboratorio de Monitoreo del Aire, Universidad de San Carlos de Guatemala, “Informe Anual 2012 del Monitoreo del Aire en la Ciudad de Guatemala” Guatemala, Abril de 2013.

PARÁMETRO	VALOR
Precipitación pluvial: depende de la región del área metropolitana. El valor presentado es para la región central del valle.	1100 – 1200 mm de lluvia (l/m ² /año)
Épocas Climáticas: 2 épocas climáticas, época seca y época lluviosa.	Época Lluviosa: de mayo a octubre Época Seca: de noviembre a abril
Vientos: la mayoría del año los vientos provienen del noreste.	Noreste Sur

*Fuente: INSIVUMEH. 2014

TABLA 14

La situación geográfica de la Ciudad de Guatemala cuenta con la condición orográfica de poseer una vía libre para la circulación del viento proveniente del noreste la mayor parte del año, lo cual representa una adecuada dilución y dispersión de los contaminantes gaseosos y particulados, ya que los mismos pueden ser transportados por el viento, lo que favorece un continuo sistema de limpieza del aire de la ciudad, sin embargo dicha circulación puede no ser suficiente corriendo el riesgo de inversiones térmicas, principalmente en la época seca.

Puntos de Muestreo:

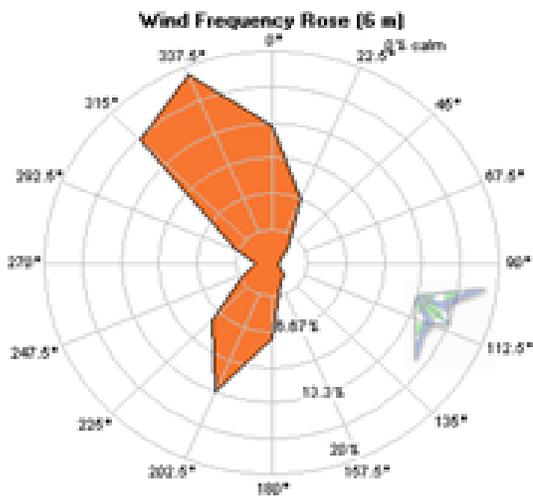
1. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP- (por encontrarse en el radio cercano al Relleno Sanitario de la zona 3)

- Dirección: Calzada Roosevelt, 6-25, Zona 11.
- Coordenadas: N14°36.968´ W 90°32.393´
- Altitud: 1527 msnm
- Parámetros medidos: PTS, PM10, PM2.5, NO₂, SO₂ y lluvia ácida.



Fig. No.38 Estación ubicada en el INCAP

(Fuente: Laboratorio de Monitoreo del Aire. USAC)



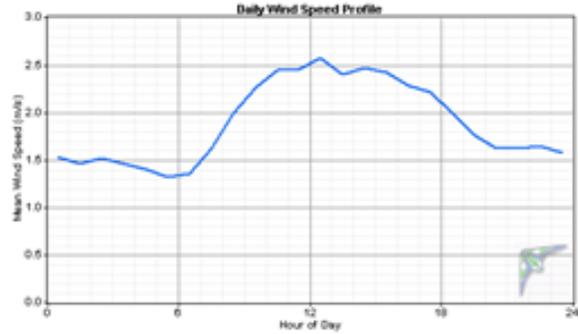
Rosa de vientos año 2012

Fuente: MARN



Velocidad del viento 2012, Estacional

(Fuente: MARN)



Velocidad del viento 2012, Día

(Fuente: MARN)

2. USAC:

- Dirección: Edificio T-10 Facultad de CCQQ y Farmacia, Ciudad Universitaria, Zona 12.
- Coordenadas: N14°35.101' W 90°33.284'
- Altitud: 1522 msnm
- Parámetros medidos: PTS, PM10, PM2.5, NO2, SO2 y lluvia ácida.



(Fuente: Laboratorio de Monitoreo del Aire. USAC)



(Fuente: Laboratorio de Monitoreo del Aire. USAC)

Figura 39. Estación Ubicada en la USAC.

Se tomaron ambos puntos como referencia porque ambos tienen gran afluencia vehicular y se desea comparar los parámetros si es que ambas mediciones son resultado de ello o si la cercanía al Relleno Sanitario de la Zona 3 influye en el punto de muestra ubicado en INCAN.

TABLA 15

Resultados del Monitoreo de la Calidad del Aire 2012							
		Parámetros monitoreados					
PUNTO	UBICACIÓN	PST, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MP₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	pH, adimensional	SO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	INCAP (zona 11)	116	46	66	52	1.76	13
2	USAC (zona 12)	50	19	38	23	1.54	4

Fuente: propia

 Valor que sobrepasa el límite permisivo

Valores permisivos por la OMS:**PST:** 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual**NO₂:** 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual**MP₁₀:** 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual.**SO₂:** 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas**PM2.5:** 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas

Lluvia ácida (pH): Se considera lluvia ácida cuando el valor de **pH** es menor a 5.25 o cuando el cambio en el valor de **pH** es mayor a 1.75 unidades tendientes a la región ácida.

- **Partículas Totales en Suspensión -PTS-**

Las partículas totales en suspensión se conocen como **PTS**, y se definen como aquellas partículas diminutas sólidas y líquidas presentes en el aire en gran número, originadas principalmente por procesos de combustión de productos derivados del petróleo y carbón vegetal utilizados en actividades industriales, domésticas y de transporte, así como en otros procesos industriales (molido de piedra, fabricación de cemento, etc.). También tienen origen natural en las erupciones volcánicas, procesos de erosión y en los incendios forestales.³²

32. **USAC – MARN.** INFORME ANUAL 2012 “MONITOREO DEL AIRE EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”. Publicación 2013

Efectos Principales: Irritación de las vías respiratorias, aumento en la susceptibilidad al asma y resfriado común, deterioro de materiales y monumentos históricos, interferencia con la fotosíntesis y disminución de la visibilidad.

Las partículas totales en suspensión han sido el contaminante más significativo para las cercanías del Relleno Sanitario de la Zona 3 y mucho más dentro del lugar, producto del tráfico vehicular constante y de las calles no asfaltadas. Los incendios también contribuyen al aumento de estos parámetros.

Metodología: muestreo de 24 horas con impactor de alto volumen. Análisis por método gravimétrico.

- **Partículas Totales en Suspensión en su Fracción -PM₁₀-**

Las partículas totales en suspensión en su fracción **PM₁₀** son todas aquellas partículas sólidas o líquidas dispersas en el aire con un diámetro menor a 10 micrómetros. Por lo regular se conforman por polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen. Se originan principalmente en los procesos de combustión industrial, doméstica y de transporte. Naturalmente se producen por erosión, erupciones volcánicas e incendios forestales.

Efectos Principales: Debido a su capacidad de penetrar más profundamente por el tracto respiratorio puede producir graves irritaciones a las vías respiratorias, agravar el asma y las enfermedades cardiovasculares.

Dentro del lugar este contaminante atmosférico es relevante, producto del tráfico vehicular constante y de las calles no asfaltadas. Los incendios también contribuyen al aumento de estos parámetros. Aunque el promedio anual es de $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el mes de abril se detectó en la medición $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$.³³

METODOLOGÍA: muestreo de 24 horas con un impactor de bajo volumen. Análisis por método gravimétrico.³⁴

- **Dióxido de Nitrógeno -NO₂-**

El dióxido de nitrógeno es un gas color pardo o rojizo, no inflamable y venenoso. Es un precursor del ozono y la lluvia ácida (al combinarse con el agua del aire forma ácido nítrico el cual puede provocar deposición o lluvia ácida). Se origina principalmente por procesos de combustión de fuentes industriales, doméstica y por transporte.

33. USAC – MARN. INFORME ANUAL 2012 “MONITOREO DEL AIRE EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”. Publicación 2013

34. IDEM

Efectos Principales: Las exposiciones directas pueden incrementar la susceptibilidad a infecciones respiratorias y disminuyen la eficiencia respiratoria y la función pulmonar en asmáticos. Las exposiciones cortas provocan problemas respiratorios principalmente en niños, siendo los síntomas más comunes la tos, resfriados e irritación de garganta.

El dióxido de nitrógeno causa daños a bosques y sistemas acuáticos así como a edificios y monumentos históricos. También provoca la corrosión de metales debido a la lluvia ácida.

Aunque el valor promedio anual en el INCAP es de $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el mes de Diciembre se dio un aumento de $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Metodología: muestreo de 1 mes por difusión pasiva. Análisis por método espectrofotométrico.

- **Dioxido de Azufre –SO₂-**

Gas incoloro e irritante que se origina principalmente en los procesos de combustión industrial y de transporte cuando se utilizan combustibles con contenidos significativos de azufre. El dióxido de azufre reacciona rápidamente con el agua para formar ácido sulfúrico, componente de la lluvia ácida.

Efectos Principales: en la respiración, afecciones respiratorias, debilitamiento de las defensas pulmonares, agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares ya existentes, en altas concentraciones puede provocar la muerte. Al combinarse con el agua y formar lluvia ácida produce decoloración de las plantas y daños a materiales.

Aunque el promedio de mediciones anuales fue de 13 lo que está dentro de los límites permisibles por la OMS, en el mes de mayo 2012 la lectura arrojó $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que sobrepasa los límites. Cabe recordar que cualquiera de estas mediciones efectuadas en el INCAP, están por debajo de los resultados que arrojaría el Relleno Sanitario de la Zona 3.

Metodología: Muestreo de 24 horas por difusión activa. Análisis por método espectrofotométrico (Método de la pararosanilina).³⁵

- **Partículas Totales en Suspensión en su Fracción –PM_{2.5}-**

Las partículas totales en suspensión en su fracción **PM_{2.5}** son todas aquellas partículas sólidas o líquidas dispersas en el aire con un diámetro menor a 2.5 micrómetros. Por lo regular se conforman por polvo, cenizas, hollín y polen. Se originan principalmente en los

35. USAC – MARN. INFORME ANUAL 2012 “MONITOREO DEL AIRE EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”. Publicación 2013.

procesos de combustión industrial, doméstica y de transporte, principalmente por el uso de diesel y gasolina. Naturalmente se producen por erosión, erupciones volcánicas e incendios forestales. Pueden formar aerosoles de nitratos, sulfatos y compuestos orgánicos.

Efectos Principales: Debido a su capacidad de penetrar más profundamente por el tracto respiratorio puede producir graves irritaciones a las vías respiratorias, agravar el asma y las enfermedades cardiovasculares, así como causar la muerte prematura de personas que padecen dichas enfermedades. También pueden dispersar la luz y disminuir la visibilidad a distancia. Contribuyen a la formación de lluvia ácida, lo que conlleva a daños en el ecosistema y deterioro de materiales y monumentos históricos.

Aunque en el INCAP el promedio anual es de $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el mes de Abril de 2012 hubo una medición de $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Metodología: muestreo de 24 horas con un impactor Omni y PQ200. Análisis por método gravimétrico.

- **Lluvia Ácida – pH-**

La deposición ácida también recibe el nombre de lluvia ácida y se origina cuando se liberan a las atmósferas contaminantes gaseosos como el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno, los cuales al reaccionar con el agua del ambiente forman ácido sulfúrico y ácido nítrico respectivamente.

Efectos Principales: La lluvia ácida causa Irritación de ojos, piel y tracto respiratorio, agrava las enfermedades respiratorias. Causa corrosión en los metales y deterioro en monumentos históricos. Provoca lesiones en las hojas de las plantas y limita su crecimiento, tornándolas de un color amarillento.

Metodología: Muestreo de 15 días por deposición húmeda. Análisis por método potenciométrico.³⁶

Existe contaminación del aire en los puntos muestreados debido a la detección de todos los contaminantes medidos, obteniendo resultados que sobrepasan los límites de referencia sugeridos.

El contaminante de mayor presencia en las estaciones muestreadas fueron las partículas totales en suspensión en su fracción $\text{PM}_{2.5}$, parámetro que rebasa los valores guías de 24 horas y promedios anuales sugeridos. Dicho contaminante puede provocar serios daños al sistema cardiopulmonar del ser humano, provocar daños al medio ambiente en general, reducir la visibilidad y generar deterioro de infraestructura y monumentos históricos.

36. USAC – MARN. INFORME ANUAL 2012 “MONITOREO DEL AIRE EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”. Publicación 2013.

Los valores positivos de lluvia ácida son un indicativo de la emisión de óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, partículas $PM_{2.5}$, así como de un deterioro significativo de la calidad del aire en los puntos de muestreo.

Debido a los causantes de dichos contaminantes se puede asumir que en el Relleno Sanitario de la Zona 3 dichos parámetros tienden a aumentar, pero no fue posible la medición en el lugar por los métodos utilizados para realizar las mediciones y por el alto costo de dichos análisis.

Basura humeando



Procesos emanando contaminación atmosférica



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

El tráfico vehicular y los conatos constantes de incendio contaminan la atmósfera por encima de los niveles detectados.

Otro tipo de contaminación que se genera en el Relleno Sanitario de la Zona 3 son los malos olores que se perciben en el interior del lugar y en los alrededores y es sumamente desagradable y es causado por la falta de tratamiento a los desechos sólidos y lixiviados.

En el vertedero, los olores se incrementan y propagan en los meses de lluvia y los radios de influencia son más grandes, sintiéndose el mal olor en la dirección del viento predominante (Sur – norte, o norte – sur) y no se puede determinar con exactitud hasta dónde se percibe.

Capítulo VI

Auditoria a la Salud Humana

El impacto sobre la salud humana es uno de los más significativos ya que en este inciso tienen que ver todos los contaminantes analizados en los capítulos anteriores como el impacto sobre el sistema atmosférico.

Los trabajadores del lugar están desprotegidos. Se cuenta con una enfermera de planta y un médico graduado que llega una vez por semana por lo general los días viernes y solamente por las mañanas. La Municipalidad capitalina es la que contrata a la enfermera de planta la que se encuentra de 7 de la mañana a 4:30 de la tarde. El médico es voluntario y está apoyado por la Fundación Casa del Alfarero y los medicamentos son donados en su mayoría por médicos y voluntarios americanos.

En el lugar hay un dispensario que funciona en el local administrativo y donde se lleva el control de los pacientes que se atienden. La clínica es muy sencilla y carece de equipamiento adecuado. Allí se realizan los chequeos de las personas que acuden al lugar por diversos padecimientos y por accidentes o cuidados prenatales y pediátricos. Lamentablemente muchos de los diagnósticos no pueden ser confirmados por un análisis bioquímico debido a la falta de recursos económicos de los pacientes que les impide pagar por ejemplo un examen de sangre para descartar algún tipo de intoxicación como la Hipóxia o algo más simple como la anemia o el análisis para detectar algún caso de bacterias o parásitos específicos.

El médico voluntario de la Fundación Casa del Alfarero también cuenta eventualmente con el apoyo de estudiantes de medicina americanos que como parte de sus prácticas vienen al Relleno Sanitario de la Zona 3

A continuación se presenta un porcentaje de casos de pacientes que fueron tomados de los archivos del médico voluntario de Casa del alfarero en el año 2013 - 2014.

La muestra se tomó al azar de los archivos de los expedientes médicos y fueron tomados 172 datos de pacientes lo que hace un porcentaje aproximado entre el 17 y el 20%.

Los datos son los que aparecen a continuación:

TABLA 16

TABULACIÓN DE TABLA		
MOTIVO DE CONSULTA	No DE PACIENTES EN 2013- 14	%
tos	5	3%
Alergia al polvo	6	3.52
Dolor en las articulaciones de las manos	3	1.76
Anemia	2	1.13
Dolor de cuerpo	6	3.53
Conjuntivitis	11	6.47
Desnutrición	3	1.76
Dolor de pies	2	1.13
Gripe y congestión nasal	3	1.76
Cefalea	9	5.29
bronquitis	16	9.41
Infección intestinal	14	8.23
Hongos en los pies o axilas	5	3
Problemas hepáticos	3	1.76
Laringitis, faringitis, amigdalitis	10	5.88
Gastritis	25	14.70
Infección urinaria	5	3
Dermatitis	8	4.59
Heridas o accidentes	14	8.23
Depresión	3	1.76
Infección vaginal	3	1.76
Neumonía	3	1.76
Artritis	2	1.13
Otitis	5	3
otros	4	2.35
TOTAL	170	100%

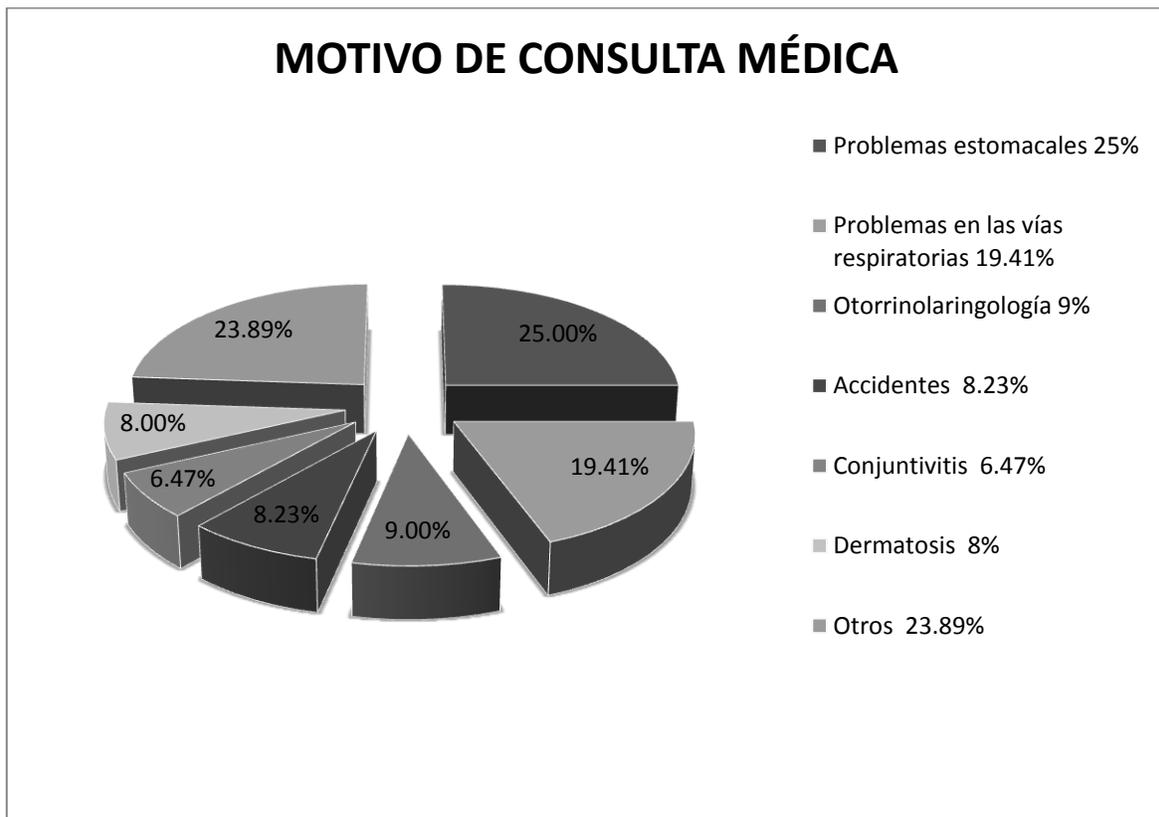
Fuente de elaboración propia

Como se puede observar, las causas más frecuentes de consulta son los problemas de gastritis, que por lo general son causados por bacterias (*Helicobacter Pylori* y otras), infección intestinal, y heridas y accidentes, de los cuales es frecuente que si no es una herida seria o accidente, o por el contrario, es una herida muy seria o un accidente que se sale del control del dispensario, no haya consulta y por lo tanto tampoco registro.



La enfermera que apoya a la doctora de Casa del Alfarero, brindando medicina a los pacientes que llegan a consulta a la clínica del Relleno sanitario.

Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

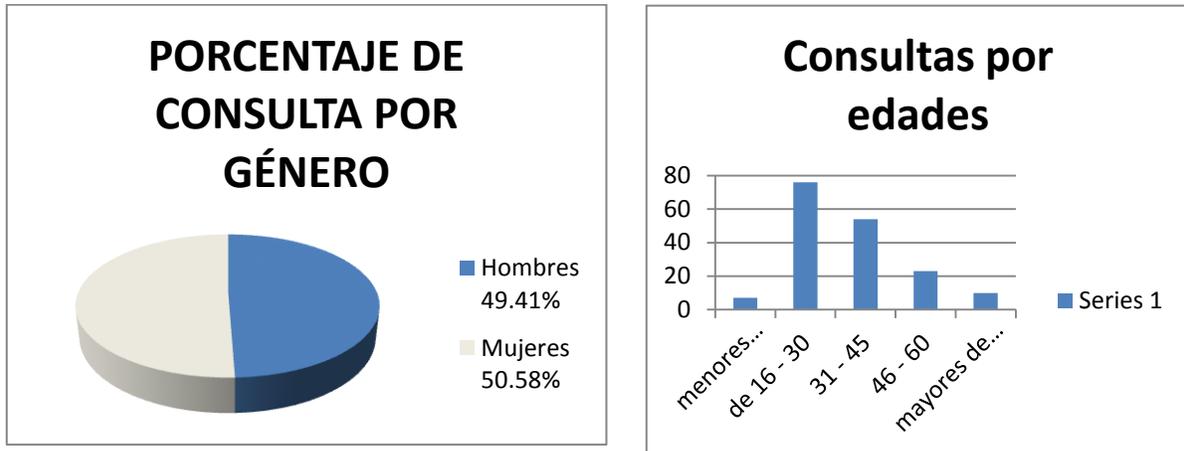


Fuente de elaboración propia.

Figura 39

Como se puede observar, los problemas estomacales, y los problemas de las vías respiratorias son el motivo de consulta más frecuente. Aunque el porcentaje de accidentes es relativamente bajo (8.23%), son muchos los casos que no llegan a revisarse después de

sufrir alguna cortadura o algún raspón con algún material cortopunzante y la mayoría de pacientes de accidentes que se tratan en el dispensario, no se les lleva una ficha como en el caso de enfermedades.



Fuente de elaboración propia

Figura 40

Fuente de elaboración propia

Los impactos a la salud se debe al tipo de contaminación que se da en el Relleno Sanitario de la Zona 3 que es de tipo microbiológico por bacterias y coliformes fecales en su mayoría, y la contaminación atmosférica por partículas sedimentables del tipo **PM_{2.5}** y **PM₁₀** las cuales penetran fácilmente en las vías respiratorias y causan enfermedades tanto en las vías respiratorias como estomacales. Además muchos de los padecimientos son causados por falta de medidas de higiene en el lugar y en sus entornos, como por ejemplo al incurrir a la ingesta de alimentos cocinados en el sitio como se puede ver en las fotos.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Figura 41

Dentro del Relleno Sanitario hay champas en donde se prepara comida para la venta como chorizos y tortillas con carne o granizadas

Según investigaciones, el mayor impacto del monóxido de carbono en la salud consiste



fundamentalmente en que establece un fuerte enlace con el átomo de hierro del grupo hemo de la hemoglobina y forma carboxihemoglobina, sustancia que disminuye la capacidad de la sangre de transportar oxígeno y altera la disociación de la oxihemoglobina provocando hipoxia³⁷ a nivel de los tejidos del organismo. El CO es absorbido por los pulmones y su concentración en la sangre está asociada al tiempo de exposición y a la concentración de éste en el ambiente.

Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Figura 42



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Figura 43

Son muchos los casos de accidentes que se tratan en el dispensario, pero lamentablemente no se les lleva una ficha a los pacientes como en el caso de enfermedades.

37.- Hipoxia es un trastorno en el cual el cuerpo se ve privado del suministro adecuado de oxígeno. Luis Gustavo Hein Molina (25 de noviembre de 2009). «Hipoxia». **CONCEPTOS BÁSICOS DE FISIOLÓGÍA DE AVIACIÓN**. Consultado el 15 de octubre de 2014.

Capítulo VII

Auditoría Social y Laboral

Aproximadamente 2, 000 familias dependen del Relleno Sanitario de la zona 3 para su subsistencia las cuales viven en situación de pobreza y pobreza extrema. En el lugar se puede ver a hombres mujeres y jóvenes (incluso niños) de todas las edades, pero en su mayoría son personas que oscilan entre 16 y 45 años.

El impacto social y laboral del Relleno Sanitario de la zona 3 se puede catalogar principalmente de positivo ya que genera fuentes de trabajo para todas estas familias.

El Relleno Sanitario empieza a trabajar a las 7 de la mañana hasta las 5 de la tarde, y desde esa hora empieza a darse el tránsito vehicular de los camiones que entran y salen constantemente del lugar y lo mismo sucede con los guajeros.

El trabajo de los guajeros y de los empleados municipales (a excepción de los trabajadores administrativos) es uno de los trabajos más denigrantes que hay, ya que no hay diferencia entre las aves de rapiña y los guajeros, cada uno de ellos peleando por su parte de basura y respirando constantemente las nubes de polvo que se levantan.

El lugar carece de control, y tanto los guajeros como los camiones de basura y maquinaria trabajan simultáneamente en el mismo lugar lo que hace que constantemente ocurran accidentes como el día 6 de Enero de 2014 en donde un camión de basura atropelló a una mujer que estaba recolectando desechos causándole la muerte.

Por la falta de control con el tipo de basura que se recibe en el lugar, también se dan serios accidentes laborales como cortaduras, etc.

Ilustración de un accidente ocurrido durante la visita al Relleno Sanitario de la zona 3, en donde un joven se cortó la mano con unos vidrios que se encontraban dentro de la basura.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Uno de los padecimientos que comúnmente aqueja a muchas personas que laboran en el Relleno Sanitario es la depresión, aunque pocas veces es motivo de consulta y no es tratado.

Los trabajadores municipales del Relleno Sanitario de la Zona 3 no ganan más de Q2,500 (sin tomar en cuenta al personal administrativo) y los guajeros ganan entre Q60 y Q80 diarios por lo que a veces hay varios miembros de una familia que se dedican a la recolección de basura para poder tener mayor ingreso.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Para poder recolectar de una manera más efectiva, contactan a camiones de basura y lo esperan en alguno de los patios por lo que se podría decir que tienen la exclusividad en ese camión. Si no logran contactar a un camión se tienen que conformar con recoger lo que los otros dejan. Por lo general no solamente esperan a un camión sino a varios lo que hace una jornada de varias horas en el sitio.

Por lo general se tiene el concepto de que las personas que se dedican a este tipo de oficio son charamileros o pegamenteros o personas viciosas, pero en su mayoría son personas que se toman su trabajo muy en serio y se podría decir que lo han convertido en un negocio familiar ya que algunos de ellos han logrado expandirse de manera comercial y tienen sus negocios afuera del Relleno y venden su mercadería a empresas grandes.

En el interior del Relleno Sanitario de la Zona 3 es muy común ver el ingreso de grandes furgones que llegan a recoger la mercadería directamente en el lugar y algunos guajeros solamente la acumulan y esperan la llegada de estos.

Las personas que venden comida no son necesariamente de los alrededores del lugar sino que llegan de lejos a colocar sus champas para la venta.

El negocio de la basura ha cobrado mucho auge y aporta muchos beneficios a la economía. En las afueras del lugar se puede ver la forma tan expansiva que han tenido estos negocios y los que venden los desechos (que no son necesariamente guajeros) han logrado tener buenos ingresos económicos, incluso los que recogen la basura domiciliaria, ya que pasan vendiendo en el camino lo que es útil y negociable y ya no llega mucho útil al Relleno.

Dentro de las obras de la Señora del Alcalde, Sra Patricia de Arzú están algunas escuelas y guarderías para niños. También hay algunas fundaciones que trabajan con las comunidades del lugar como Casa del Alfarero que proporciona tutorías para niños en edad escolar, almuerzos, cursos para mujeres y pláticas para aumentar su autoestima, y también servicio médico a personas de los alrededores del Relleno Sanitario.

En cuanto a la salud y seguridad en el trabajo existen varios sistemas de gestión (SGSST) que fomenta los entornos de trabajo seguros y saludables al ofrecer un marco que permite a la empresa a identificar y controlar coherentemente los riesgos de salud y seguridad, reducir el potencial de accidentes, apoyar el cumplimiento de las leyes y mejorar el rendimiento en general. Uno de estos sistemas es el **OHSAS 18001**(*Occupational Health and Safety Assessment Series*) que es una especificación de evaluación reconocida internacionalmente, y ha sido concebida para cubrir los vacíos en los que no existe ninguna norma internacional certificable por un tercero independiente. OHSAS 18001 se creó para ser compatible con la norma ISO 9001 e ISO 14001 a fin de ayudar a las organizaciones a cumplir de forma eficaz con sus obligaciones relativas a la salud y la seguridad.³⁸

38..<http://www.bsigroup.es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Seguridad-y-Salud-Laboral-OHSAS18001>.

Cualquier organización que quiera implantar un procedimiento formal para reducir los riesgos asociados con la salud y la seguridad en el entorno de trabajo puede adoptar la norma OHSAS 18001.

La Municipalidad Capitalina no cuenta con normas de seguridad laboral de ningún tipo. Cualquier trabajador tiene el derecho de laborar sin riesgo, y aunque los guajeros no son empleados municipales, deberían contar con ese derecho al igual que los trabajadores municipales, ya que para la Municipalidad son la única medida de mitigación ambiental con la que cuenta.

En el lugar operan 26 personas entre empleados administrativos y de campo y 16 policías.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

El negocio de venta de productos reciclados ha tenido un impacto económico positivo en el lugar



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Capítulo VIII

Auditoría al Riesgo y Vulnerabilidad Ante el Desastre

Los empleados no utilizan equipo protector como guantes, mascarillas, cascos y botas.

Existe un riesgo constante de accidentes tanto por el tránsito vehicular como por la basura.

El Relleno Sanitario es un lugar de riesgo y vulnerable. Por lo menos una vez al año se dan deslizamientos de basura, soterrando en muchos casos a guajeros y por la forma de procesar los desechos varias veces se han ido al fondo del barranco y han quedado soterrados camiones de basura por no tomar las precauciones necesarias y acercarse demasiado a la orilla a descargar la basura.



La única letrina de personal de campo está retirada de los patios de operaciones

Fuente: Ingeniero Jorge Monterroso



El muro perimetral del Relleno Sanitario ha colapsado en muchos lugares por lo que los asentamientos aledaños casi se encuentran dentro del mismo.

Fuente: Ingeniero Jorge Monterroso

No existe señalización vial, ni control de locomoción interna, lo que hace que guajeros y camiones se mezclan, unos para descargar la basura, y los otros para poder recolectarla. Tampoco los que operan la maquinaria pesada toman precauciones.



Figura 44.

Como se puede ver en esta foto, los camiones se acercan a la orilla del barranco y el suelo es una mezcla de material selecto y basura que no está compactado por lo que ha habido varios accidentes debido a esta mala práctica.

Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

El Ingeniero Marlon Portillo, subdirector del departamento de Medio Ambiente de la Municipalidad capitalina declaró que entre las mejoras de seguridad se encuentra la forma de trabajar los taludes, evitando la pendiente excesiva para que no hayan derrumbes, y además, se han construido más caminos vehiculares, para que los operarios transiten con más seguridad. Pero esto no evitó el derrumbe del 20 de Junio en donde varias personas perdieron la vida.

Los empleados no tienen un código de seguridad, y no fue sino hasta el 2006 que CONRED elaboró un manual de emergencia, que se adjunta en el anexo, el cual se elaboró a raíz del derrumbe que se dio en ese año y que provocara la muerte de varios trabajadores.

Otro peligro en el Relleno Sanitario es el invierno y las fuertes lluvias, ya que casi siempre causan deslaves dentro de las instalaciones como el ocurrido el 29 de Agosto 2012 en donde varios guajeros perdieron la vida.



En esta foto se puede observar la cantidad de guajeros trabajando de manera simultánea con la maquinaria que esparce el material selecto.

Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Figura 45

8.1 Medidas de seguridad humana y ambiental

El método exacto cómo se realizan las políticas de seguridad varía de acuerdo al tipo de organización que se trate. En este caso, las políticas de seguridad deben ser enfocadas al manejo de desechos de la manera menos arriesgada. Sin embargo los siguientes lineamientos son elementales y que tienen que ponerse en práctica.

- a) Deberá contarse con una política general que abarque la totalidad de la organización (personal administrativo, de seguridad, operarios y guajeros, aunque estos últimos no sean personal municipal).
- b) En dicha política deberán delimitarse los siguientes puntos:
 - Los deberes y responsabilidades de cada jefe de departamento
 - las responsabilidades de los supervisores dentro de los departamentos
 - Las responsabilidades de los trabajadores.
- c) Deberán organizarse en comités de seguridad con sujeción a los procedimientos convenidos entre la gerencia y los sindicatos reconocidos.
- d) En caso necesario, se acudirá a especialistas en seguridad como CONRED para apoyar al comité en sus tareas, para el entrenamiento relacionado con la salud y seguridad en el trabajo.
- e) La protección personal debe considerarse siempre como una segunda línea del control de seguridad. Lo fundamental es lograr la seguridad del sistema. No

obstante hay situaciones en que resulta esencial la protección personal y el riesgo de lesión ha de reducirse hasta niveles aceptables, mediante el uso de ropa y equipo especial de protección, que incluye:

- Cascos de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protección ocular
- Protección respiratoria
- Guantes protectores
- Ropa protectora

Al implementar este equipo (que deberá ser proporcionado por la Municipalidad), se debe supervisar el cumplimiento de uso del mismo, ya que los usuarios la mayoría de veces se resisten a su uso por la aparente incomodidad que representa, pero debe aplicarse en el reglamento alguna medida de sanción por incumplir esta cláusula.

El equipo debe ser revisado periódicamente por parte del supervisor, para proceder a su restitución en el caso de deterioro del mismo.

También deberá usarse letreros y códigos de seguridad en donde se indiquen pasos vehiculares, y peatonales y no ingerir alimentos en el sitio.

8.2 Manual de Seguridad Ocupacional

- **Área de mantenimiento**
 1. No use máquinas que no conoce
 2. No fume en el área de trabajo
 3. Utilice las herramientas precisamente para lo que se emplean
 4. Guarde las herramientas en posición segura
 5. Use siempre el casco de protección
 6. Desconecte toda maquinaria que vaya a reparar
 7. Antes de conectar una máquina asegúrese de que todo esté limpio y que el equipo de seguridad está instalado
 8. Después de una reparación asegúrese de que todo quede limpio y ordenado
 9. No trate de reparar una máquina que esté en movimiento.
- **Área de trabajo**
 10. No se permite el ingreso a personas sin equipo de seguridad
 11. Reporte de inmediato cualquier problema que se presente
 12. No acercarse a los camiones en marcha
 13. Esperar a que el camión se retire para separar la basura
 14. Para separar la basura use guantes y botas de hule
 15. Lávese las manos al terminar la tarea
 16. Si se hiere con algún objeto avise al supervisor
 17. No acercarse demasiado a la orilla del barranco

18. No fumar
19. Si está mal de salud física o mental, avise al supervisor
20. No ponga en peligro su vida
21. No opere máquinas sin autorización
22. Hacer un instructivo con códigos gráficos de lo que se puede y no se puede hacer ya que muchos de los que laboran en el lugar no saben leer.
23. No coma en el lugar
24. Use siempre mascarilla desde que ingrese al lugar

Es imperativo que la Municipalidad elabore un plan que trate de buscar, alcanzar y mantener la integridad física de todos los que participan en la operación del basurero, de las máquinas auxiliares, y de las herramientas. El objetivo principal es el de crear una cultura de seguridad, no solo para los trabajadores, sino para el patrono (Municipalidad), resaltando el valor del hombre dentro de la empresa y desarrollando el respeto a la vida del trabajador individual y de sus compañeros. Para ello el plan debe de hacer énfasis en la prevención como clave para obtener los fines deseados.

8.3 Guía en caso de emergencia

Accidentes de trabajo

Un accidente de trabajo es cualquier suceso que provoca la alteración en forma inesperada e involuntaria de una actividad planeada previamente que trae como consecuencia lesiones en el elemento humano y/o pérdida de equipos o materiales. Un accidente es inesperado pero también es indeseado, por lo que esta última característica nos obliga a actuar tratando de prevenirlos analizando las condiciones y acciones inseguras que puedan provocarlos.

Causas de los accidentes de trabajo

En general los accidentes de trabajo se deben a:

A. **Acciones Inseguras.** Estas se combaten adiestrando al personal para que realicen sus labores sin ejecutar maniobras que puedan poner en peligro su integridad física o la de sus compañeros.

B. **Condiciones Inseguras.** Este es el caso específico del basurero, en el cual debe crearse la estructura operativa que trate de eliminar las condiciones que ponga en peligro a los trabajadores o equipos, contando para ello con la colaboración de todo el cuerpo de la empresa, como de la dirección superior de la misma. Es vital que la Municipalidad capitalina haga una inversión para mejorar sus instalaciones y no seguir poniendo en riesgo a sus trabajadores.

8.4 Identificación y análisis de riesgo

a) **Identificar los puntos, los procesos y/o las actividades vulnerables.**

- ¿Dónde existe la posibilidad de un accidente grave?
- ¿Está suficientemente lejos cualquier punto débil de las instalaciones vecinas para inducir un desastre en cadena?
- ¿Queda suficientemente lejos de las comunidades circundantes?
- ¿Cuáles son las posibles consecuencias en términos de riesgo y de la propagación del daño?
- ¿Permite la disposición de las instalaciones para que los efectos de los accidentes menores se limiten sin riesgo de que se propague al área circundante?
- ¿Qué tan adecuados son los recursos y arreglos existentes para controlar la emergencia previsible más grave?

b) Estimación de la naturaleza de posibles emisiones químicas.

La evaluación del riesgo tiene por objeto establecer la posibilidad de que el riesgo que se presenta se manifieste, y cómo afectaría a las áreas vulnerables. La parte más difícil se expresa como riesgo de baja, mediana o alta posibilidad. También puede ayudar un mapa para localizar y zonificar las posibles áreas y cursos afectados siendo en este caso el área de mayor riesgo, la laguna de lixiviados y los patios 3,4 y 5 por su vulnerabilidad a los derrumbes.

En el caso de la explosión de gases metanos, mitigará la emisión de humo causado por los incendios, pero la toxicidad de los lixiviados seguirá siendo un problema latente y la única forma de evitar el riesgo es cercando el área mientras se proceda a darles algún tipo de tratamiento.

8.5 Seguridad Ocupacional

No existe forma de evitar totalmente los accidentes, pero sí de mantenerlos a un mínimo. El desconocimiento de una tarea conlleva a una situación de alto riesgo. Al adquirirse la habilidad o la conciencia de lo peligroso de la tarea se reduce significativamente el riesgo, especialmente en el caso de los gujeros.

8.6 Plan de Monitoreo de Control Ambiental

- Es de suma importancia que se desarrolle un plan de monitoreo ambiental para verificar que se están mejorando las medidas de mitigación de impactos ambientales que se plantea en este trabajo. Se debe planificar para identificar, evaluar y controlar los riesgos y Preparar respuestas ante las emergencias.

Conclusiones

- La Auditoría ambiental realizado en el “Relleno Sanitario de la zona 3” determinó que la problemática del traslado o cierre de éste sitio no es cosa sencilla, ya que hay muchos factores que se encuentran interrelacionados y que no son fáciles de resolver. Entre ellos se encuentran la escasez de sitios idóneos para poder hacer un verdadero relleno sanitario y la marginalidad que se le da al lugar escogido debido a que automáticamente se producen asentamientos en los alrededores del sitio.
- Se debe tomar en cuenta que ningún relleno sanitario en la capital sería eficiente si no se da educación ambiental a la población para que el manejo de los desechos sólidos inicie desde los hogares de los guatemaltecos y que se reduzca la generación de estos. El problema también debe tener un enfoque preventivo.
- La ubicación de las instalaciones es inadecuado bajo todo punto de vista, por estar en el centro de la ciudad, por los vientos predominantes que soplan a lo largo del año, por el radio habitacional y por la topografía del terreno.
- El manejo de los desechos es totalmente empírico. Tenemos un atraso en el tema del manejo de la basura con relación a los países desarrollados, como en el caso de los casos análogos que se presentaron de California y Alemania.
- El Capítulo 21 de la **Agenda 21**, firmado en el año de 1992 en Río de Janeiro, se establecen las bases para un manejo integral de los residuos sólidos municipales como parte del desarrollo sostenible. En este documento se establece que el manejo de los desechos sólidos toma en cuenta la minimización de la producción de los residuos sólidos, el reciclaje, el tratamiento de los desechos y su recolección. En Guatemala 23 años después, definitivamente no se han. En la **Agenda 21**, se establece que para el año 2000 se deben haber implementado medidas de mejoras significativas en las cuatro áreas que se han mencionado, y se deberían de crear programas con metas propias, no solamente a nivel local sino a nivel nacional.
- La producción de desechos sólidos se ha incrementado notablemente y no se han creado ningún tipo de campañas de concientización para la población a nivel nacional para que estos se reduzcan, siendo la capital la mayor fuente de generación de ellos.
- Para el año 2015 se debería de haber tenido un avance para el tratamiento y manejo de los desechos sólidos de por lo menos el 50% a nivel nacional, y eso no se ha dado todavía ni en el Relleno Sanitario de la Zona 3.
- El presupuesto que maneja la Municipalidad Capitalina para el manejo del Basurero de la zona 3 es insuficiente (Q16, 000,000 de quetzales anuales) y no ha querido pagar el precio político para incrementar sus ingresos que le permitan hacer reformas significativas en el Relleno Sanitario.

- El asunto del manejo de los desechos sólidos demuestra una fuerte debilidad institucional, y la falta de presencia de las demás instituciones gubernamentales que tendrían que estar involucradas en supervisar la efectividad del manejo de desechos y auditar a la empresa por lo menos una vez al año.
- El único tratamiento que se le da a la basura, es una pequeña cobertura con material selecto que cubre menos del 70% de los desechos que allí se vierten, y no tiene la debida compactación.
- Otra medida de contingencia de riesgo que tienen, son las llamadas “chimeneas”, (tubos de latón de 4” de diámetro, que son insertados en las montañas de basura pudiéndose diseñar un manejo gases más serio, y de gestión de riesgos.
- El personal es insuficientes para la cantidad de basura que se vierte en el sitio.
- La legislación es muy ambigua respecto al ámbito de competencia de las instituciones involucradas y es incompatible con la situación económica, social y cultural imperante en el país.
- El manejo de desechos domiciliarios relativamente está privatizado, ya que los camiones amarillos que recogen la basura de las casas son particulares y algunos propietarios tienen más de una unidad y realizan varios viajes al día. Sin embargo la Municipalidad Capitalina solamente percibe Q300.00 anuales por poner el terreno y mitigar los impactos.
- Faltan recursos humanos capacitados y calificados en todos los niveles. Los ingresos del personal son bajos y están en el nivel de sobrevivencia. Los beneficios sociales y de salud son insuficientes y no existen para los trabajadores informales del Relleno Sanitario.
- El Relleno Sanitario de la zona 3 no cumple con las especificaciones técnicas requeridas para un relleno sanitario.
- No se le da ningún tipo de tratamiento a los lixiviados. Esto hace que haya riesgo permanente de incendios por acumulación de metanos.
- No tienen ningún tipo de plan de contingencia contra incendios que sea efectivo, ya que solamente acumulan un poco de material selecto para ello. No cuentan con hidrantes ni con suficiente caudal de agua para enfrentar un siniestro. (Ver sección de Anexos)
- En la finca se encuentra el nacimiento del río “La Barranca”, el cual va a dar al río Motagua, y el río “La Ranchería. Ambos ríos se juntan y se contaminan por los lixiviados. La contaminación de cuerpos de agua está plenamente legislada en la legislación de Guatemala como en tratados internacionales.

- El gas metano socava y provoca agujeros en las montañas de basura, siendo un riesgo para los camiones de volteo que van a dejar la basura al lugar, como para los guajeros ya que provoca deslizamientos en las orillas del barranco.
- No hay medidas de seguridad laboral para el personal municipal, ni para los guajeros. Las personas están expuestas a los agentes físicos, químicos y biológicos del Relleno Sanitario de la Zona 3, constituyéndose esto en uno de los impactos más relevantes.
- Los transportistas de los camiones de basura y guajeros no cuentan con medidas sanitarias como servicios sanitarios adecuados y duchas, agua y jabón.
- No existe un grado de contaminación relevante por metales pesados ni por químicos, pero existe contaminación por vectores microbiológicos como bacterias y parásitos como E-coli.
- La contaminación del agua superficial es causada por DBO y DQO y por vectores microbiológicos como contaminación por heces fecales y parásitos como E-Coli, y no presenta una contaminación significativa de metales pesados ni de sustancias peligrosas.
- El agua entubada del Relleno y de las cercanías tiene buen margen de potabilidad.
- Los principales impactos sobre la salud humana son los problemas de las vías respiratorias, afecciones estomacales, problemas de infección ocular y accidentes laborales.
- El basurero es una fuente de ingresos para más de 1,000 familias que comercian con los desechos por lo que el impacto social y económico es positivo.
- Por la topografía del sitio es muy difícil mejorar los procesos para evitar la contaminación ambiental, ya que significaría la extinción total del bosque que aún queda.
- El impacto visual del exterior de las instalaciones no es relevante.
- El problema no se resuelve haciendo únicamente un relleno sanitario. Es importante que todos los ciudadanos tomen conciencia ambiental y que se reconozca que el problema es de todos.
- El impacto ambiental negativo tiene que ver con el sitios de disposición final; sitios de almacenamiento temporal; procesos de transferencia y en el proceso de recolección y transporte de desechos. Este impacto está relacionado con la contaminación de los recursos hídricos; del aire; del suelo; y del paisaje. La protección del ambiente es un tema que tiene limitaciones de orden institucional, de

legislación ambiental, financieros y sobre todo de vigilancia para el cumplimiento de las regulaciones.

- No existen políticas de mejoras operativas a corto o mediano plazo, mucho menos una iniciativa de traslado del sitio.
- El Relleno Sanitario de la Zona 3 no es un Relleno Sanitario sino un botadero controlado a cielo abierto.

Recomendaciones

1. Es de suma importancia que esta Auditoría Ambiental del Relleno Sanitario de la zona 3, sirva como línea base para evaluar el avance del manejo del lugar y poder dar un seguimiento por lo menos una vez al año. Para ello al finalizar el inciso de **Recomendaciones**, se adjuntan las tablas con la información obtenida en el año 2014 para que anualmente se hagan los análisis correspondientes y se pueda verificar los avances en los aspectos ambientales.
2. Tomar como ejemplo los casos análogos que se incluyeron en el estudio para implementar los procesos de selección de desechos sin causar riesgo a la salud de las personas que lo realizan.
3. Promover a toda costa la educación ambiental dentro de la población Guatemalteca, para que los desechos domiciliarios se manejen de manera sostenible, se reduzca, reutilice y recicle de manera más eficiente.
4. Incrementar el presupuesto asignado para las entidades encargadas del manejo de los desechos sólidos, especialmente el de la Municipalidad Capitalina.
5. Promover la privatización total en el manejo de los desechos domiciliarios, ya que este servicio ya está parcialmente privatizado, y la Municipalidad Capitalina no cuenta con recursos suficientes para que haya un buen manejo de desechos en el Relleno Sanitario de la Zona 3.
6. Descentralizar la captación de basura haciendo varios rellenos sanitarios, tanto en la capital como en los municipios que vienen a depositar los desechos al Relleno Sanitario, para que sea fácil hacer los controles necesarios para su buen funcionamiento y realizar medidas de recuperación de los sitios al momento del cierre. Cada relleno sanitario deberá ser construido de acuerdo a las especificaciones existentes.
7. La Municipalidad de la capital, cuenta con Alcaldías auxiliares, las que pueden dar soporte para manejar pequeños rellenos sanitarios en las zonas que tengan sitios aptos para ello que cumplan con las especificaciones mencionadas anteriormente. Además se puede cobrar de manera adecuada por cada zona sin que sea la municipalidad quien pague el precio político al incrementar la cuota de recolección.

8. Cambiar de manera gradual el Relleno Sanitario de la zona 3, haciendo que se maneje en el lugar únicamente los desechos provenientes de los mercados municipales y de las calles para evitar que los desechos de otros municipios vengán a dar a este lugar.
9. Colocar una planta de tratamiento de lixiviados y hacer lagunas de oxidación.
10. Es imprescindible mejorar la seguridad laboral del personal Municipal, choferes de camiones y guajeros.
11. Mantener un monitoreo mensual de afecciones frecuentes a la salud humana dentro del Relleno Sanitario a efecto de prever brotes infecciosos o problemas de epidemias y afecciones a la salud, especialmente de los trabajadores.
12. Que se haga conciencia a los trabajadores, en especial a los guajeros, del riesgo de su trabajo, y que aprendan a tomar las medidas de protección.
13. Que se les provea equipo, como botas, guantes, delantales, cascos y mascarillas.
14. Implementar camiones que tengan compartimientos para colocar la basura clasificada, ya que no motiva clasificar la basura domiciliaria y que al final toda valla a un mismo lugar.
15. Es necesario tener coordinado un sistema de alertas, que vayan del color verde al color rojo, como monitoreo de riesgos y verificación de normas de trabajo. La alerta color amarillo, en donde se interrumpirán las actividades totales o parciales, en donde el supervisor evaluará si dicha emergencia puede ser atendida por el personal operante. Si no fuere así, se activará la alerta roja, en donde se notificará al mando superior, quien a su vez acudirá a otras instituciones, como bomberos, ambulancias, CONRED.
16. La Municipalidad Capitalina debe crear un mercado de reciclado en donde cada una de las personas que se dedica a este negocio trabaje en condiciones dignas y que haya igualdad de condiciones tanto para los guajeros como para los que venden y compran la mercancía.
17. Es importante la participación activa de las autoridades como la MUNI, el Congreso de la República y MARN, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, y el Ministerio de Trabajo, para que velen por la salubridad del personal involucrado en el manejo directo de los desechos sólidos; que el Ministerio de Educación brinde educación ambiental y a toda la población en general, dejando las actitudes sectoriales y partidistas para trabajar en bien de una nación próspera, sostenible y sustentable para todos.
18. Colocar un punto de muestreo de calidad del aire para monitorear la calidad del aire en el lugar que es el causante de los mayores impactos a la salud humana.
19. Divulgar por todos los medios posibles estos resultados, para que la población en general conozca y tome responsabilidad respecto a la contaminación que los desechos sólidos producen en el aire, en la salud y en el ambiente, así como lograr que las autoridades correspondientes puedan tomar las medidas de prevención y

- corrección que permitan en un futuro cercano minimizar los impactos que el Relleno Sanitario de la zona 3 genera.
20. Las principales medidas que se sugieren para bajar las emisiones de NO₂ es velar por el óptimo estado de los vehículos ya que es uno de los impactos más significativos conjuntamente con los incendios.
 21. Asfaltar los caminos de terracería para que las emisiones de polvo y de partículas totales en suspensión PT_{μ10} y PT_{μ2.5} impacten menos a la salud humana.
 22. Una de las ventajas que tiene Guatemala es que el 51% de sus desechos son orgánicos y degradables, por lo que pueden darse dos opciones de aprovechamiento ecológicamente viables que son la producción y recolección de biogás, y la producción de compostaje y/o lombricultura.
 23. Se propone también, que en tanto se da el traslado del Relleno Sanitario, se haga un modelo a corto plazo en donde el proceso que emplea la Municipalidad para el manejo de los desechos sólidos sea modernizado y así cumpla con los Objetivos del Milenio y con la Agenda 21 de los cuales Guatemala es signataria. Se debe diseñar un proceso integral que cumpla también con los requisitos de OSHAS y de la OIT y así sean dignificados los trabajadores del Relleno Sanitario de la zona 3.

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO A 1M DE PROFUNDIDAD			
Año 2014			
Parámetros Evaluados	Unidades	Valor	Límite de detección
Arsénico	Mg/Kg	0.09	0.01 Mg/Kg
Plomo	Mg/Kg	No detectado	0.10 Mg/Kg
Cadmio	Mg/Kg	No detectado	0.10 Mg/Kg
Año 2015			
Año 2016			
Año 2017			
Año 2018			

Fuente de Elaboración Propia

Tabla 17. Base para Futuras Auditorías

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL					
PUNTO DE MUESTREO	PARÁMETROS MONITOREADOS	DIMENSIONAL	LÍMITE DE DETECCIÓN	RESULTADOS 2008	RESULTADOS 2014
RÍO LA BARRANCA INMEDIATO VERTEDERO	DQO	mg/l – O ₂	10	3,528	300,0
	DBO	mg/l – O ₂	10	2,608	180,0
	Relación DQO/ DBO	mg/l – O ₂	-----	1.57	1.67
	Sólidos suspendidos	mg/l	10	65	NO HAY
	Color	U Pt-Co	0.50	600	297,0
	Plomo	mg/l – Pb	0.10	< 0.10	0.03
	Mercurio	mg/l – Hg	0.00020	0.00098	0.0096
	Coliformes Fecales	NMP/100ml	0	225,000	3.0 x 20 ⁶
	Cianuro Total	mg/l	6	0.45	0.20
	Cobre	mg/l – Cu	4	8.3	0.10
	Cromo Hexavalente	mg/l – Cr	0.1	11.3	0.14
	Nitrógeno Total	mg/l – N	20	5.0	1.9
	Níquel	mg/l – Ni	4	0.5	0.10
	Fósforo Total	mg/l – P	75	28	2.29
	Zinc	mg/l – Zn	10	2.0	0.03
Cadmio	Mg/l - Cd	0.1	No hay	0.20	

Fuente de Elaboración Propia

Tabla 18. Base para Futuras Auditorías

Resultados del Monitoreo de la Calidad del Aire		
INCAP (zona 11)		
parámetros Monitoreados		AÑO 2012
	PST, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	116
	NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	46
	MP₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	66
	PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	52
	pH, adimensional	1.76
	SO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13
USAC (zona 12)		
Parámetros Monitoreados	PST, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50
	NO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19
	MP₁₀ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	38
	PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	23
	pH, adimensional	1.54
	SO₂, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4

Fuente de Elaboración Propia

Tabla 19. Base para Futuras Auditorías

Referencias Bibliográficas

- Glynn, Henry y Gary, Heinke. **Ingeniería Ambiental**. México, Prentice-Hall 1999. 2ª edición. Pearson Education.
- PNUD (Programa para el Desarrollo de Las Naciones Unidas) Guatemala: **Una agenda para el Desarrollo Humano 2003; Informe nacional de desarrollo humano**. Guatemala. Editorial Sur, S.A. 2003.
- Enger, Eldon y Bradley Smith. **Ciencia Ambiental, Un Estudio de Interrelaciones**. McGraw Hill. Interamericana de México, 2006
- Congreso de la República de Guatemala. **Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Decreto No. 68-86**. Guatemala: Ayala Jiménez Sucesores. 1986.
- Congreso de la República de Guatemala. **Ley de Desarrollo Social. (Decreto 42-2001)**. Guatemala: Ayala Jiménez Sucesores. 1986.
- Instituto de Incidencia Ambiental. **Generación y Manejo de Desechos Sólidos en Guatemala**. Universidad Rafael Landívar.
- Richard B. Clementes. **Guía Completa de las Normas ISO 14000**. Capítulo 8. Pgs. 94, 95. (Original English language edition published by Prentice-Hall, Inc. Text Copyright C. 1995. by Prentice-Hall, Inc.
- Google earth plus. Programa similar a un Sistema de Información Geográfica, gratuito; que muestrea aspectos geográficos como ciudades, calles, etc.
- Instituto Nacional de Estadística. **Proyección de Población Por Municipio 2008-2020**.
- Organización Mundial de la Salud. (2005). **Guías de Calidad del Aire. Actualización Mundial 2005**. Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de la Salud. 20 Avenue Appia, 1211 Ginebra 27, Suiza (tel.: +41 22 791 3264; fax:+41 22 791 4857; correo electrónico: bookorders@who.int).
- Universidad de San Carlos de Guatemala y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 2013. **Informe Anual de Monitoreo del Aire en la Ciudad de Guatemala**. Guatemala.
- Universidad de San Carlos de Guatemala y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 2010, 2011 y 2012. **Informe Anual de Monitoreo del Aire en la Ciudad de Guatemala**. Guatemala.

- Acurio Guido, Rossin Antonio, Teixeira Paulo Fernando y Zepeda Francisco. **Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales En América Latina y el Caribe**. Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana. Washington, D.C. Julio de 1997- No.ENV.97-107.
- Cáceres Estrada Roberto [et al]. **Proyecto de Sitemas Integrados de Gestión y Calidad Ambiental –SIGA- Componente Guatemala**. PG 187-266. Primera Edición 20001. Guatemala, Guatemala. Centro Mesoamericano de Estudios sobre tecnología apropiada –CEMAT-
- Universidad Rafael Landivar. Instituto de Incidencia Ambiental **IARNA**. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. **Perfil Ambiental de Guatemala**. Primera y segunda edición. Guatemala 2009. Pg. 172
- Magnus Dalemo, Ruzena Gajdos, Pablo Mayorga. **Life Cycle Analysis of Municipal Solid Waste Treatment Methods**. Marzo 1993. Gôteborg.
- Construcción, Ingeniería y Arquitectura. **Diagnóstico Ambiental “Planta Pepesca S.A.”**. Mayo 1997.
- Corporación Ambiental S.A. **Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental – EIA- Proyecto Instalación y Operación de un Depósito Para Almacenar y Envasar Gas Licuado de Petroleo GLP**. Junio 2004.
- USAID. **Estudio de la Prueba De Extracción y Estudio de Pre-viabilidad Para la Recuperación de Biogás en el Relleno Sanitario el Trébol Ciudad de Guatemala**. Octubre de 2005.
- Mayorga Pablo. **Generalidades Sobre Ecotoxicología. Microbioensayos Ecotoxicológicos Para Monitoreo Ambiental Rutinario En Diversas Matrices Ambientales, y Otras Aplicaciones**. Trabajo de investigación. Guatemala 2000
- Hayro Oswaldo García García. Michelle Melisa Nelly. **Proyecto Amatitlán Para Desechos Sólidos**. Guatemala Enero 2006.
- CONRED. **Manual de emergencia para el Relleno Sanitario de la zona 3**.
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) Universidad Rafael Landivar (URL). **Método Para Selección y Diseño Preliminar de Sitios y Tecnologías Para El Manejo de Desechos Sólidos: Aplicaciones a la ciudad de Guatemala**.
- Guevara Aguilar, Pablo Alexander et all. **“El Manejo De Los Desechos Sólidos**

En El Municipio De Quetzaltepeque, La Libertad” Trabajo de Investigación para obtener el grado de licenciatura en el grado de: Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad de El Salvador. Año 2012.

- Mayorga Pablo. **Science Report Improved Definition of Leachate Term From Landfills, Environment Agency, Science report P1-494/SR1**. 26 nov 2014. Goteborg
- Luis Gustavo Hein Molina (25 de noviembre de 2009). «Hipoxia». **Conceptos Básicos De Fisiología De Aviación**. Consultado el 15 de octubre de 2014.
- USAC – MARN. **Informe Anual 2012 “Monitoreo Del Aire En La Ciudad De Guatemala”**. Publicación 2013.

ESGRAFÍA

- Betancourt Pineda, Lázaro. **Plan De Manejo De Desechos Sólidos En La Gestión Ambiental Empresarial**. 2004 .http://monografias.com/trabajos19/manejo_desechos.solidos/manejo_desechos-solidos.shtml (abril, 2008)
- Aguilar, Luís. **Contaminación Ambiental**. <http://contaminación-Ambiente.blogspot.com/> (marzo, 2008)
- <http://www.ine.gob.gt/np/poblacion/index.htm> el 15 de julio de 2013. Guatemala.
- http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lbi/tiscareno_v_aa/capitulo4.pdf
- http://elpais.com/diario/2008/03/10/opinion/1205103612_850215.html. **Felix de Arzúa**
- <http://www.ine.gob.gt/np/poblacion/> **Instituto Nacional De Estadística**
- <http://www.bsigroup.es/certificacion-y-auditoria/Sistemas-de-gestion/estandares-esquemas/Seguridad-y-Salud-Laboral-OHSAS18001/>
- <http://www.youtube.com/watch?v=19y20NcOins>. **Derick Arevalo**. 29 de agosto
- <http://www.elperiodico.com>. Susana de León. **El Secreto Mejor Guardado**. Diario “El Periódico”. 15 enero 2012

- Quiroga M. Rayén. “**Indicadores De Sostenibilidad Ambiental y Desarrollo Sostenible**”. Santiago de Chile, septiembre de 2001. www.eumed.net/libros/.../Análisis%20de%20sostenibilidad%20ambiental.htm.

Entrevistas

- **Lic. Christian Siliezar**. Coautor del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario de la Zona 3 en el año 2008 para la empresa Carbon Trade. Entrevista vía telefónica por la suscrita.
- **Msc. Ing. Juventino Gálvez Ruano**. ha estructurado e impulsado el desarrollo del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA). Entrevistado por la suscrita en oficinas de IARNA. 2008
- **Licda. Zoila Rodríguez**. Antropóloga. Actualmente se desempeña como antropóloga del Hotel Casa Santo Domingo, antigua Guatemala. Entrevista realizada por la suscrita en el año 2008.
- **Ingeniero Marlon Portillo**, subdirector del departamento de Medio Ambiente de la Municipalidad capitalina. Entrevistado por la suscrita en el año 2014.
- **Lic. Daniel Ponce** Alcalde auxiliar de la zona 3 y gerente del Relleno Sanitario de la zona 3, entrevista vía telefónica por la suscrita en el año 2014.
- **Lic. Alejandro Burgos**. Encargado del Relleno Sanitario de la zona 3. Entrevista realizada por la suscrita en el año 2014.
- **Dra. Lucrecia Romero**. Presta un voluntariado en el dispensario del Relleno Sanitario de la zona 3, realizando consultas una vez por semana. Entrevistada por la suscrita en el Relleno sanitario de la zona 3.
- **Candelaria Alvarado**. Enfermera de planta del Relleno Sanitario de la zona 3. Entrevista realizada por la suscrita en el año 2014.
- **Noé Miranda**. Operario del Relleno Sanitario de la zona 3 desde hace 30 años. Entrevista realizada por la suscrita en el año 2014.
- **Jobita Lima, Nancy Acevedo, José Pablo Jiménez** y otros guajeros, dentro del Relleno Sanitario. Entrevista realizada por la suscrita en el Relleno Sanitario en el año 2014.

ANEXOS

Universidad de San Carlos de Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

1

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

No. de ingreso:	278	No. De muestra:	1 (una)
Dirigido a:	<i>Judith Barillas</i>	Captadas por:	Personal ajeno a LAFYM
		Captación:	22/02/14 11:10 horas
Lugar/dirección de captación:	Grifo casa del alfarero	Ingreso al laboratorio:	28/02/14
		Temperatura de ingreso:	Refrigeración
		Inicio de análisis:	28/02/14
Tipo de muestra:	Cruda	Reporte final:	03/03/14
Envase:	Recipiente estéril con tiosulfato		

Análisis	Resultado	Límites COGUANOR NTG 29 001
Coliformes Totales	No Detectable/100 mL	No detectable/100 mL
Coliformes Fecales	No Detectable/100 mL	No presenta límites
<i>Escherichia coli</i>	No Detectable/100 mL	No detectable/100 mL

1. Conclusión:

La muestra recibida y analizada en el Laboratorio satisface los criterios microbiológicos de calidad de la Norma COGUANOR NTG 29 001. Agua para consumo humano (*Agua potable*). Especificaciones. Por lo que se considera **SANITARIAMENTE SEGURA PARA CONSUMO HUMANO.**

*Métodos de Referencia: APHA-AWWA-WEF: *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater*, 22 ed. 2,005.
 *Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM
 *Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

Joselynn Divassi, QB
 Analista



Licda. Ana Rodas de García, QB
 Jefe LAFYM
Licda. Ana R. Rodas de García
 QUÉZACA RUCO: CGA
 Cot. 2323

3ª. Calle 6-47 zona 1
 Teléfono: 22531319 Fax: 22205013
 lafymusac@intelnnett.com

Universidad de San Carlos de Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

1

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

No. de ingreso:	279	No. De muestra:	1 (una)
Dirigido a:	<i>Judith Barillas</i>	Captadas por:	Personal ajeno a LAFYM
		Captación:	28/02/14 11:10 horas
Lugar/dirección de captación:	Grifo Relleno sanitario	Ingreso al laboratorio:	28/02/14
		Temperatura de ingreso:	Refrigeración
		Inicio de análisis:	28/02/14
Tipo de muestra:	Tratada	Reporte final:	03/03/14
Envase:	Recipiente estéril con tiosulfato		

Análisis	Resultado	Límites COGUANOR NTG 29 001
Coliformes Totales	No Detectable/100 mL	No detectable/100 mL
Coliformes Fecales	No Detectable/100 mL	No presenta límites
<i>Escherichia coli</i>	No Detectable/100 mL	No detectable/100 mL

1. Conclusión:

La muestra recibida y analizada en el Laboratorio satisface los criterios microbiológicos de calidad de la Norma COGUANOR NTG 29 001. Agua para consumo humano (*Agua potable*). Especificaciones. Por lo que se considera **SANITARIAMENTE SEGURA PARA CONSUMO HUMANO**.

*Métodos de Referencia: APHA-AWWA-WEF: *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater*, 22 ed. 2,005.

*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM

*Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

Josselyn Divassi, QB
Analista



Lidia Ana Rodas de García, QB
Jefe LAFYM
Lidia Ana R. Rodas de García
GUATEMALA, C. A.
Col. 4323

3ª. Calle 6-47 zona 1
Teléfono: 22531319 Fax: 22205013
lafymusac@intelnett.com

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos
y Microbiológicos LAFYM

1

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

No. de ingreso: 169

No. de muestras: 1 (una)

Dirigido a: Judith Barillas

Captadas por: Personal ajeno a LAFYM

Captación: Lixiviados relleno sanitario

Captación: 14/02/14 10:40 am

Tipo de muestra: Residual

Ingreso al laboratorio: 14/02/14

Inicio del análisis: 14/02/14

Envase: Recipiente no proporcionado por LAFYM

Reporte final: 24/02/14

ANÁLISIS	RESULTADO
pH	7,19
Color	297,0 u Pt/Co
Cadmio	0,20 mg/L
Níquel	0,10 mg/L
DQO	300,0 mg/L
DBO ₅	180,0 mg/L
Plomo	0,03 mg/L
Nitrógeno Total	1,9 mg/L
Fósforo Total	2,29 mg/L
Cobre	0,10 mg/L
Cianuro	0,20 mg/L
Zinc	0,03 mg/L
Cromo hexavalente	0,14 mg/L



Universidad de San Carlos de
Guatemala



2

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos
y Microbiológicos LAFYM

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

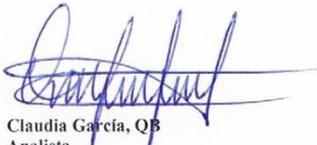
Materia Flotante	Presencia
Coliformes Fecales	3.0×10^6 NMP/100 mL

*Temperatura tomada en planta

Métodos de Referencia: APHA-AWWA-WEF: *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater*, 20 ed. 1998.

*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM

*Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.


Claudia García, QB
Analista




Lidia Ana Ródas de García, QB
Jefe LAFYM
Lidia Ana R. Ródas de García
QUÍMICA BIOLÓGICA
Col. 4323



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

ESCUELA DE QUÍMICA UNIDAD DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL Edificio T-13, Ciudad Universitaria, Zona 12 Tel: 2418-9412		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
Nombre común o comercial de la muestra: Agua de chorro		No. de código / Marca del remitente: -----	
No. de registro: 1402019		Empresa / Institución: Relleno sanitario de la zona 3 Remitente / Solicitante: Arq. Judith Barillas	
Fecha recepción: 28/02/14	Muestra recibida por: E. T.	Tipo de recipiente: Envase de plástico transparente	Peso neto: ***
DETERMINACIONES SOLICITADAS: Análisis fisicoquímico de potabilidad			
RESULTADOS DE ANÁLISIS			
Aspecto: Incoloro, transparente y sin partículas suspendidas.			
Parámetros evaluados	Unidades	Valor	LMP *
pH		7.84	6.5-8.5
Conductividad	μS/cm.	215.0	50 – 750
Turbidez	UNT	0.5	15.00
Sólidos totales	mg/L	199.0	1,000
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	124.0	---
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	34.7	250
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	119.7	500
* LMP= Límite máximo permisible según norma COGUANOR NGO 29 001.			
Costo por muestra: Q 125.00			
Fecha: 07/03/14	Analista(s): W.S. / P.J.	Ref. Registro Análisis: Bitácora UAI	Costo total facturado: Q 125.00
Firma Jefe UAI: 	Recibido nombre:	Firma:	Fecha:





ESCUELA DE QUÍMICA UNIDAD DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL Edificio T-13, Ciudad Universitaria, Zona 12 Tel: 2418-9412		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
Nombre común o comercial de la muestra: Agua de chorro		No. de código / Marca del remitente: -----	
No. de registro: 1402020		Empresa / Institución: Agua de la casa del alfarero, zona 3 Remitente / Solicitante: Arq. Judith Barillas	
Fecha recepción: 28/02/14	Muestra recibida por: E. T.	Tipo de recipiente: Envase de plástico transparente	Peso neto: ***
DETERMINACIONES SOLICITADAS: Análisis fisicoquímico de potabilidad			
RESULTADOS DE ANÁLISIS			
Aspecto: Incoloro, transparente y sin partículas suspendidas.			
Parámetros evaluados	Unidades	Valor	LMP *
pH		7.21	6.5-8.5
Conductividad	μS/cm.	247.0	50 – 750
Turbidez	UNT	0.9	15.00
Sólidos totales	mg/L	236.0	1,000
Alcalinidad Total	mg/L CaCO ₃	138.0	---
Sulfatos	mg/L SO ₄ ⁻²	33.7	250
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	131.9	500
* LMP= Límite máximo permisible según norma COGUANOR NGO 29 001.			
Costo por muestra: Q 125.00			
Fecha: 07/03/14	Analista(s): W.S. / P.J.	Ref. Registro Análisis: Bitácora UAI	Costo total facturado: Q 125.00
Firma Jefe UAI: 	Recibido nombre:	Firma:	Fecha:



Universidad de San Carlos de Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Laboratorio de Análisis Físicoquímicos
y Microbiológicos -LAFYM-

(PONER BOLSITA EN OTRA
PARA Q' NO SE MEZCLE)

Instrucciones para Toma de Muestra Análisis Microbiológico de Agua

El envase utilizado deberá ser estéril de vidrio resistente al calor, de boca ancha o bien bolsas estériles con tiosulfato de sodio. Estos recipientes serán proporcionados por el laboratorio. El volumen mínimo de la muestra es de 250 mililitros. Las muestras deben tener una etiqueta con los datos de origen (localidad, fuente de captación, punto de muestreo, fecha y hora de recolección y datos del transporte).

Muestras de chorro o grifo:

Para la toma de muestra, humedezca un algodón con alcohol limpie la boca del chorro por dentro, posteriormente sostenga un algodón humedecido con alcohol con una pinza, inciéndalo y flamee directamente el chorro. Abra completamente el chorro y deje correr el agua durante 2 minutos, regule al grosor del flujo de agua y llene la botella o la bolsa estéril.

Aguas superficiales:

Suministros de aguas crudas (ríos, lagos), aguas superficiales y recreacionales. Las muestras se obtienen en diferentes puntos de acuerdo con el objetivo de los análisis y se establece la frecuencia del muestreo.

En aguas superficiales la frecuencia de muestreo debe reflejar las condiciones del cuerpo de agua. Por ejemplo para evaluar descargas se muestrea cada 4-6 horas, alrededor de 7-10 días.

Aguas profundas:

Se sumerge un frasco o botella esterilizada unos 30 cm a 1 metro (lagos) de profundidad y se gira hasta que el cuello quede con la boca contra corriente, si no hay corriente, se mueve la botella horizontalmente. Cuando se llena se saca rápidamente y se tapa. Existe equipo especial para realizar muestreos en aguas profundas.

Sedimentos y lodos:

Estas muestras son importantes en tanques de suministros o aguas recreacionales para tener conocimiento sobre la calidad general del agua.

Se extraen unos 300 mililitros de muestra. Los frascos no deben llenarse completamente con el propósito de facilitar la agitación adecuada del contenido antes de realizar los procedimientos microbiológicos.

Transporte:

Deben ser enviadas al laboratorio sin demora y en refrigeración (temperatura menor de 10°C).

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA RECIBO 101-C-CCC
 No. **0743685**
 SIN SERIE

Fac. de CC. QQ. Y Farmacia **LAFYM**
 DEPENDENCIA: **JUDITH BARRILLAS** FECHA: **28/02/2014**
 RECIBI DE: **JUDITH BARRILLAS**
 CARNÉ O REGISTRO DE PERSONAL:

CONCEPTO	VALOR
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS	Q 140.00
TOTAL EN LETRAS: CIENTO CUARENTA CON 00/100	TOTAL Q 140.00

AUTORIZADO SEGUN RESOLUCION DE LA CONTRALORIA GENERAL DE CUENTAS No. Bw/00877 Clas.: 07435-60000-S-10-2003 DE FECHA 19-02-2004, Amp. Bw/02579 Clas.: 07435-60000-S-10-2003 DE FECHA 11-06-2004.
 ENVIO FISCAL 4-A1-CCC 7813 DE FECHA 19/06/2012. CORRELATIVO 012,012 DE FECHA 19/06/2012. No. DE CUENTA: U1-1 LIBRO C1, FOLIO 50.

(f) _____ (sello)
 ORIGINAL ENTERANTE RECEPTOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA RECIBO 101-C-CCC
 No. **0784107**
 SIN SERIE

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
 DEPENDENCIA: **ARQ. JUDITH BARRILLAS** FECHA: **28/02/2014**
 RECIBI DE: **609919-K**
 CARNÉ O REGISTRO DE PERSONAL:

CONCEPTO	VALOR
	Q. 125.00
TOTAL EN LETRAS: **CIENTO VEINTICINCO EXACTOS**	TOTAL Q. 125.00

AUTORIZADO SEGUN RESOLUCION DE LA CONTRALORIA GENERAL DE CUENTAS No. Bw/00877 Clas.: 07435-60000-S-10-2003 DE FECHA 19-02-2004, Amp. Bw/02579 Clas.: 07435-60000-S-10-2003 DE FECHA 11-06-2004.
 ENVIO FISCAL 4-A1-CCC 7813 DE FECHA 19/06/2012. CORRELATIVO 012,012 DE FECHA 19/06/2012. No. DE CUENTA: U1-1 LIBRO C1, FOLIO 50.

(f) _____ (sello)
 ORIGINAL ENTERANTE RECEPTOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA RECIBO 101-C-CCC
 No. **0784108**
 SIN SERIE

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
 DEPENDENCIA: **ARQ. JUDITH BARRILLAS** FECHA: **28/02/2014**
 RECIBI DE: **ARQ. JUDITH BARRILLAS**
 CARNÉ O REGISTRO DE PERSONAL:

CONCEPTO	VALOR
	Q. 500.00
TOTAL EN LETRAS: **QUINIENTOS EXACTOS**	TOTAL Q 500.00

AUTORIZADO SEGUN RESOLUCION DE LA CONTRALORIA GENERAL DE CUENTAS No. Bw/00877 Clas.: 07435-60000-S-10-2003 DE FECHA 19-02-2004, Amp. Bw/02579 Clas.: 07435-60000-S-10-2003 DE FECHA 11-06-2004.
 ENVIO FISCAL 4-A1-CCC 7813 DE FECHA 19/06/2012. CORRELATIVO 012,012 DE FECHA 19/06/2012. No. DE CUENTA: U1-1 LIBRO C1, FOLIO 50.

(f) _____ (sello)
 ORIGINAL ENTERANTE RECEPTOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA **RECIBO 101-C-CCC**
No. 0743527
 SIN SERIE

Fac. de CC. QQ. Y Farmacia **LAFYM**
 DEPENDENCIA: **JUDITH BARILLAS NIT/609919-K** FECHA: **14/02/2014**
 RECIBI DE: **JUDITH BARILLAS NIT/609919-K**
 CARNÉ O REGISTRO DE PERSONAL:

CONCEPTO	VALOR
ANALISIS MICROBIOLÓGICOS	Q 900.00
TOTAL EN LETRAS: NOVECIENTOS CON 00/100	TOTAL Q 900.00

AUTORIZADO SEGUN RESOLUCION DE LA CONTRALORIA GENERAL DE CUENTAS No. Bw/00877 Clas.: 07435-60000-S-10-2003 DE FECHA 19-02-2004, Amp. Bw/02579 Clas.: 07435-60000-S-10-2003 DE FECHA 11-06-2004. ENVIO FISCAL 4-A1-CCC 7813 DE FECHA 19/06/2.012. CORRELATIVO 012.012 DE FECHA 19/06/2.012. No. DE CUENTA: U1-1 LIBRO C1, FOLIO 50.

(f) _____ (sello)
 ORIGINAL ENTERANTE RECEPTOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA **RECIBO 101-C-CCC**
No. 0784106
 SIN SERIE

06 FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
 ARQ. JUDITH BARILLAS
 DEPENDENCIA: **609919-K** FECHA: **28/02/2014**
 RECIBI DE: **609919-K**
 CARNÉ O REGISTRO DE PERSONAL:

CONCEPTO	VALOR
TOTAL EN LETRAS: **CIENTO VEINTICINCO EXACTOS**	TOTAL Q. 125.00

AUTORIZADO SEGUN RESOLUCION DE LA CONTRALORIA GENERAL DE CUENTAS No. Bw/00877 Clas.: 07435-60000-S-10-2003 DE FECHA 19-02-2004, Amp. Bw/02579 Clas.: 07435-60000-S-10-2003 DE FECHA 11-06-2004. ENVIO FISCAL 4-A1-CCC 7813 DE FECHA 19/06/2.012. CORRELATIVO 012.012 DE FECHA 19/06/2.012. No. DE CUENTA: U1-1 LIBRO C1, FOLIO 50.

(f) _____ (sello)
 ORIGINAL ENTERANTE RECEPTOR

BANRURAL
El amigo que te ayuda a crecer

COBRO POR CUENTA AJENA
No. 057572

USAC - FARMACIA - 278

NOMBRE DEL CLIENTE
Judith Barillas

FORMA DE PAGO

EFFECTIVO	900	00
CHEQUES BANRURAL		
CHEQUES OTROS BANCOS* (PARA INSTITUCIONES ESTADO)		
TOTAL	900	00

CHEQUES OTROS BANCOS* (PARA INSTITUCIONES ESTADO)

* Los cheques de otros bancos son exclusivamente para Instituciones del Estado por la venta de Sales de Rehidratación Oral y Medicamentos

CUENTA No. 3-033-21347-7 FONDOS PRIVATIVOS USAC

DIA	MES	AÑO
14	02	2014

CODIGO	DESCRIPCION	VALOR Q.
0601	LABORATORIO CLINICO LAFYM	900
0602	CEGIMED	
0603	TOXICOLOGIA	
0604	CLINICA DE NUTRICION	
PARA INSTITUCIONES DEL ESTADO		
0605	SALES DE REHIDRATACION ORAL*	
0606	LAPROMED*	

RECEPTOR PAGADOR

RECEPTOR DEPOSITANTE

- DUPLICADO - CLIENTE -

BANCO DE DESARROLLO RURAL S.A.
COBRO USAC FARMACIA - 278 (QUETZALES) 1958447061
N-DN 222 14/02/2014 11:49:39 587 hrng 57572
Efe: 900.00
Prop: 0.00
Monto Loc: 0.00
Código: 0601 LABORATORIO CLINICO LAFYM

Q. 900.00

11/01/2014

BANRURAL
El amigo que te ayuda a crecer

COBRO POR CUENTA AJENA
No. 014253

USAC - FARMACIA - 278

NOMBRE DEL CLIENTE
Judith Barillas

FORMA DE PAGO

EFFECTIVO	140	00
CHEQUES BANRURAL		
CHEQUES OTROS BANCOS* (PARA INSTITUCIONES ESTADO)		
TOTAL	140	00

CHEQUES OTROS BANCOS* (PARA INSTITUCIONES ESTADO)

* Los cheques de otros bancos son exclusivamente para Instituciones del Estado por la venta de Sales de Rehidratación Oral y Medicamentos

CUENTA No. 3-033-21347-7 FONDOS PRIVATIVOS USAC

DIA	MES	AÑO
28	2	14

CODIGO	DESCRIPCION	VALOR Q.
0601	LABORATORIO CLINICO CARM	140
0602	CEGIMED	
0603	TOXICOLOGIA	
0604	CLINICA DE NUTRICION	
PARA INSTITUCIONES DEL ESTADO		
0605	SALES DE REHIDRATACION ORAL*	
0606	LAPROMED*	

RECEPTOR PAGADOR

RECEPTOR DEPOSITANTE

- DUPLICADO - CLIENTE -

BANCO DE DESARROLLO RURAL S.A.
COBRO USAC FARMACIA - 278 (QUETZALES) 1981316228
N-DN 330 28/02/2014 13:13:55 587 hrng 14253
Efe: 140.00
Prop: 0.00
Monto Loc: 0.00
Código: 0601 LABORATORIO CLINICO CARM

Q. 140.00

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Las calles aledañas muestran la actividad comercial que hay en el sitio.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

30 calle, calle principal de entrada al Relleno Sanitario de la Zona 3



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Es muy común que los camiones de basura antes de entrar al Relleno Sanitario a dejar la basura, pasen al centro de acopio que se encuentra a la par del lugar y que es de propiedad particular.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

El mismo camión entrando al Relleno Sanitario



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Al mismo centro de acopio llega un pick up con rollos de poliducto totalmente nuevo.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Las aves de rapiña volando constantemente en el cielo delatan la actividad que se lleva a cabo en el sitio.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Viviendas típicas de los asentamientos que rodean al Relleno Sanitario

Viviendas típicas de los asentamientos que se encuentran alrededor del sitio cuyos habitantes en su mayoría viven del Relleno Sanitario de la zona 3



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

En las calles se puede ver que cada reciclador tiene su especialidad, ya que se encuentran por separado los recicladores de metales, plástico y vidrio.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Estos costales están llenos de botellas, luego se dividen por colores y se rompen una a una de la manera más empírica lo que causa severos accidentes ya que los recicladores que tienen este negocio no usan ningún tipo de protección (guantes, anteojos, etc).



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

De igual manera, los recicladores que trabajan con metales, reducen su volumen a golpes, entre los que se encuentran también latas de aerosoles que muchas veces explotan.

Los recicladores trabajan en las calles aledañas del Relleno Sanitario los 365 días del año, incluso bajo el sol o bajo la lluvia sin ningún tipo de protección. Es frecuente ver a mujeres con sus bebés llevando a cabo estas labores. Lamentablemente no es este grupo el que más gana, ya que furgones de grandes empresas llegan a comprar la mercancía a precios risibles.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



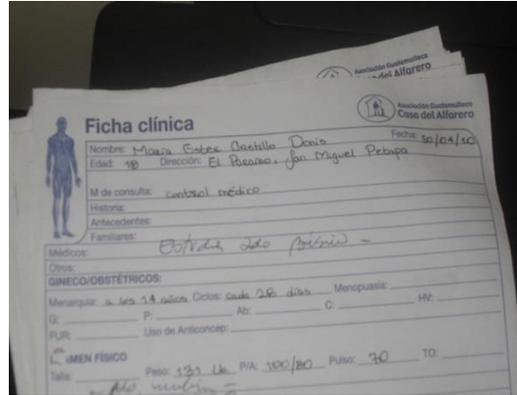
Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Dispensario y Clínica Médica dentro del Relleno Sanitario



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Área de espera para la clínica médica



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Sistema de expediente médico de los pacientes que consultan en el Relleno Sanitario



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

En el mismo corredor en que esperan los pacientes para la clínica médica, hay un salón en donde los trabajadores del Relleno Sanitario (capataces u operarios de la maquinaria) pueden venir a comer y donde hay servicio sanitario.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Del área de espera de la clínica médica se puede observar gran cantidad de vehículos que han sido decomisados.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Camino por donde pasan los camiones hacia los patios en donde se depositan los desechos



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

En los patios se pueden ver camiones o pick up de uso particular como los que se ven en el fondo



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Dentro del Relleno Sanitario hay ventas de comida desde granizadas hasta chorizos o longanizas asadas. Los trabajadores dejan sus montículos recopilados y simplemente se ponen a comer. Obviamente no tienen donde lavarse las manos.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Como se puede observar en la foto, en el lugar tienen brazas encendidas sobre las que asan o calientan comida y el círculo señala las chimeneas que sirven de escape a las concentraciones de biogás.



Las chimeneas son la una “medida de mitigación” que aplica la Municipalidad capitalina para evitar grandes concentraciones de biogás y así evitar incendios y explosiones dentro del Relleno Sanitario, sin embargo no es una medida eficiente ya que se han dado varios incendios que no son reportados y que no tienen mayor cobertura de los medios de comunicación.

Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

En esta foto se puede ver la magnitud del volumen de desechos que maneja la Municipalidad Capitalina y el porcentaje de recubrimiento que se logra con el material selecto.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Se puede ver lo hermoso que pudiera ser este sitio y la riqueza que tendría de flora y fauna y de los beneficios ambientales que proporcionaría a la ciudad.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

Manejo de desechos en el Relleno Sanitario





Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

El tractor se acerca a la orilla del barranco sin ninguna precaución





Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.

En el Cementerio General tiran los ataúdes que sacan de los nichos al mismo barranco del Relleno Sanitario



Fuente: Judith Barillas Vásquez, de la serie Fotos del Relleno Sanitario de la zona 3, Guatemala, años 2013 - 2014. Archivo de la autora.



Fuente: Prensa Libre. Com. 21 de junio 2008.

La falta de seguridad laboral hace que constantemente haya accidentes que han cobrado muchas vidas en el lugar.



Guatemala, 1 de julio de 2015

A QUIEN INTERESE

Por este medio, hago constar que he revisado la ortografía, redacción y estilo de la tesis titulada "Auditoría ambiental del Relleno Sanitario de la zona 3", de la estudiante Judith Barillas Vásquez, carné 1000 22144. Esta tesis fue presentada a la Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

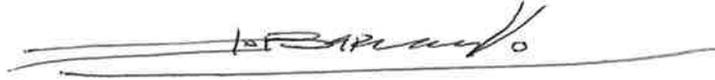
Y para los usos que a la interesada convengan, extendiendo, sello y firma la presente en el lugar y fecha mencionados.



Nanci Franco Luin
Licenciada en Letras
Colegiada No. 8013

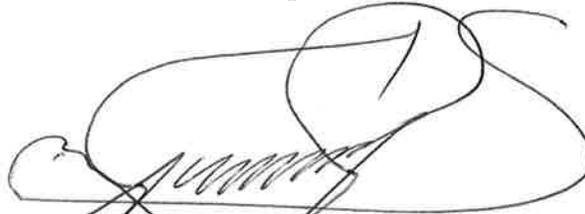
Nanci Franco Luin
LICDA. EN LETRAS
Col. No. 8013

AUDITORÍA AMBIENTAL DEL RELLENO SANITARIO DE LA ZONA 3
Proyecto de Graduación desarrollado por:

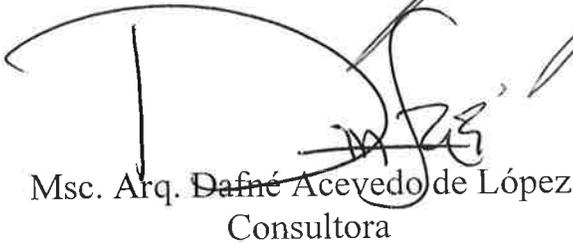


Arq. Judith Barillas Vásquez de León
Sustentante

Asesorado por:



Msc. Arq. Rodolfo Godinez Orantes



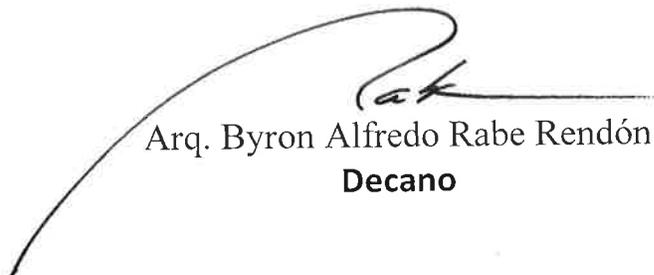
Msc. Arq. Dafné Acevedo de López
Consultora



Msc. Arq. Susana Palma de Cuevas
Consultora

IMPRÍMASE:

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Arq. Byron Alfredo Rabe Rendón
Decano