

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE  
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FONDO DE GASES  
PRESENTES EN EL VERTEDERO A CIELO ABIERTO DEL  
MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ Y SU IMPACTO AL  
MEDIO AMBIENTE**

**ALLAN ANTONIO RAMÍREZ BÁ**

**COBÁN, ALTA VERAPAZ, AGOSTO DE 2018**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE  
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FONDO DE GASES  
PRESENTES EN EL VERTEDERO A CIELO ABIERTO DEL  
MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ Y SU IMPACTO AL  
MEDIO AMBIENTE

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR

ALLAN ANTONIO RAMÍREZ BÁ  
CARNÉ 201045043

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR POR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

COBÁN, ALTA VERAPAZ, AGOSTO 2018

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

### **RECTOR MAGNÍFICO**

Ing. *MSc* Murphy Olympo Paiz Recinos

### **CONSEJO DIRECTIVO**

PRESIDENTE: Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales  
SECRETARIA: Lcda. T.S. Floricelda Chiquin Yoj  
REPRESENTANTE DOCENTES: Ing. Geól. César Fernando Monterroso Rey  
REPRESENTANTE EGRESADOS: Lic. Abg. Not. Edwin Alcides Barrios Sosa  
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES: PEM. Disraely Dárin Mandredy Jom Hernández  
Br. Karla Vanessa Barrera Rivera

### **COORDINADOR ACADÉMICO**

Ing. Ind. Francisco David Ruíz Herrera

### **COORDINADOR DE LA CARRERA**

Ing. Agr. Julio Oswaldo Méndez Morales

### **COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

COORDINADOR: Ing. Agr. M.A. Marcos Rafael Flores Delgado  
SECRETARIA: Ing. Qco. Karen Elizabeth Vásquez Villeda  
VOCAL: Ing. Agr. Julio Oswaldo Méndez Morales

### **REVISORA DE REDACCIÓN Y ESTILO**

Lcda. T.S. Nadia Mariana Muñoz Castro

### **REVISOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Ing. Qco. Karen Elizabeth Vásquez Villeda

### **ASESOR**

Ing. Agr. M.A. Marcos Rafael Flores Delgado

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**CENTRO UNIVERSITARIO  
DEL NORTE (CUNOR)  
CARRERA IGAL**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX: 79 566600 Ext. 224  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.  
c. e.: [igal\\_cunor@hotmail.com](mailto:igal_cunor@hotmail.com)

Ref. No. 15-IGAL-016-2018

Cobán, 19 de marzo 2018

Señores Miembros  
Comisión de Trabajos de Graduación  
Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
Centro Universitario del Norte –CUNOR-  
Cobán Alta Verapaz

Respetables señores:

Atentamente hago de su conocimiento, que he revisado el informe final de trabajo de graduación titulado: *ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FONDO DE GASES PRESENTES EN EL VERTEDERO A CIELO ABIERTO DEL MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ Y SU IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE*, elaborado por el estudiante Allan Antonio Ramírez Bá, carné número 201045043.

Tomando en cuenta que se cumplió con la revisión; respetuosamente solicito darle el trámite correspondiente, para los efectos consiguientes.

Atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Marcos Rafael Flores Delgado  
Asesor Principal

c. c. Archivo.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**CENTRO UNIVERSITARIO  
DEL NORTE (CUNOR)  
CARRERA IGAL**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX: 79 566600 Ext. 224  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.  
c. e.: [igal\\_cunor@hotmail.com](mailto:igal_cunor@hotmail.com)

Ref. No. 15-IGAL-048-2018

Cobán, 29 de mayo 2018

Señores Miembros  
Comisión de Trabajos de Graduación  
Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
Centro Universitario del Norte –CUNOR-  
Cobán Alta Verapaz

Respetables señores:

Atentamente hago de su conocimiento, que he finalizado la revisión del trabajo de graduación titulado: *ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FONDO DE GASES PRESENTES EN EL VERTEDERO A CIELO ABIERTO DEL MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ Y SU IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE*, elaborado por el estudiante Allan Antonio Ramírez Bá, carné número 201045043.

Tomando en cuenta que se cumplió con la revisión; respetuosamente solicito darle el trámite correspondiente, para los efectos consiguientes.

Atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"

Inga Químico Karen Elizabeth Vasquez Villeda  
Docente Revisor



c. c. Archivo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**CENTRO UNIVERSITARIO  
DEL NORTE (CUNOR)  
CARRERA IGAL**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX: 79 566600 Ext. 224  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.  
c. e.: [igal\\_cunor@hotmail.com](mailto:igal_cunor@hotmail.com)

Ref. No. 15-IGAL-079-2018

Cobán, 09 de agosto 2018

Señores Miembros  
Comisión de Trabajos de Graduación  
Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
Centro Universitario del Norte –CUNOR-  
Cobán Alta Verapaz

Respetables señores:

Atentamente hago de su conocimiento, que he finalizado la revisión en cuanto a redacción y estilo del trabajo de graduación titulado: *ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FONDO DE GASES PRESENTES EN EL VERTEDERO A CIELO ABIERTO DEL MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ Y SU IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE con modalidad de estudio técnico*, elaborado por el estudiante Allan Antonio Ramírez Bá carné número 201045043.

El trabajo en mención cumple con los requisitos establecidos por el Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala; por tanto, se remite a esa instancia para que continúe con el trámite correspondiente.

Atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"

  
Loda T. S. Nadia Mariana Muñoz Castro  
Revisora de Redacción y Estilo



c. c. Archivo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**CENTRO UNIVERSITARIO  
DEL NORTE (CUNOR)  
CARRERA IGAL**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX: 79 566600 Ext. 224  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.  
c. e.: [igal\\_cunor@hotmail.com](mailto:igal_cunor@hotmail.com)

Ref. No. 15-IGAL-080-2018

Cobán, 09 de agosto 2018

Licenciado  
Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales  
Director del CUNOR  
Cobán Alta Verapaz

Licenciado Eskenasy:

Luego de conocer los dictámenes favorables del asesor, revisor de trabajos de graduación y de la revisora de redacción y estilo; esta Comisión da el visto bueno al trabajo de graduación titulado: *ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FONDO DE GASES PRESENTES EN EL VERTEDERO A CIELO ABIERTO DEL MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ Y SU IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE*, elaborado por el estudiante Allan Antonio Ramírez Bá, carné número 201045043, previo a optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local:

Atentamente.

**“D y Enseñad a Todos”**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. A. Flores Delgado'.

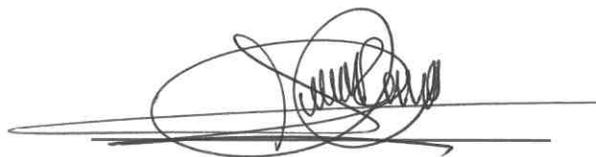
Ing. Agr. M. A. Marcos Rafael Flores Delgado  
Coordinador Comisión de Trabajos de Graduación



c. c. coordinación académica, archivo.

## HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de graduación titulado "Estimación de la concentración de fondo de gases presentes en el vertedero a cielo abierto del municipio de Cobán, Alta Verapaz y su impacto al medio ambiente", como requisito previo a optar al título profesional de Ingeniero en Gestión Ambiental Local.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Allan Antonio Ramírez Bá', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

Allan Antonio Ramírez Bá  
Carné 201045043

## **RESPONSABILIDAD**

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: Del estudiante que opta al título, del asesor y del revisor; la Comisión de Redacción y Estilo de cada carrera, es la responsable de la estructura y forma”.

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2.4, subinciso 2.4.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión extraordinaria de Consejo Directivo fecha 18 de julio del año 2012.

## **ACTO QUE DEDICO**

**A**

**DIOS**

Por regalarme la vida, su amor y misericordia, gracias por haberme forjado como la persona que soy y por haberme dirigido por el sendero correcto.

**MIS PADRES**

Luis Ramírez y Elsa Bá, por su amor incondicional, sacrificio y esfuerzo por mostrarme el camino hacia la superación.

**MIS HERMANOS**

Maynor, Jeanne, Luis, Linda, Henry, Danny, por ser parte fundamental en mi vida.

**MIS SOBRINAS**

Dana Isabella y Eyme Valeria, para motivarlas a que luchen siempre por sus sueños y anhelos de su corazón.

**MIS AMIGOS**

Por permitirme aprender más de la vida a su lado, por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida y por los grandes lotes de felicidad y diversas emociones que siempre me han causado, mucho de esto es gracias a ustedes.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A**

**DIOS**

Por haberme permitido vivir hasta este día, haberme guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino. Por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad.

**MIS PADRES**

Por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado y sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

**A LOS CATEDRÁTICOS  
DE LA UNIVERSIDAD**

Carmen Pelaes, Verónica Juárez, Osmin Vásquez, Marcos Flores y Daniel Requena, por brindarme su apoyo, sugerencias y enseñanzas para el enriquecimiento del presente documento.

**A MIS AMIGOS**

Por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidare.

**A LOS DOCENTES DE LA  
CARRERA**

Por brindarme el conocimiento necesario a lo largo de mi formación académica.

**A LA UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE  
GUATEMALA**

Por ser la casa de estudios para mi formación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1

### **CAPÍTULO 1 MARCO CONCEPTUAL**

1.1 Situación nacional	3
1.2 Situación regional	4
1.3 Situación local y actual	5

### **CAPÍTULO 2 MARCO METODOLÓGICO**

2.1 Características del área de investigación	7
2.1.1 Características del vertedero	8
2.1.2 Población	10
2.1.3 Gestión de los desechos sólidos urbanos	11
2.1.9 Salud	12
2.1.10 Localización ecológica	13
2.2 Aspectos metodológicos	14
2.2.1 Definición del problema	14
2.2.2 Objetivos	15
2.2.3 El método	16
a. Análisis y recolección de información	17
b. Inspección preliminar del área de estudio	17
c. Geo posicionamiento e identificación de viviendas	17
d. Monitoreo de elementos meteorológicos	18
e. Monitoreo atmosférico	19
f. Evaluación del Índice de Calidad de Aire	24
g. Identificación y valoración de los impactos ambientales	25
h. Criterio de evaluación de Impactos	26

2.2.4	La muestra	28
2.2.5	Variables, indicadores y su medición	29
2.2.6	Personas objeto de estudio para evaluación de salud	31

### **CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO**

3.1	Contaminación	33
3.2	Contaminación ambiental	33
3.3	Contaminación del aire	33
3.4	Fuentes de generación de contaminación atmosférica	34
3.4.1	Fuentes de área	34
a.	Características de las emisiones de área	35
3.5	Residuos y desechos sólidos	37
3.5.1	Residuos	37
3.5.2	Desechos	37
3.5.3	Incineración	38
3.6	Características de las áreas de disposición final de residuos	38
3.6.1	Rellenos sanitarios	40
3.6.2	Vertedero a cielo abierto	40
3.7	Situación de sitios de disposición final de los desechos sólidos	41
3.8	Generación del gas de vertedero	41
3.8.1	Fase de ajuste inicial	42
3.8.2	Fase de transición	42
3.8.3	Fase ácida	42
3.8.4	Fase de fermentación de metano	43
3.8.5	Fase de maduración	43
3.9	Constituyentes del gas de vertedero	44
3.10	Contaminación del aire y su efecto en la salud	45
3.10.1	Perdidas de bienestar por la contaminación del aire	45
3.11	Importancia que tiene los efectos del medio ambiente en la salud	46
3.12	Índice de calidad del aire ICA	47
3.12.1	Índice diario urbano	51
3.12.2	Cálculo del índice global horario	51
3.12.3	Umbrales de estado	51
3.13	Organización Mundial de la Salud OMS	51
3.14	Agencia de Protección del Medio Ambiente USEPA	52
3.15	Conferencia Americana de los Higienistas Industriales	53
3.15.1	Límites de exposición ocupacional TLVs	54

a.	<i>TWA time- Weighted Average</i>	54
3.17	Meteorología y la contaminación del aire	55
3.18	Estudio de impacto ambiental	55
3.19	Impacto ambiental	56
3.22	Salud regional	56
3.23	Derechos humanos y medio ambiente	58
3.24	Base legal	59

## **CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS**

4.1	Áreas de trabajo en el vertedero municipal	61
4.1.1.	Economía local	63
a.	Dinámica laboral del sector municipal	64
b.	Dinámica laboral del sector privado	65
4.1.2.	Microempresas	65
4.1.3.	Comercialización de los desechos sólidos	67
4.1.4.	Seguridad laboral	69
4.2	Monitoreo atmosférico	69
a.	Parámetros de comparación	71
b.	Informe de resultados del monitoreo	75
c.	Quema de desechos sólidos	79
d.	Tránsito vehicular	80
4.3	Índice de calidad del aire	82
4.4	Evaluación de variables meteorológicas	85
a.	Humedad Relativa	87
b.	Temperatura	88
c.	Viento	90
4.5	Salud local	91
4.5.1.	Caracterización de enfermedades respiratorias en niñas	99
4.5.2.	Caracterización de enfermedades en niños	103
4.5.3.	Caracterización de factores de riesgo	107
4.6.	Impacto social a raíz del vertedero	108
4.6.1.	Presencia de Olores fétidos	109
4.6.2.	Síntomas a raíz de olores fétidos	110
4.6.3.	Dependencia económica del vertedero	111
4.6.4.	Afecciones por vectores sanitarios	112
4.7.	Impactos socio ambientales a raíz del vertedero	114

4.7.1.	Contaminación del aire por material particulado	119
4.7.2.	Riesgo de contaminación al manto acuífero	120
4.7.3.	Generación de malos olores	120
4.7.4.	Deterioro del paisaje	121
4.7.5.	Disposición y manejo inadecuado de los Desechos Sólidos	121
4.7.6.	Riesgo de contaminación al suelo por residuos sólidos	121

## **CAPÍTULO V PROPUESTAS**

5.1	Generalidades	123
5.2.	Medidas correctoras para reducir la contaminación del aire por material particulado	123
5.2.1.	Pavimentación de vías	123
5.2.2.	Barreras Vivas	124
5.2.3.	Control de velocidad	124
5.2.4.	Capacitación a la población	124
5.3.	Propuestas de mitigación	125

CONCLUSIONES	127
RECOMENDACIONES	131
BIBLIOGRAFÍA	135
ANEXOS	139

## **ÍNDICE DE TABLAS**

1	Principales causas de morbilidad en Alta Verapaz	12
2	Parámetros del monitoreo atmosférico	20
3	Parámetros sometidos a comparación por valores OMS	20
4	Parámetros sometidos a comparación por valores TLVs	21
5	Métodos y características del equipo empleado	22
6	Calibración del equipo empleado	23
7	Criterios de evaluación de impactos	26
8	Rangos de cálculo para valoración de la importancia	27
9	Variables e indicadores meteorológicos	29
10	Variables e indicadores atmosféricos	29
11	Variables e indicadores de evaluación social	31

12	Clasificación de la disposición final	39
13	Distribución de los componentes del gas de vertedero	44
14	Índices de calidad del aire ICA.	49
15	Guía de calidad del aire sobre la contaminación por partículas	50
16	Valores <i>TWA Time – Weighted Average</i>	55
17	Causas de morbilidad general	57
18	Causas de morbilidad infantil <de 1 año	57
19	Sistema laboral del vertedero municipal de Cobán	64
20	Materiales comercializados en el vertedero	68
21	Ubicación del monitoreo atmosférico	70
22	Parámetros de comparación	71
23	Parámetros <i>Weighted - Average</i>	73
24	Datos de laboratorio	75
25	Informe de monitoreo de gases	76
26	Valores de concentración de componentes ICA	82
27	Índices parciales y factores de calculo	82
28	Índice de calidad del aire	83
29	Índice de calidad del aire (2)	84
30	Reacciones químicas ante la presencia de H <sub>2</sub> O	89
31	Patologías más frecuentes identificadas	93
32	Enfermedades respiratorias según género y edad	96
33	Datos generales y capacidad pulmonar en personas adultas	98
34	Clasificación de género en niños menos de 12 años	100
35	Causas de morbilidad encontradas en niñas	100
36	Enfermedades respiratorias en niñas	101
37	Causas de morbilidad detectadas en niños	104
38	Tipos de enfermedad respiratoria en niños	105
39	Características de valoración	114
40	Valoración de impactos ambientales	115
41	Impactos severos	116
42	Impactos moderados	117
43	Identificación de impactos ambientales	118
44	Principales factores ambientales afectados	119

## ÍNDICE DE IMAGENES

1	Area del vertedero municipal	9
2	Gestión municipal de los DSU	11
3	Emisiones de NO <sub>x</sub> en 6 estados de México	35

4	Emisiones de SOx en 6 estados de México	36
5	Emisiones de PM <sub>2.5</sub> en 6 estados de México	36
6	Perdidas de bienestar por la contaminación del aire por PM <sub>2.5</sub>	46
7	Principales enfermedades relacionadas con el medio ambiente	47

### ÍNDICE DE MAPAS

1	Ubicación del área de estudio	8
2	Presencia social en el área de estudio	10
3	Ubicación del monitoreo atmosférico	69
4	Tendencia de la corriente de aire en Cobán, año 2017	91

### ÍNDICE DE GRÁFICAS

1	Principales causas de morbilidad	13
2	Fundamento legal para la gestión de desechos	60
3	Concentración de contaminantes	78
4	Características del tránsito vehicular	81
5	Rosa de viento anual de la estación INSIVUMEH Cobán.	86
6	Humedad relativa día	87
7	Temperatura diaria	88
8	Dirección del viento en el vertedero	90
9	Caracterización de enfermedades en adultos	94
10	Caracterización de enfermedades respiratorias	97
11	Causas de morbilidad en niñas	101
12	Enfermedades respiratorias en niñas	102
13	Enfermedades identificadas en niños	104
14	Enfermedades respiratorias en niños	105
15	Presencia de olores fétidos	109
16	Síntomas generados por malos olores	110
17	Dependencia económica del vertedero	111
18	Afecciones por vectores sanitarios	112

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1	Sector 1, Área de disposición particular de DSU	62
2	Sector 2, Área privada de disposición de residuos	63
3	Área de almacenamiento de Residuos Sólidos Urbanos RSU	66
4	Actividades de pesaje de los RSU	67
5	Almacenamiento del material para comercialización	68
6	Punto de medición del monitoreo atmosférico	70
7	Equipo <i>new star environmental</i> - <i>rac5 gas sampler</i>	71
8	Equipo <i>bgi incorporated</i> – modelo <i>1 pq200 air sampler</i>	72
9	Tubos colorimétricos 182 u	73
10	Equipo de monitoreo, <i>bgi incorporated</i>	74
11	Quema de desechos sólidos en el vertedero	80
12	Estación de monitoreo meteorológico	87
13	Ubicación de las instalaciones de atención médica	92
14	Participación social en jornada médica	93
15	Recursos en jornada médica	95
16	Jornada médica dirigida a personas adultas	96
17	Diagnósticos a personas adultas	98
18	Evaluación médica en niñas	99
19	Jornada médica, vertedero municipal	103
20	Identificación de la percepción social	108
21	Aguas grises a flor de tierra	113



## LISTADO DE ABREVIATURAS

<b>ACGIH</b>	Conferencia americana de los higienistas industriales gubernamentales
<b>AQI</b>	<i>Air Quality Index</i>
<b>CO</b>	Monóxido de carbono
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>CO<sub>x</sub></b>	Óxidos de carbono
<b>CONADES</b>	Comisión Nacional Para el Manejo de Desechos Sólidos
<b>CONAMA</b>	Comisión Nacional de Medio Ambiente
<b>DIGARN</b>	Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales
<b>DM</b>	Diabetes
<b>DSU</b>	Desechos sólidos urbanos
<b>ECOQUIMSA</b>	Laboratorio ecológico y químico
<b>EIA</b>	Estudio de impacto ambiental
<b>EPA</b>	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
<b>EPOC</b>	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
<b>GCA</b>	Guías de calidad del aire
<b>GEI</b>	Gases de efecto invernadero
<b>H<sub>2</sub>S</b>	Sulfuro de hidrógeno
<b>ICA</b>	Índice de calidad del aire
<b>IGE</b>	Índice global de la estación
<b>IP</b>	Índice parcial
<b>IPH</b>	Índice parcial horario
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
<b>ITU</b>	Infecciones del tracto urinario
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>MARN</b>	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
<b>MSPAS</b>	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dióxido de nitrógeno
<b>OET</b>	Organización para Estudios Tropicales
<b>O<sub>3</sub></b>	Ozono
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>OMM</b>	Organización Mundial de Meteorología
<b>PPM</b>	Partes por millón
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	Material particulado de 2.5 micrómetros
<b>PROARCA</b>	Programa Ambiental Regional para Centroamérica
<b>RECSA</b>	Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental
<b>RSU</b>	Residuos sólidos urbanos

<b>SO<sub>2</sub></b>	Dióxido de azufre
<b>SO<sub>x</sub></b>	Óxidos de azufre
<b>TLVs</b>	<i>Threshold Limit Valúes</i>
<b>TWA</b>	<i>Time Weighted Average</i>
<b>ug/m<sup>3</sup></b>	Microgramos por metro cubico
<b>VL</b>	Valor límite
<b>%HR</b>	Porcentaje de humedad relativa
<b>°C</b>	Grados centígrados

## RESUMEN

El presente estudio técnico denominado “Estimación de la Concentración de Fondo de Gases Presentes en el Vertedero a Cielo Abierto del Municipio de Cobán Alta Verapaz”, se encuentra integrado por la descripción de la realidad local en torno a la problemática que genera este sitio de disposición final de desechos sólidos específicamente al aire y las relaciones con efectos secundarios que puede generar en la salud de las personas.

La base del estudio, fue constituido por un monitoreo de concentración de gases y material particulado, luego se compararon las concentraciones con guías de calidad de aire de la Organización Mundial de Salud y los valores de la Conferencia Americana de los Higienistas Industriales, con el apoyo del Laboratorio Ecológico y Químico ECOQUIMSA. Cabe resaltar que el estudio posee una jerarquización de impactos con base a las distintas actividades que se realizan en el vertedero municipal mediante la matriz de evaluación de importancia.

En investigación se determinó que las condiciones atmosféricas del vertedero son insalubres para grupos sensibles por Material Particulado menor a 2.5 micrómetros  $PM_{2.5}$  con base a las Guías de Calidad del Aire, GCA, y en función de ello se plantearon propuestas de mitigación para la reducción de los agentes precursores de este contaminante aéreo además de considerar la normativa legal que se relaciona en el ámbito del manejo integral de los residuos sólidos.



## INTRODUCCIÓN

Las áreas de disposición final de desechos sólidos en Guatemala se convierten en escenarios de asentamientos humanos, en los cuales la población sobrevive bajo condiciones desfavorables por las modificaciones al medio ambiente específicamente al aire, lo que expone y degrada la calidad de vida de los habitantes por los efectos acumulativos que se generan a raíz de la presencia de gases en distintas concentraciones producto de la inadecuada disposición final de residuos sólidos urbanos RSU.

El municipio de Cobán del departamento de A.V., cuenta con un área de disposición final de desechos sólidos catalogada por sus características como vertedero a cielo abierto ya que no reúne los mecanismos ni especificaciones técnicas en su operación para contrarrestar o disminuir los impactos que generan los desechos que se vierten en él de forma diaria, cabe señalar que actualmente no existen programas de reconocimiento y monitoreo de impactos ambientales de origen gaseoso, líquido y sólido que describan y ejemplifiquen el grado de afección que esta produce hacia la población y al medio ambiente que circunda esta actividad.

Las actividades de seguimiento y monitoreo ambiental brindan una aproximación de la realidad de los distintos componentes del medio ambiente, sustentado en ello, el presente estudio se enfoca en obtener la descripción del estado atmosférico en el área del vertedero municipal a partir de un monitoreo de gases desarrollado durante 24 horas continuas en los interiores del vertedero a cielo abierto de la finca Sachamach del 5 al 6 de diciembre, mes correspondiente a ser de la época lluviosa de Guatemala según INSIVUMEH, así mismo evaluar

contaminantes críticos según la Organización Mundial de la Salud OMS y la Agencia de Protección Ambiental de Los Estados Unidos, EPA.

El desarrollo de la investigación busca la identificación de posibles impactos a la salud y al ambiente en función del índice de calidad de aire y de los grados de concentración de los gases CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, O<sub>3</sub>, con la finalidad de ser valorizados y jerarquizados mediante metodologías usuales de ponderación de impactos como matrices causa efecto a las que se integran datos de variables meteorológicas para identificar el comportamiento climático sobre el cual se presentan los gases en función de temperatura, humedad relativa, velocidad de viento y dirección de viento.

## **CAPÍTULO I**

### **EL CONTEXTO**

#### **1.1. Situación nacional**

Según el Perfil Ambiental de Guatemala 2006, el país contribuye anualmente al problema de contaminación por residuos sólidos con una generación entre 6 000 a 7 000 toneladas, de las cuales se producen en las zonas urbanas 54% y el restante 46% en las zonas rurales, situación fomentada por los hábitos de consumo y actividades de los individuos, las que en consecuencia generan impactos al medio ambiente y sociedad por el inadecuado tratamiento y disposición final al deteriorar los componentes ambientales, atmosférico, edáfico e hídrico además del impacto a la salud que puede generar a los sectores poblados involucrados en la actividad

Respecto a la salud de la población, debe tomarse en cuenta que esta puede ser alterada por las condiciones ambientales que se generan a raíz de actividades humanas y subproductos contaminantes de las mismas, el 27 de septiembre del 2016 la Organización Mundial de la Salud menciona que dentro de sus estimaciones globales sobre la exposición a la contaminación del aire el 92% de la población mundial, vive en lugares donde los niveles de calidad del aire exceden los límites fijados por la OMS siendo datos alarmantes que reflejan el riesgo al que se exponen los seres humanos en todo tipo de entorno.

“El 88.38% de los botaderos del país, no se encuentran autorizados y se pueden considerar clandestinos; el 11.62% se definen como de origen municipal, porque cuentan con autorización de la municipalidad únicamente y el 95% no tienen autorización por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN- (no cuentan con Estudio de Impacto Ambiental aprobado)”.<sup>1</sup>

Este contexto genera preocupaciones socio ambientales de la realidad de forma alarmante, ya que la situación actual para la gestión de los desechos sólidos a nivel nacional no es un tema de importancia y es reflejado en las estadísticas del MARN, ocasionando daños ambientales y sociales debido a que los botaderos son previstos como áreas de comercio para un porcentaje de la población.

## **1.2. Situación regional**

El manejo integral de los Desechos Sólidos Urbanos en la región no se ha logrado aplicar en su totalidad por la carencia de legislación nacional que fortalezca la toma de acciones locales, existen intentos por parte de algunas municipalidades del departamento por minimizar el impacto ambiental que estos generan, pero en su mayoría cuentan con grandes carencias para cubrir todas las necesidades que conlleva un manejo adecuado de estos, dentro de las iniciativas a nivel regional resalta el municipio de San Pedro Carchá, el cual incorpora dentro de sus variables ambientales todo el esquema para llevar a cabo un sistema de gestión de los DSU que contempla desde su recolección hasta su tratamiento el cual se encuentra en fase de ejecución en el año 2017.

En el interior del país, únicamente Quetzaltenango y Escuintla cuentan con un área de trabajo dentro de la estructura municipal que es

---

<sup>1</sup> Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN, *Primer Informe sobre desechos sólidos domiciliarios en Guatemala*, -, Sistema de Información Ambiental 2007

destinada para el manejo de DSU según el Informe Nacional del Estado del Ambiente, del MARN.

### 1.3. Situación local y actual

Según la municipalidad de Tactic en agosto del año 2009 el grupo de municipios pertenecientes a la mancomunidad Poqomchí, realizaron esfuerzos en conjunto para llevar a cabo la evaluación de la situación actual de la gestión integral de los residuos sólidos para establecer centros de transferencia y tratamiento con apoyo del sector público y privado e incluyen al municipio de Cobán, definieron dentro de sus resultados que el problema general en los vertederos y las áreas de disposición final de los desechos se debe específicamente al manejo inadecuado de los DSU.

“El nivel mínimo de aceptabilidad sanitaria para un sitio de disposición final se da cuando la basura es cubierta con suelo al menos una vez por semana, los alrededores se encuentran limpios y los accesos están en buen estado tanto en época lluviosa como en época seca, cualquier sitio que no cumpla con este requisito será calificado como de disposición final no sanitaria y por lo tanto el valor del indicador de cobertura de disposición final de los desechos sólidos será igual a 0”.<sup>2</sup>

Para que sean calificados como tal, los sitios de disposición final de RSU deben de cumplir ciertas recomendaciones y acciones técnicas necesarias, dentro de ellas la estructura del Estudio de Impacto Ambiental EIA en el que se incorporan aspectos técnicos para llevar a cabo en las distintas fases del proyecto y actividades.

Los impactos que se originan a raíz de la inadecuada disposición de los desechos sólidos en el vertedero del municipio parten inicialmente de

---

<sup>2</sup>Asesoría Manuel Basterrechea, *Situación Actual de la Gestión Integral de los Residuos y Desechos Sólidos Comunes de la Mancomunidad Poqomchí*, Guatemala, agosto 2009.

la falta y deficiencia estructural del área al no poseer las características necesarias para captar y tratar la carga diaria de DSU, seguidamente se generan los impactos a raíz de la descomposición de materia en la que interactúan distintos elementos que generan subproductos, transformándolos en compuestos gaseosos, líquidos y sólidos que pueden poner en peligro a la población aledaña por la exposición directa a ellos sumando la transmisión de contaminantes que pueda darse por los vectores portadores que se desarrollan.

Cabe destacar que en el área la presencia y variación de olores procedentes de los procesos de descomposición de materia orgánica son rápidamente percibidos, estos olores son procedentes de reacciones químicas en las que interactúan distintos elementos como el Metano  $\text{CH}_4(\text{g})$ , poderoso gas del efecto invernadero 23 veces más potente que el Dióxido de Carbono  $\text{CO}_2(\text{g})$ , además de todos aquellos elementos sulfurosos que se encuentran allí, los cuales por las distintas reacciones que presentan en conjunto con partículas suspendidas pueden generar severos daños a la salud por o exposiciones periódicas prolongadas a las personas que se relacionan constantemente en la actividad

Específicamente en torno al tema de salud no existen datos a nivel municipal sobre características de contaminantes en el aire que reflejen el grado de impacto que generan en la población, o la incidencia que los mismos poseen en relación a las principales causas de enfermedades en el área territorial definida, lo que crea un panorama más vulnerable para los asentamientos humanos ya establecidos a sus alrededores por el desconocimiento de factores ambientales esenciales que son indispensables para el pleno desarrollo humano.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Características del área de investigación

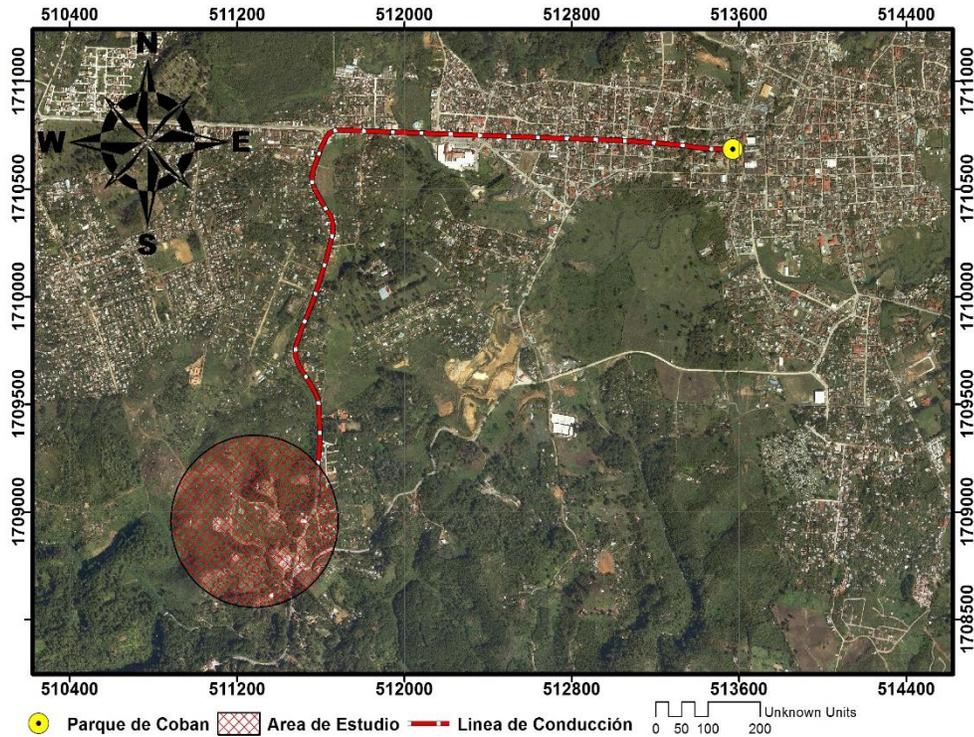
El área se ubica en los interiores de la finca Sachamach del municipio de Cobán A.V., localizada a 3.6 kilómetros del parque central a una altura promedio de 1 550 msnm en dirección sur oeste del municipio.

Los colindantes del área son

- Norte: Comunidad la Esperanza.
- Sur: Aldea Chichaic.
- Este: Gasolinera Estrella del Norte.
- Oeste: Río Cahabón.

Las dimensiones del área de estudio corresponden a 785 400 m<sup>2</sup> generados por un radio de 500 m a partir de las coordenadas GTM X\_511283, Y\_1708957, que corresponden al punto central del vertedero municipal, caracterizado en el estudio como fuente de contaminación puntual de área.

## MAPA 1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO COBÁN A.V. FINCA SACHAMACH



Ingeniería en Gestión Ambiental - IGAL- CUNOR

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

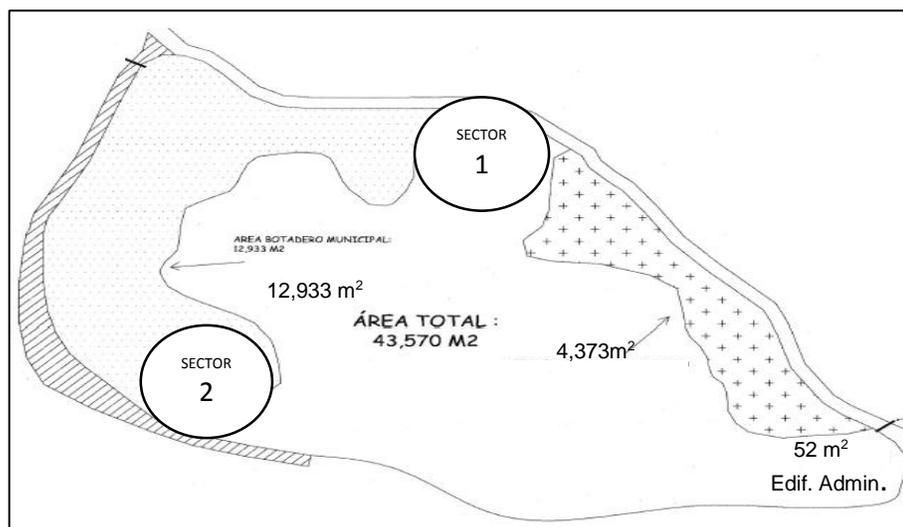
### 2.1.1. Características del vertedero a cielo abierto del municipio de Cobán

Se encuentra en la parte central del área de estudio, según la municipalidad de Cobán fue creado el 15 de julio de 1996, actualmente ocupa un área total de 43 570 m<sup>2</sup>, de la que se utiliza un área de 17 306 m<sup>2</sup> exclusivamente para la disposición de los desechos.

El área libre con relación al área total del vertedero es de 26 264 m<sup>2</sup> que actualmente se encuentran cubiertos de pastos y vegetación en lo que es considerado una dolina y en los alrededores de ella es notoria la presencia de plantaciones forestales.

Como representante del manejo integral de los desechos sólidos a nivel local, la municipalidad de Cobán, organiza la gestión de los mismos, esto en representación de las competencias establecidas en el Código Municipal que hacen énfasis en resaltar dicha labor; en consecuencia de no poseer los recursos necesarios para realizar la cobertura de desechos sólidos se lleva a cabo una concesión con el sector privado en el que establecen convenios para efectuar la actividad de recolección y disposición final de los desechos sólidos domiciliarios, quedando así la municipalidad a cargo del barrido de calles, desechos de mercados, y actividades de operación y mantenimiento en el área de disposición final.

### IMAGEN 1 ÁREA DEL VERTEDERO MUNICIPAL

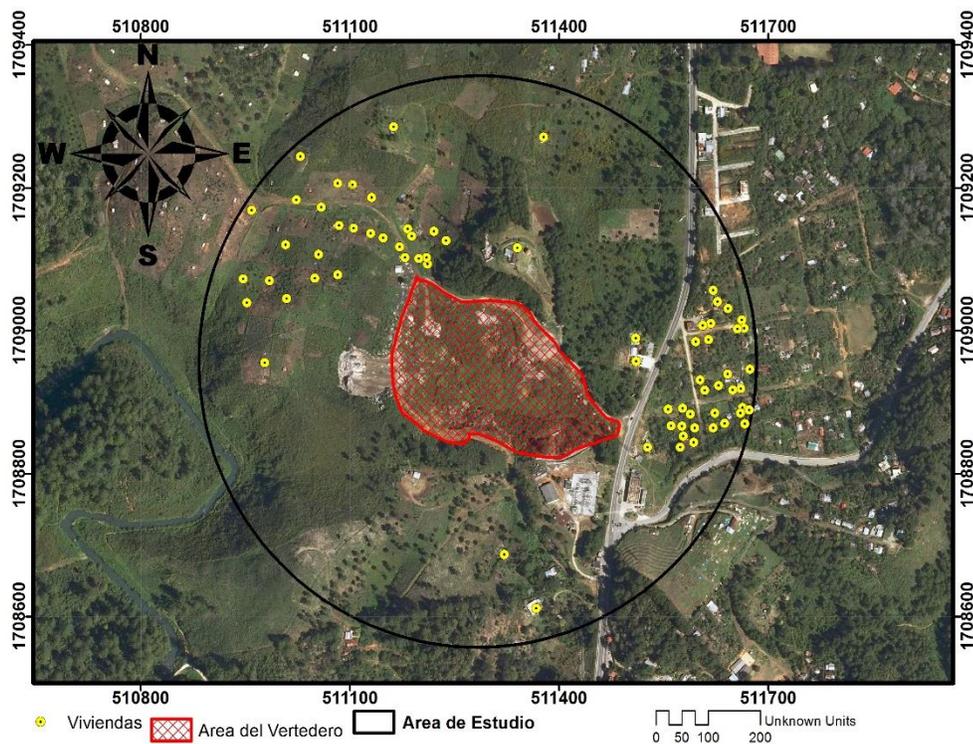


**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

## 2.1.2. Población

El área alberga asentamientos humanos que según los habitantes entrevistados con mayor tiempo de residencia han ido aumentando de forma continua, realidad en la que influyen diversos factores como crecimiento poblacional, migración, pobreza, educación, entre otros.

### MAPA 2 PRESENCIA SOCIAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO

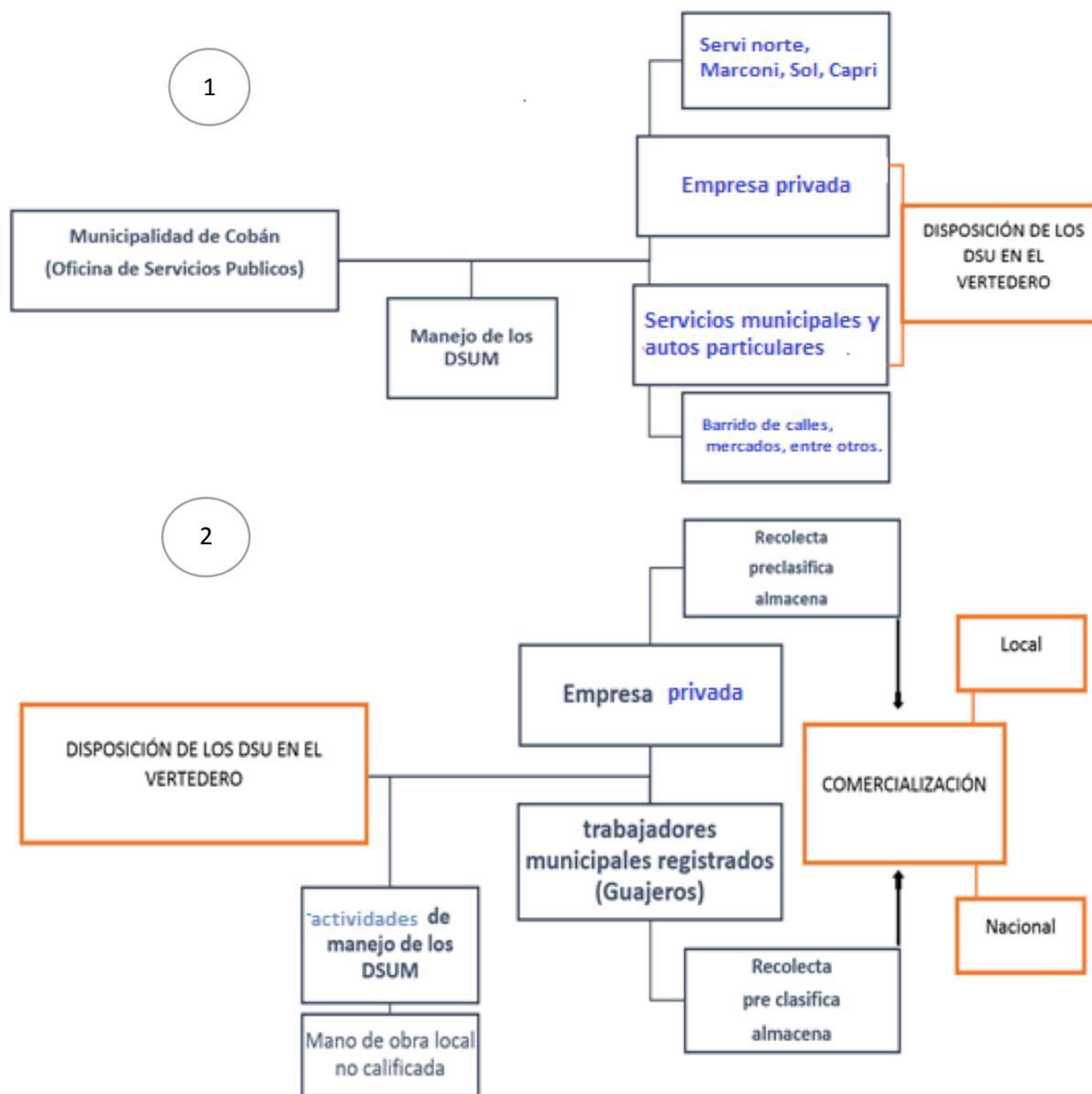


**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

En torno al área del vertedero y dentro de los límites del área de evaluación referentes a ser de 785 400 m<sup>2</sup> se encuentran situadas 67 viviendas referentes a ser la población total que formó parte del análisis de estudio.

### 2.1.3. Gestión de los desechos sólidos Urbanos DSU

**IMAGEN 2  
GESTIÓN MUNICIPAL DE LOS DSU**



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

Los esquemas muestran el sistema existente en que se desarrolla la gestión de los desechos sólidos municipales y la gestión

del sector privado en el que participan 4 empresas del área local: Serví Norte, Marconi, Sol y Capri.

#### 2.1.4. Salud

**TABLA 1**  
**PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD EN CENTROS DE SALUD DE ALTA VERAPAZ**

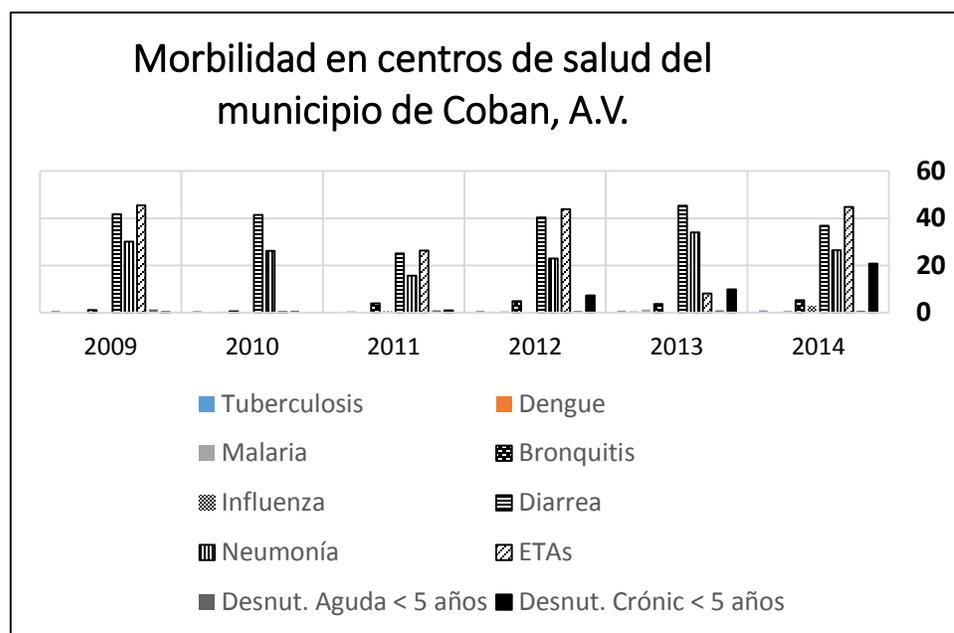
Tipo de morbilidad	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Tuberculosis	83	66	103	75	87	94
Dengue	254	191	48	340	524	29
Malaria	156	42	15	50	1.347	797
Bronquitis	1.025	584	3.897	4.840	3.579	5.225
Influenza	111	0	59	203	241	2.773
Diarrea	41.697	41.432	25.144	40.290	45.39	36.79
Neumonía	30.149	26.134	15.667	22.990	34.03	26.45
ETAs	45.413	131	2631.9	43.846	8.105	44.73
Desnut. Aguda < 5 A.	1.414	858	879	666	961	805
Desnut. Crónica < 5 A.	1.000	0	90	7.262	9.909	20.84
<b>Totales</b>	<b>120.312</b>	<b>69.438</b>	<b>72.221</b>	<b>120.562</b>	<b>104.1</b>	<b>138.5</b>

**Fuente:** Estudio de Caracterización de residuos sólidos domiciliarios de la Ciudad de Cobán. Promoción del Desarrollo Sostenible, IPES – PERÚ Año 2017.

A nivel nacional se evidencia que durante el lapso de tiempo comprendido del año 2009 a 2014 las principales enfermedades que se manifiestan en la población del departamento de Alta Verapaz son referidas a ser de origen gastrointestinal y cardiovascular originadas por diversas razones como los patrones climáticos, contaminación ambiental, entre otros.

Según las estadísticas del Ministerio de Salud para el año 2015 las principales causas de morbilidad que requieren de mayor atención en los establecimientos de salud ubicados en Cobán son de origen respiratorio y diarreico, como se demuestra en la siguiente gráfica.

### GRÁFICA 1 PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD



**Fuente:** Estudio de Caracterización de residuos sólidos domiciliarios de la Ciudad de Cobán. Promoción del Desarrollo Sostenible, IPES- PERÚ, Año 2016.

#### 2.1.5. Localización ecológica

Fundamentado en el sistema Holdridge, el área se ubica en la zona de vida de Bosque muy Húmedo Subtropical frío.

“la clasificación según Thorntwaite es clima templado con abundante vegetación con temperatura media anual que varía entre 19.7° y 25.4°C, comprende una precipitación anual de 2 500 a 3 000 mm.”<sup>3</sup>

<sup>3</sup> URL- IARNA, *Estado actual del clima y la calidad del aire en Guatemala, Perfil Ambiental Guatemala*, agosto 2003.

## **2.2. Aspectos metodológicos**

### **2.2.1. Definición del problema**

La necesidad por la obtención de recursos económicos y la dinámica cultural de un porcentaje de la población aledaña al área del vertedero del municipio de Cobán visualiza este escenario como una fuente ideal de oportunidades para obtener ingresos que satisfagan sus necesidades diarias, sin darse cuenta que la actividad provoca diversos impactos a distintos componentes ambientales que pueden generar un entorno más vulnerable para población y ambiente.

Debido a la inadecuada disposición y tratamiento de los residuos sólidos en el área del vertedero municipal se perciben modificaciones en el aire a raíz de la presencia de gases que se originan por diversos procesos y factores en el desarrollo de la actividad, los cuales pueden generar un riesgo para aquellas familias situadas en sus proximidades como para aquellas personas que laboran diariamente en esta actividad y más aún para aquellas que padecen de enfermedades respiratorias agudas y se exponen a grandes tiempos bajo el ambiente modificado.

En la caracterización general del Instituto Nacional de Estadística INE, del año 2012 para el departamento de Alta Verapaz, se menciona que de las 10 principales causas de morbilidad de la población en general un 40% de ellas se encuentran relacionadas a problemas respiratorios y bacterianos que se fomentan por las condiciones en donde se ubica la población, se sitúa al departamento con el mayor índice de mortalidad infantil

producto de la variación climática, modelos de vida y posibles alteraciones de calidad de aire al que son expuestos.

Es importante mencionar que específicamente en torno al tema de salud a nivel municipal no existen datos sobre características de contaminantes en el aire que reflejen el estado de calidad del mismo, el grado de impacto que generan en la población o la incidencia que los mismos poseen en relación a las principales causas de enfermedad respiratoria y el deterioro ambiental.

Por lo anteriormente descrito se define como problema que la población circundante al vertedero municipal se encuentra expuesta ante un entorno que puede generar impactos a los componentes ambientales y a su salud, los cuales llegan a promover otro tipo de afecciones en el ámbito laboral, en la integridad de los pobladores aledaños, sociedad en general y medio ambiente.

### **2.2.2. Objetivos**

#### **a. General**

Estimar la concentración de fondo de los gases presentes en el vertedero a cielo abierto del municipio de Cobán, Alta Verapaz.

#### **b. Específicos**

Identificar la concentración de partículas suspendidas  $PM_{2.5}$  en el aire que se generan en el área del botadero municipal a cielo abierto.

Determinar la concentración de siete gases (CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, O<sub>3</sub>) que se generan en el área del vertedero municipal de Cobán A.V.

Identificar el estado actual de salud referente al estado respiratorio de las personas que laboran en el vertedero municipal.

Valorar los impactos ambientales significativos al aire que afectan en el área del botadero a cielo abierto del municipio de Cobán A.V.

### **2.2.3. El método**

La investigación se encuentra sustentada por la aplicación de criterios de normativa internacionales como parámetros de medición de OMS y USEPA enfocados a evaluar la calidad del aire y la concentración de contaminantes gaseosos producto de los procesos de descomposición de materiales de distintas características en el vertedero, quema de desechos sólidos, entre otras.

Cabe destacar que la presente metodología se basa en la interacción directa con la población que habita y labora dentro del área de estudio mediante observación directa, valoración de componentes ambientales, monitoreo de gases y partículas suspendidas en el ambiente, índices de calidad, entre otros procesos que a continuación se detallan.

**a. Análisis y recolección de fuentes de información primaria y secundaria**

Los instrumentos que forman parte del proceso de recolección de información y revisión se sustentan en estudios relacionados al manejo de los desechos sólidos a nivel local, regional y/o nacional, además de aspectos de salud por la generación de Gases de Efecto Invernadero GEI en el que se incorporan guías prácticas de la OMS y valores guía de la *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* TWA.

De forma complementaria la investigación se basa en consultas para la recopilación de información de aspectos históricos y técnicos con personal municipal, trabajadores dentro del área del botadero comúnmente llamados guajeros y población que habita a las proximidades del área del vertedero a través de entrevistas y diálogos semi estructurados.

**b. Inspección preliminar del área de estudio**

Se realizaron mediante visitas técnicas de campo con el objetivo de identificar el contexto, actores y variables que influyen y deban sumarse al campo de investigación.

**c. Geo posicionamiento e identificación de viviendas**

Se desarrolló mediante la geo referenciación de las viviendas del interior del área por medio de transectos y herramientas de campo apoyadas del uso de GPS.

#### **d. Monitoreo de elementos meteorológicos**

Se tomaron en consideración variables meteorológicas manifestadas durante el día del monitoreo atmosférico 5 y 6 de diciembre del año 2017 en el vertedero municipal por medio de la implementación de una estación meteorológica que evaluó las variables de temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento durante 24 horas, además de ello para poseer mayor representación de las variables se tomó en consideración la velocidad y dirección del viento monitoreadas por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH, con la finalidad de obtener un soporte más sólido en función de tiempo para fortalecer la toma de decisiones y acciones con relación al presente estudio.

Se presentan los criterios considerados para el establecimiento del punto de muestreo meteorológico en el área del vertedero.

- d.1** Terreno llano aproximadamente de siete por diez metros cubierto de hierba baja.
- d.2** No estar ubicada en hondonadas, distante de árboles, edificios, muros u otros obstáculos (Aproximadamente distante a un radio de 50 m. a partir de la estación de monitoreo).
- d.3** A conveniencia de puntos de exposición.

Esta etapa de monitoreo de campo se basó en los procedimientos metodológicos que deben considerarse para el establecimiento de una estación de monitoreo, fundamentado en

el Manual de Procedimientos para las Estaciones Meteorológicas, apoyada en los estándares de la Organización Mundial de Meteorología OMM y en la Organización para Estudios Tropicales OET.

Las Variables meteorológicas evaluadas en el vertedero municipal son velocidad del viento, dirección del viento, humedad relativa, temperatura.

La representatividad del monitoreo es de pequeña escala, lo que corresponde a un área de 10 Km<sup>2</sup> de representatividad de cada uno de los datos obtenidos, el valor de la representatividad da a conocer cuanta área podrían representar los datos recolectados según clasificación de escalas horizontales de los fenómenos meteorológicos OMM.

#### **e. Monitoreo atmosférico**

Se constituyen del monitoreo de aire los siguientes parámetros.

**TABLA 2  
PARÁMETROS DEL MONITOREO ATMOSFÉRICO**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	Partes por Millón (PPM)
Metano (CH <sub>4</sub> )	%
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	%
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	%
<b>CONTAMINANTES CRÍTICOS SEGÚN EPA</b>	
Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	(Microgramo por metro Cúbico) ug/m <sup>3</sup>
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	ug/m <sup>3</sup>
Material particulado (PM <sub>2.5</sub> )	ug/m <sup>3</sup>
Monóxido de carbono (CO)	PPM
Ozono troposférico (O <sub>3</sub> )	PPM

**Fuente:** Laboratorio Ecológico y químico. ECOQUIMSA. Año 2018.

Son definidos como contaminantes críticos del aire aquellos estándares cuyos aspectos específicos de calidad del aire han sido establecidos por la EPA tomando en consideración aspectos ambientales según sus objetivos propuestos.

**TABLA 3  
PARÁMETROS DE MONITOREO SOMETIDOS A  
EVALUACIÓN POR LAS GCA DE OMS**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Valor Guía según OMS</b>
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	20 ug/m <sup>3</sup>
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	200 ug/m <sup>3</sup>
Material Particulado (PM <sub>2.5</sub> )	25 ug/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Guías de calidad del aire, OMS. Año 2006.

La OMS establece guías específicas de calidad de aire enfocadas a resguardar la integridad y salud de las personas que son expuestas a ambientes contaminados sobre gases y partículas específicas, a raíz de ello establece una guía para la evaluación del MP<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>. La cual fue considerada, utilizada

y aplicada para evaluar aspectos de salud en torno a los contaminantes anteriormente mencionados.

**TABLA 4**  
**PARÁMETROS DE MONITOREO SOMETIDOS A**  
**EVALUACIÓN POR VALORES TWA, TLVs**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Valor Guía según OMS</b>
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.5 %
Monóxido de carbono (CO)	25 ppm.
Metano (CH <sub>4</sub> )	0.1 %
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	10 ppm
Ozono Troposférico (O <sub>3</sub> )	0.05 ppm

**Fuente:** Valores TLVs., *The American Conference of Gubernamental Industrial Higienists*. Año1998.

Los parámetros sometidos a comparaciones por valores TWA, promedios ponderados en el tiempo, se basan exclusivamente en criterios científicos de protección de la salud conocidos mundialmente como *Threshold Limit Values*.

El monitoreo se realizó tomando en consideración el acuerdo gubernativo 229-2014, Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, debido a ello el tiempo de monitoreo de diversos gases es distinto ya que las guías de calidad de aire hacen referencia a la medición de un ambiente de riesgo a partir de la identificación de concentración de un contaminante sobre un tiempo definido.

**TABLA 5**  
**MÉTODOS Y CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO EMPLEADO**  
**EN LOS GASES Y PARTÍCULAS MONITOREADAS**

<b>Parámetro</b>	<b>Método de análisis</b>	<b>Equipo de muestreo</b>
PM2.5 Concentración de material particulado menor de 2.5 micrómetros	Método gravimétrico de referencia de EPA. Cumple con 40 CFR Appendix L.	<i>BGI Incorporated - Model PQ200 Air Sampler. Manual Reference Method: RFPS-0498-116</i>
SO <sub>2</sub> - Concentración de dióxido de azufre	<i>Pararosalina. Método de referencia 40 CRF part 50 Appendix A. EPA</i>	<i>New Star Enviromental - RAC5 Gas Sampler</i>
NO <sub>2</sub> - Concentración de dióxido de nitrógeno	Arsenito de sodio. Método de referencia EQN – 1277-026. EPA equivalente.	Arsenito de sodio. Método de referencia EQN-1277-026 EPA equivalente
Ozono troposférico (O <sub>3</sub> )	Bomba marca <i>Sensidyne model Gilair pinton type</i>	Tubos colorimétricos 182 U
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	<i>Geotechnical Instruments (UK) Limited. GA2000 Gas Analyzer</i>	Celda electroquímica límite de detección 0.1%
Metano (CH <sub>4</sub> )	<i>Geotechnical Instruments (UK) Limited. GA2000 Gas Analyzer</i>	Celda electroquímica límite de detección 0.1%
Sulfuro de hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	<i>Geotechnical Instruments (UK) Limited. GA2000 Gas Analyzer</i>	Celda electroquímica límite de detección 1 ppm
Monóxido de carbono (CO)	<i>Geotechnical Instruments (UK) Limited. GA2000 Gas Analyzer</i>	Celda electroquímica límite de detección 1 ppm
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	<i>Geotechnical Instruments (UK) Limited. GA2000 Gas Analyzer</i>	Celda electroquímica límite de detección 0.1%

**Fuente:** Laboratorio Ecológico y Químico, ECOQUIMSA. Año 2018.

**TABLA 6**  
**CALIBRACIÓN DEL EQUIPO EMPLEADO**

<b>Equipo de monitoreo</b>	<b>Equipo de calibración</b>	<b>Estatus de la calibración</b>
<i>BGI Incorporated - Model PQ200 Air Sampler. Manual Reference Method: RFPS-0498-116</i>	<i>Tetralcal. Fabricante: BGI Incorporated. USA. S/N 149661 (Fecha de vencimiento de la calibración 09/08/2018)</i>	Flujo inicial: 16.73 LPM 05/12/17  Flujo final: 16.70 LPM 06/12/17
<i>Rae Systems incorporated - Model Area RAE Gamma Steel. S/N: PGM 5520295002748</i>	Gases de calibración. Fabricante Calgaz. Lote 1474551. Fecha de vencimiento: 03/08/2017	Fecha de vencimiento de la última calibración del equipo: 28/01/2015
<i>Gas Sample RAC3 Fabricante: New Star Enviromental – Id: 10 USA. S/N: 2662</i>	<i>Tetralcal. Fabricante: BGI Incorporated – USA. S/N 149661 (Fecha de vencimiento de la calibración 09/08/2018)</i>	Flujo inicial SO <sub>2</sub> : 0.208 LPM 05/12/17 Flujo inicial NO <sub>2</sub> : 0.200 LPM 05/12/17 Flujo final SO <sub>2</sub> : 0.210 LPM 06/12/17 Flujo final NO <sub>2</sub> : 0.205 LPM 06/12/17

**Fuente:** Laboratorio Ecológico y Químico, ECOQUIMSA. Año 2018.

### **e.1. Punto de muestreo**

Un punto de muestreo *in situ*, vertedero municipal de Cobán.

### **e.2. Frecuencia del monitoreo**

Veinticuatro horas continuas a partir de 13:00 hrs del día 5 a 13:00 hrs del 6 de diciembre de 2017, para los gases SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y partículas suspendidas de PM<sub>2.5</sub> micrómetros y monitoreos puntuales como es el caso del ozono O<sub>3</sub> referenciados a tiempos de exposición según Guías de Calidad del Aire Exterior OMS Y valores TLVs.

### **e.3. Estimación del monitoreo de gases**

Otoño–Invierno, Estación lluviosa, Guatemala.

El período de tiempo en que se desarrolló la investigación comprendió 3 meses a partir de noviembre del 2017 a enero de 2018 con los cuales se desarrollaron diversas actividades de campo, con relación a la representatividad del monitoreo atmosférico este ejemplifica únicamente las condiciones de 24 horas de un día del mes de diciembre, identificadas sobre condiciones climáticas referidas a pertenecer a la época fría-lluviosa de Guatemala.

### **f. Evaluación del Índice de Calidad del Aire ICA**

Utilizado como indicador para el estado atmosférico y la calidad del aire en el sitio de medición, asociado a los efectos sobre la salud que la población puede experimentar en unas pocas horas o días después de respirar ese aire, la medición de este índice se realizó con la evaluación del material particulado y cuatro gases ideales como lo requiere su metodología:

- f.1.** Dióxido de azufre.
- f.2.** Dióxido de nitrógeno.
- f.3.** Material particulado.
- f.4.** Monóxido de carbono.
- f.5.** Ozono.

Para la evaluación del ICA fue necesario realizar el cálculo de los siguientes componentes que lo conforman:

- f.1.1. Cálculo del Índice Diario Urbano (Índices Parciales).
- f.1.2. Cálculo del índice global horario.
- f.1.3. Umbrales de estado.

#### **g. Identificación y valoración de los impactos ambientales**

Se sustentó en la metodología de Fernández Conesa de 1997 que plantea la obtención de valores de impacto ambiental a partir de la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales detectados en el área de estudio.

El método provee una alta certidumbre en la identificación de impactos, una valoración que limitó en gran medida la subjetividad al considerar por separado los aspectos de manifestación no cuantitativa de los impactos para determinar su importancia y la cuantificación de efectos con el uso de indicadores numéricos.

Impactos y actividades desarrolladas en el vertedero que fueron sujetos a criterios de valoración:

- g.1.** Disposición y manejo inadecuado de los DSU.
- g.2.** Actividades laborales dentro del vertedero.
- g.3.** Accidentes laborales.
- g.4.** Potencial para comercializar DSU.
- g.5.** Posible deterioro de la salud por la calidad del aire.
- g.6.** Contaminación del aire por material particulado.
- g.7.** Nivel de CO, NOx, SOx, hidrocarburos, etc.
- g.8.** Generación de malos olores.
- g.9.** Quema de desechos sólidos.
- g.10.** Deterioro del paisaje.

- g.11.** Modificación de hábitats.
- g.12.** Accidentes naturales.
- g.13.** Ruido e introducción de vibraciones.
- g.14.** Riesgo de contaminación al suelo por DSU.
- g.15.** Riesgo de contaminación al manto acuífero por la disposición final de los DSU.

#### **h. Criterios de evaluación de impactos**

**TABLA 7  
CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS  
AMBIENTALES**

<b>No.</b>	<b>Criterios de impacto</b>	
<b>1</b>	Intensidad	Se refiere al grado en el que incide la acción sobre el factor y ámbito en que actúa.
<b>2</b>	Extensión	Se refiere al espacio de influencia del impacto en relación con el entorno de la actividad.
<b>3</b>	Momento	Se refiere al tiempo en que se dará la aparición que genera el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado.
<b>4</b>	Reversibilidad	Se refiere a la capacidad que posee el entorno para asimilar de forma medible la alteración en distintos periodos de tiempo, a corto, mediano y largo plazo debido a los mecanismos de autodepuración del medio
<b>5</b>	Persistencia	Se refiere al tiempo en que permanecerá el efecto sobre el factor desde su aparición hasta que retorne a sus condiciones iniciales por medios naturales o medidas correctoras.
<b>6</b>	Recuperabilidad	Se refiere a la posibilidad en que el factor afectado como consecuencia de la actividad pueda reconstruirse, o bien de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción.
<b>7</b>	Acumulación	Se refiere al aumento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continua o discontinua.
<b>8</b>	Sinergia	Se refiere a la totalidad de la manifestación de los elementos del área, generado por acciones que actúen de forma simultánea.
<b>9</b>	Efecto	Se refiere a la forma en que se manifiesta un efecto sobre un factor producto de una acción.
<b>10</b>	Periodicidad	Se refiere a la secuencia en la cual se manifiestan los efectos de forma periódica, irregular o constante en el tiempo.

**Fuente:** David Sánchez Ramos, *Métodos de evaluación del impacto ambiental*, Diciembre 2013.

**TABLA 8**  
**RANGOS DE CÁLCULO PARA VALORACIÓN DE LA**  
**IMPORTANCIA**

<b>Impacto</b>		<b>INTENSIDAD (IN)</b> (Grado de desnutrición)	
Impacto benéfico	+	Baja	1
Impacto perjudicial	-	Media	2
		Alta	3
		Muy Alta	4
		Total	12
<b>EXTENSIÓN (EX)</b> (Área de influencia)		<b>MOMENTO (MO)</b> (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extensa	3	Inmediato	3
Total	4	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
<b>PERSISTENCIA (PE)</b> (Permanencia del efecto)		<b>Reversibilidad (RV)</b>	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	3	Irreversible	4
<b>SINERGIA (SI)</b> (Potenciación de la manifestación)		<b>ACUMULACIÓN (AC)</b> (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy Sinérgico	4		
<b>EFEECTO (EF)</b> (Relación causa – efecto)		<b>Periodicidad (PR)</b> (regularidad de la manifestación)	
Indirecto (secundario)	1	Irregular, aperiódico o discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
<b>Recuperabilidad (MC)</b> (Reconstrucción por medios humanos)		<b>IMPORTANCIA (I)</b>	
Recuperable inmediato	1	$I = (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+P+R+MC)$	
Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable o compensable	4		
Irrecuperable	8		

Fuente: Método Coneza, <https://prezi.com/zzzo4helj2fe/metodo-conesa/>. Año1997.

#### **2.2.4. La muestra**

No se requirió el cálculo de una muestra pues se realizó un censo que involucro la participación de todas las viviendas que se ubican en el área de estudio tomando como referencia a un representante de la misma, al igual que todas aquellas personas que se encuentran ligadas al sistema laboral del vertedero para una evaluación de salud.

Las viviendas que se ubican en el área de estudio corresponden a ser 67 y son sujetas a una evaluación que busca identificar la percepción y daño provocado a raíz de los productos gaseosos que genera el vertedero municipal mediante la utilización de entrevistas y boletas de campo, estableciendo como criterio de inclusión a un representante familiar.

Con relación a las personas que laboran en el vertedero, se encuentran registrados 37 turnos familiares más de 5 personas de la misma familia por turno ante la municipalidad, a los que corresponde un turno de dos días de trabajo cada vez que se completan los 37 turnos registrados por diferentes familias, es importante mencionar que no todas las familias que poseen un turno de trabajo en el vertedero son las mismas que habitan a sus inmediaciones.

La población que se encuentra inmersa en el sistema de actividades laborales del vertedero fue sujeta a una evaluación médica que buscó identificar el estado actual de salud y deterioro de las vías respiratorias como los factores de riesgo que los asocian.

### 2.2.5. Variables, indicadores y su medición

Estos se distribuyen en distintos campos de evaluación, tal es el caso de variables relacionadas a aspectos meteorológicos, concentración de gases, aspectos de salud, entre otros que a continuación se detallan.

#### a. Variables e indicadores orientados a evaluar aspectos meteorológicos

**TABLA 9**  
**VARIABLES E INDICADORES METEOROLÓGICOS**

Variable	Indicador
Velocidad del viento	Velocidad km/h
Dirección del viento	Tendencia en grados sexagesimales
Temperatura	Grados centígrados °C
Humedad Relativa	Porcentaje de humedad %HR

Fuente: Investigación de campo. Año 2018.

#### b. Variables e indicadores del monitoreo atmosférico

**TABLA 10**  
**VARIABLES E INDICADORES EN LA EVALUACIÓN ATMOSFÉRICA**

Variable	Indicador (Concentración)
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	ug/m <sup>3</sup>
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	ug/m <sup>3</sup>
Material Particulado (PM <sub>2.5</sub> )	ug/m <sup>3</sup>
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	%
Monóxido de carbono (CO)	ppm.
Metano (CH <sub>4</sub> )	%
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	ppm
Ozono Troposférico (O <sub>3</sub> )	ppm

Fuente: Investigación de campo. Año 2018.

El equipo utilizado para la medición de los distintos gases descritos se muestra en la tabla 5, el monitoreo atmosférico se desarrolló por el método de inmisión por ser una fuente puntual de área en un lapso de 24 horas.

**c. Variables e indicadores asociados a salud local evaluados en personas que laboran en el vertedero**

Estas variables son divididas en aquellas que se centran en determinar el estado de salud de las personas y en aquellas que brindaron la descripción de la problemática actual en torno a las afecciones que se evidencian en las áreas aledañas al vertedero.

Las variables de salud orientadas a identificar el estado actual de las personas que laboran en el vertedero fueron evaluadas mediante el apoyo de la clínica médica de trabajo de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Medicina CUNOR, y los indicadores parten de la evaluación de los siguientes campos.

- c.1. Estado físico.
- c.2. Causas de morbilidad.
- c.3. Tipos de enfermedades respiratorias.
- c.4. Saturación de oxígeno en adultos.
- c.5. Capacidad pulmonar en adultos.
- c.6. Factores de riesgo asociados a la actividad laboral.

**d. Variables e indicadores evaluados por el impacto socio ambiental que genera el vertedero municipal**

El reconocimiento de estas variables se dirige a identificar la problemática que generan los distintos impactos que se

derivan a raíz de la mala disposición y tratamiento de los DSU en el vertedero municipal y en los que se encuentra directamente involucrada la población aledaña a este sitio.

**TABLA 11**  
**VARIABLES E INDICADORES SUJETOS A**  
**EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL**

<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>
Olores fétidos	Nauseas, mareos, dolores estomacales
Afecciones a la vista	Lagrimo constante, irritación de los ojos, ardor en los ojos
Plagas de vectores contaminantes	Cucarachas, perros, roedores, moscas
Dependencia económica del vertedero	Obtención de recursos económicos x actividades laborales

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2018.

#### **2.2.6. Personas objeto de estudio para evaluación de salud**

Niños, jóvenes y adultos que se encuentran ligados a las actividades de trabajo en el vertedero municipal.



## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Contaminación

Según la Organización Panamericana de la Salud OPS, se refiere a la presencia de distintos elementos de características físicas, químicas y biológicas presentes en cantidades suficientes que puedan generar efectos nocivos.

#### 3.2. Contaminación ambiental

Según la Ley para el Equilibrio Ecológico y protección al ambiente de México 1998, se entiende por contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes, materia o energía de cualquier combinación que cause desequilibrio ecológico.

#### 3.3. Contaminación del aire

Según la EPA en su Norma de Emisiones al Aire en 2003, se le denomina así a la presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentración suficiente, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el *confort*, la salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente.

### **a. Contaminantes críticos del aire**

Según la EPA, forman parte de la categoría de contaminantes del aire y son referenciados como aquellos cuyos estándares específicos de calidad del aire han sido establecidos por la EPA.

## **3.4. Fuentes de generación de contaminación atmosférica**

Son identificadas como aquellas actividades, procesos o dispositivos que producen contaminantes al aire, según el compendio de estadísticas ambientales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México SEMARNAT, estas se agrupan en 4 categorías principales que son:

- a.** Fuentes puntuales o fijas.
- b.** Fuentes de área.
- c.** Fuentes móviles.
- d.** Fuentes naturales.

### **3.4.1. Fuentes de área**

Según la Guía de la Elaboración y Usos de Inventarios de Emisiones SEMARNAT, México, menciona que este tipo de fuente genera un gran número de contaminantes de muy variado nivel que pueden generar un impacto a la salud.

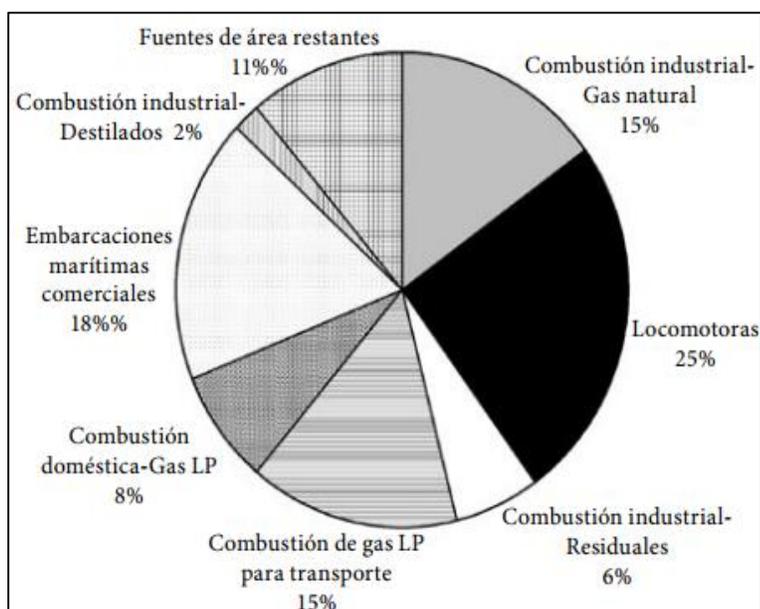
Según la guía SEMARNAT en su compendio de estadísticas ambientales 2010, las fuentes de área representan aquellas que son demasiado numerosas y dispersas, estas pueden abarcar un amplio inventario en el que se incluyen 150 fuentes resaltando aquellas como el uso de solventes, almacenamiento y transporte de

derivados de petróleo, fuentes industriales y comerciales ligeras, fuentes agrícolas, fuentes de manejo de residuos sólidos.

**a. Características de las emisiones de fuentes de área por categoría**

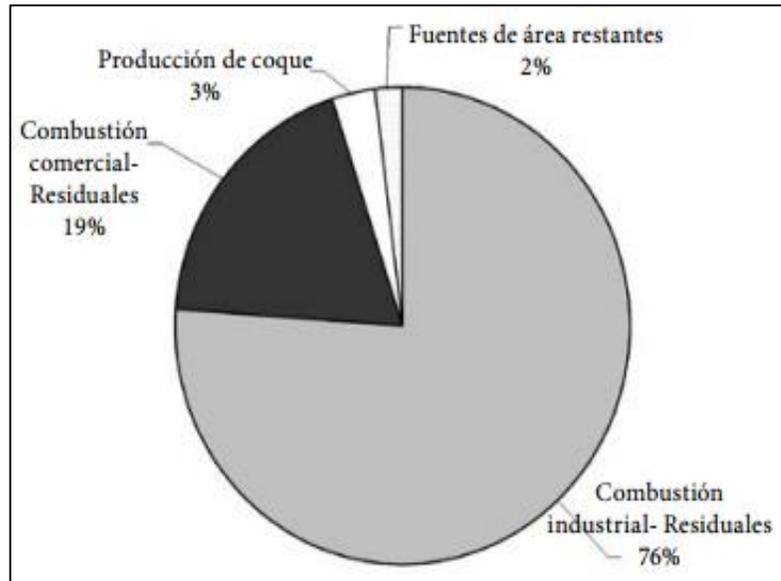
Las gráficas siguientes reflejan el análisis de monitores atmosféricos de área y las características en valores cuantitativos de los elementos que los fomentan o constituyen, estas formaron parte del estudio que se realizó al norte del distrito de México en la cual participaron 6 ciudades que fueron Baja California, Chihuahua, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas.

**IMAGEN 3  
FUENTES DE ÁREA  
EMISIONES DE NO<sub>x</sub> EN 6 ESTADOS DE MÉXICO, 1999**



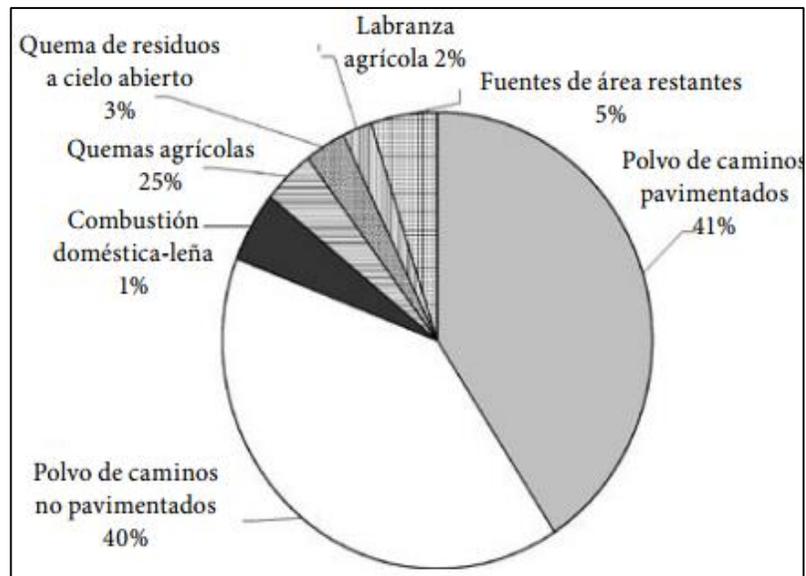
**Fuente:** *Inventario de emisiones de fuentes de área por categoría, México, Año 1999.*

**IMAGEN 4  
FUENTES DE ÁREA  
EMISIONES DE SO<sub>x</sub> EN 6 ESTADOS DE MÉXICO, 1999**



**Fuente:** *Inventario de emisiones de fuentes de área por categoría, México, Año 1999.*

**IMAGEN 5  
FUENTES DE ÁREA  
EMISIONES DE PM<sub>2.5</sub> EN 6 ESTADOS DE MÉXICO, 1999**



**Fuente:** *Inventario de emisiones de fuentes de área por categoría, México, Año 1999.*

Las características de los gases disueltos en el ambiente se deben a una serie de actividades que se llevan a cabo en diferentes centros poblados, mayormente para identificarlas se realizan inventarios atmosféricos en los que se identifican las actividades del área que pueden generar un impacto al aire para ser sujetas a monitoreos periódicos, por tal motivo no puede llegar a generalizarse la composición de estos elementos ya que las actividades en pro del desarrollo humano varían de acuerdo a muchos factores en áreas distintas, más sin embargo, estas muestran un acercamiento a la realidad con respecto a su formación.

### **3.5. Residuos y desechos sólidos**

#### **3.5.1. Residuos**

Según la Guía Integral de Residuos Sólidos de PROARCA 2003, son todos aquellos restos o materiales generados y descartados de actividades antropogénicas que poseen la característica de ser incorporados a un nuevo ciclo de transformación de materia para ser reutilizados brindando valores comerciales para su recuperación.

#### **3.5.2. Desechos**

“Subproducto generado de actividades, procesos u operaciones que por sus características no pueda ser incorporado a un nuevo proceso de transformación y ciclo de uso situándolo como material inservible.”<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Ing. Javier Martínez, *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos*, fundamentos tomo 1, septiembre año 2005.

### 3.5.3. Incineración

Según Javier Martínez en la Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos Año 2005, es el proceso de quemar desperdicios de forma controlada, algunos de los aparatos incineradores solo queman basura, sin embargo, la mayoría tiene un diseño específico para capturar el calor que se utiliza y crear vapor que a su vez produce electricidad que viene a compensar parcialmente el costo por la incineración.

La mayor parte de instalaciones de incinerado queman residuos sólidos municipales sin procesar, estas muchas veces se denominan tecnologías de incineración de masa.

### 3.6. Características de las áreas de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos

Los RSU se definen como “los residuos producidos en los domicilios particulares, comercios, oficinas y edificios públicos”, según la Evaluación y Prevención de Riesgos Ambientales en Centroamérica el volumen y características de estos dependen de factores como el nivel de vida, encontrándose en valores de generación *per cápita* que van de 1,6 kg persona día, en países altamente industrializados hasta apenas 0,37 kg persona día en países con un nivel de industrialización bajo y población mayoritariamente rural.

“La forma más común de disposición final de residuos sólidos es el botadero o vertedero, aunque es la modalidad más barata, también es la que ocasiona más problemas ambientales, ya que normalmente se realiza en cañadas o barrancos de donde los residuos son fácilmente esparcidos por acción de la lluvia o del viento. Los botaderos atraen animales y son centros de proliferación de ratas, moscas, cucarachas y otros insectos. Además, la lluvia que cae sobre los residuos produce lixiviados (líquidos percolados), los

cuales pueden contaminar las fuentes de agua superficiales (ríos o lagunas), subterráneas (agua de pozos), además de generar impactos al aire por emisiones gaseosas”<sup>5</sup>.

Con relación al vertedero, la opción más deseable es el relleno sanitario, el cual es un método de ingeniería para disponer residuos sólidos en el suelo de tal forma que proteja el ambiente. Los rellenos sanitarios pueden ser manuales o mecánicos (véase la tabla 11).

**TABLA 12**  
**CLASIFICACIÓN DE LA DISPOSICIÓN FINAL**

Descripción	Vertedero		Relleno Sanitario	
	No Controlado	Controlado	Manual	Mecanizado
¿Uso de cobertura diaria?	NO	SI	SI	
Impermeabilización del suelo	NO	NO	Normalmente con arcilla	Tecnificado, normalmente con arcilla o geo membrana.
Sistema de recolección y tratamiento de lixiviados	NO	NO	Sí, pero menos tecnificado que un relleno mecanizado	SI
Sistema de drenaje de aguas superficiales	NO	Varia	SI	SI
Sistema de control de gases	NO	NO	SI	SI
Compactación de material	Ningún	A mano	A mano	Con equipo mecanizado
Rutas de acceso pavimentado	NO	NO	NO	SI

**Fuente:** PROARCA, *Guía para la Gestión del manejo de residuos sólidos municipales*, Guatemala, Año 2003.

<sup>5</sup>Doreen Brown Salazar, *Guía para la Gestión del Manejo de Residuos Sólidos Municipales*, PROARCA. 2003

### 3.6.1. Rellenos sanitario

Según el Ministerio de Salud en el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios del año 2002, estos son una estrategia técnica de ingeniería, diseñada para disponer de forma sanitaria los residuos sólidos sobre una superficie suelo, estructurada por mecanismos y materiales especiales para mitigar el impacto contaminante que pueden originar los desechos sólidos.

El diseño del relleno sanitario requiere de las siguientes etapas:

- a. Estudio diagnóstico.
- b. Estudios topográficos.
- c. Estudios geo hidrológicos y geofísicos.
- d. Geología y edafología.
- e. Estudio de mecánica de suelos.
- f. Estudio de impacto ambiental (programa de manejo ambiental).
- g. Diseño del relleno (instalaciones de operación, terrazas, drenaje superficial, captación y tratamiento de lixiviados, extracción de gases y tratamiento de los mismos, dispositivos de monitoreo y control.
- h. Elaboración del manual de operación y mantenimiento.<sup>6</sup>

### 3.6.2. Vertedero o botadero a cielo abierto

“Se refiere al área de disposición final de desechos sólidos en la cual los residuos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno, sin un procedimiento lógico ni soporte técnico para su operatividad lo que conlleva a limitar el tratamiento de los subproductos que se generan”.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Ministerio de Salud, *Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los Residuos Hospitalarios en Colombia*. marzo 2002

<sup>7</sup> Cooperación Técnica Alemana, *Manual para la Supervisión y Control de Rellenos Sanitarios*, México 2006.

### **3.7. Situación de sitios de disposición final de desechos sólidos**

Según el Primer Informe sobre Desechos Sólidos Domiciliares, 2007 Guatemala; el 88.38% de los botaderos del país, no se encuentran autorizados y se pueden considerar clandestinos; el 11.62% se definen como de origen municipal, porque cuentan con autorización de la municipalidad únicamente y el 100% no tienen autorización por parte del MARN, no cuentan con Instrumento Ambiental aprobado.

“Es importante mencionar que la mayoría de los lugares donde se depositan residuos y desechos no poseen la infraestructura necesaria para dar el tratamiento adecuado a los mismos y que en la mayoría de los casos solo son sitios de disposición final”.<sup>8</sup>

### **3.8. Generación del gas de vertedero**

Según el Ing. Warner Wagner en su trabajo de Generación y Manejo de Gases en Sitios de Disposición Final del año 2007 afirma que el gas de vertedero está compuesto por varios gases que están presentes en grandes cantidades, gases principales y en pequeñas cantidades, oligogases. Los gases principales proceden de la descomposición de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, algunos de los oligogases, aunque presentes en pequeñas cantidades, pueden ser tóxicos y podrían presentar riesgos para la salud pública.

Según Warner Wagner los principales gases del vertedero se producen en cinco o menos fases secuenciales que son:

---

<sup>8</sup> *Basureros certificados en Guatemala*, Gestión de residuos, [http://www.un.org/esa/dsd/dsd\\_aofw\\_ni/ni\\_pdfs/NationalReports/Guatemala/waste.pdf](http://www.un.org/esa/dsd/dsd_aofw_ni/ni_pdfs/NationalReports/Guatemala/waste.pdf).

### 3.8.1. Fase de ajuste Inicial

Según el trabajo de Generación y Manejo de Gases de Warner Wagner, los desechos se producen por la descomposición biológica bajo condiciones aerobias, porque hay cierta cantidad de aire atrapado dentro del vertedero, la fuente principal de organismos, aerobios y anaerobios responsables de la descomposición de los residuos es el material del suelo que se utiliza como cubierta diaria y final.

### 3.8.2. Fase de transición

“En ella desciende el oxígeno y comienzan a desarrollarse condiciones anaerobias. Mientras el vertedero se convierte en anaerobio, el nitrato y el sulfato, que pueden servir como receptores de electrones en reacciones de conversión biológica, a menudo se reducen a gas nitrógeno y sulfuro de hidrógeno”<sup>9</sup>.

“Las condiciones de reducción suficientes para producción del nitrato y del sulfato se dan aproximadamente entre -50 a -100 milivoltios. El metano se produce cuando los valores del potencial de oxidación/reducción están dentro del rango de -150 a -300 milivoltios”<sup>10</sup>.

### 3.8.3. Fase ácida

Aquí se acelera la actividad microbiana iniciada en la fase II con la producción de cantidades significativas de ácidos orgánicos y pequeñas cantidades de gas de hidrógeno.

---

<sup>9</sup> Ing. Wagner Colmenares Mayanga, *Generación y Manejo de Gases en Sitios de Disposición Final*, Ingeniería Química. Org. Mayo 2007.

<sup>10</sup> *Ibidem.*, 6

“El dióxido de carbono  $\text{CO}_2$  es el principal gas generado durante esta fase, también se producirán cantidades más pequeñas de gas de hidrógeno  $\text{H}_2$ . El pH del lixiviado, si se forma, frecuentemente caerá hasta un valor de 5 o menos, por la presencia de ácidos orgánicos y por las elevadas concentraciones de  $\text{CO}_2$  dentro del vertedero”<sup>11</sup>.

#### **3.8.4. Fase de fermentación del metano**

“En esta fase un grupo de microorganismos que convierten el ácido acético y el gas de hidrógeno producidos por los formadores de ácidos en la fase ácida en  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$  llegan a ser más predominantes. Los microorganismos responsables de esta conversión son estrictamente anaerobios y se llaman metano génicos”.<sup>12</sup>

#### **3.8.5. Fase de maduración**

La duración de las fases individuales de producción de gas de vertedero variara según la distribución de los componentes orgánicos en el vertedero, la disponibilidad de nutrientes, el contenido de humedad de los residuos, el paso de la humedad por el relleno y el grado de compactación inicial. La generación del gas de vertedero se tardará si no hay suficiente humedad disponible, incrementando la densidad del material colocado en el vertedero, descenderá la posibilidad de que la humedad llegue a todas las partes de los residuos y, por lo tanto, reducirá la velocidad de bio-conversión y la producción de gas.

“La fase de maduración se da después de convertirse el material inorgánico biodegradable en  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$  durante la fase de maduración, mientras la humedad sigue migrando a través de los residuos, se convierten porciones del material

---

<sup>11</sup> Ing. Wagner Colmenares Mayanga, *Generación y Manejo de Gases en Sitios de Disposición Final*, Ingeniería Química. Org. Mayo 2007.

<sup>12</sup> *Ibidem.*, 7.

biodegradable. En esta fase la velocidad de generación del gas de vertedero disminuye significativamente porque la mayoría de los nutrientes disponibles se han separado con el lixiviado”.<sup>13</sup>

### 3.9. Constituyentes del gas de vertedero

“Los gases que se encuentran en los vertederos incluyen amoníaco NH<sub>3</sub>, dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, monóxido de carbono CO, hidrógeno H<sub>2</sub>, sulfuro de hidrógeno H<sub>2</sub>S, Metano CH<sub>4</sub>, estableciéndose en mayor concentración el CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> procedentes de la descomposición anaeróbica de los componentes biodegradables de los residuos orgánicos en los residuos sólidos urbanos”.<sup>14</sup>

**TABLA 13**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL TÍPICA DE LOS**  
**COMPONENTES EN EL GAS DE VERTEDERO**

COMPONENTE	BASE VOLUMEN SECO
Metano	45-60 %
Dióxido de carbono	40-60 %
Nitrógeno	2-5 %
Oxígeno	0,1-1,0 %
Sulfuros, disulfuros, mercaptanos, etc	0-1,0 %
Hidrógeno	0 – 0,2 %
Monóxido de carbono	0-0,2 %
Constituyentes en cantidades traza	0,01-0,6 %
CARACTERÍSTICAS	VALOR
Temperatura °C	37-67 °C
Densidad	1,02-1,06 Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	Saturado

**Fuente:** *Constituyentes típicos encontrados en el gas de un vertedero de RSU*, <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/19484/PFM-Rodrigo20Bravo%20Figuroa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Año 2002.

<sup>13</sup> Ing. Wagner Colmenares Mayanga, *Generación y manejo de gases en sitios de disposición final*, Ingeniería Química. Org. Mayo 2007.

<sup>14</sup> *Composición y características del gas de vertedero*, Pag. 23, <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/9952/Capitulo5.pdf>, Mayo 2017.

### **3.10. Contaminación del aire y su efecto en la salud**

Según la publicación de estimaciones nacionales sobre la exposición a la contaminación del aire 2017 elaborado por la OMS, menciona que unos 3 millones de muertes al año están relacionadas con la exposición a la contaminación de aire de exteriores mediante síntomas cardiovasculares y por efectos acumulativos creando problemas cancerígenos, además de mencionar que el 92% de la población mundial vive en lugares donde los niveles de calidad del aire exceden los límites establecidos por las guías de calidad de aire de la OMS.<sup>15</sup>

#### **3.10.1. Perdidas de bienestar por la contaminación del aire**

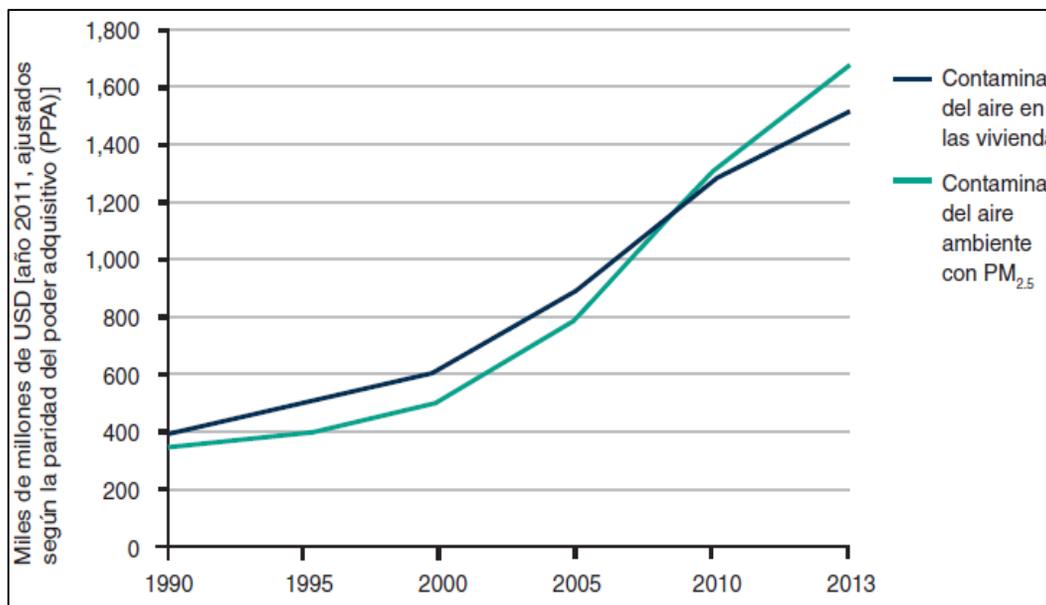
*Green Peace* en su campaña contra la contaminación ambiental en el año 2004 describe en el Resumen de los Impactos Ambientales y Sobre la Salud de los Rellenos Sanitarios, da a conocer que uno de los componentes que más emanan de los rellenos sanitarios es el gas metano proseguido por el dióxido de carbono, que a su vez llevan consigo otras sustancias tóxicas o compuestos orgánicos volátiles.

---

<sup>15</sup> *Estimaciones nacionales sobre la exposición a la contaminación del aire*, Comunicado de prensa, 27 de septiembre del 2016-Ginebra.

### IMAGEN 6

## PERDIDAS DE BIENESTAR POR LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE AMBIENTE CON PPM 2,5



Fuente: Grupo del Banco Mundial, *El costo de la contaminación atmosférica*. Año 2017.

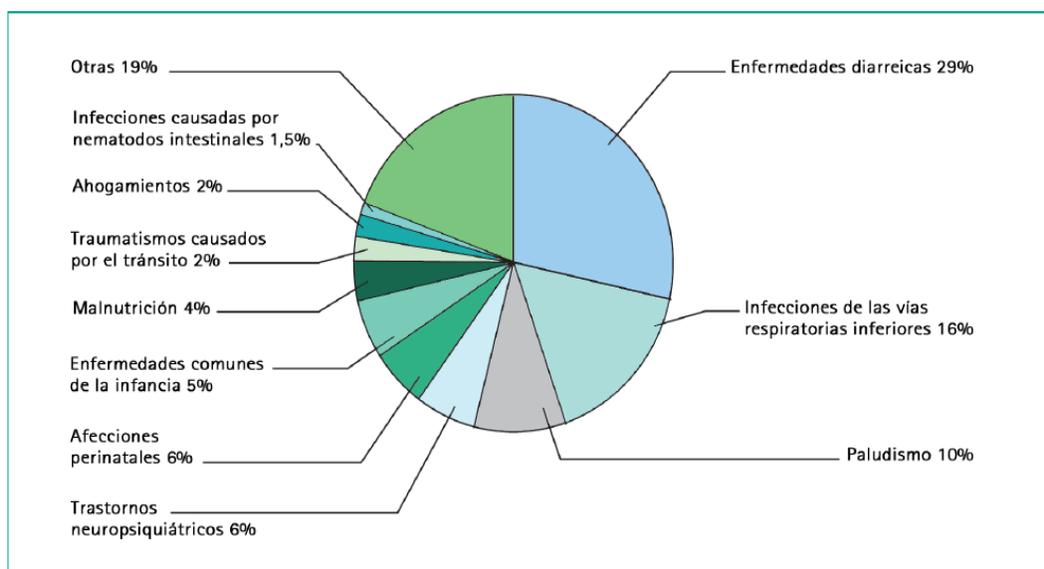
### 3.11. La importancia que tienen los efectos del medio ambiente en la salud

Según el Banco Mundial en su Informe del Costo de la Contaminación Atmosférica del año 2004, se calcula que el 24% de la carga de morbilidad mundial y el 23% de todos los fallecimientos pueden atribuirse a factores ambientales. De las 102 principales enfermedades, grupos de enfermedades y traumatismos que cubre el Informe sobre la salud en el mundo de 2004, los factores de riesgo ambientales contribuyeron a la carga de morbilidad en 85 categorías. La fracción de la morbilidad atribuible específicamente al medio ambiente variaba de manera notable entre las diferentes enfermedades. Se calcula que en todo el mundo el 24% de la carga de morbilidad y aproximadamente el 23% de todas las defunciones son atribuibles a factores ambientales.

Según la Guía de Ambientes Saludables de OMS del año 2006, en niños de 0 a 14 años, el porcentaje de muertes que se le atribuye a la alteración del medio ambiente es de hasta un 36% y estos porcentajes varían en distintas regiones debido a la exposición ante diversos escenarios.

Se menciona que las regiones en desarrollo atribuyen por medio de su impacto ambiental a un 25% de todas las muertes registradas, mientras que las regiones desarrolladas atribuyen al 17% de causas de muertes por las diversas actividades que se realizan.

### IMAGEN 7 PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE CONTRIBUYEN A LA CARGA DE MORBILIDAD RELACIONADA CON EL MEDIO AMBIENTE ENTRE LOS NIÑOS DE 0 A 14 AÑOS



Fuente: OMS, *Ambientes saludables y prevención de enfermedades*. Año 2008.

#### 3.12. Índice de calidad del aire ICA

El ICA forma parte del programa de calidad del aire del INSIVUMEH para la república de Guatemala, es calculado de acuerdo a la forma de

cálculo establecida por el AQUÍ, *Air Quality Index*, de la EPA, y mientras no se cuente con una legislación nacional que regule la materia, estará basado en los estándares de calidad del aire establecidos igualmente por la EPA.

Según la EPA para el cálculo del índice diario de calidad del aire se tienen en cuenta los siguientes gases

- a. Ozono O<sub>3</sub>.
- b. Partículas suspendidas PM.
- c. Monóxido de carbono CO.
- d. Dióxido de azufre SO<sub>2</sub>.
- e. Dióxido de nitrógeno NO<sub>2</sub>.

La calidad del aire en la zona estudiada vendrá dada por el mayor de los índices parciales obtenidos y su contaminante, siendo este quien definirá el índice de calidad del aire de la zona. El ICA varía entre 0 y 500, donde 500 representa el nivel más alto de contaminación y por lo tanto el de mayor riesgo para la salud.

“Generalmente, un valor de 100 corresponde al límite de calidad del Aire, por lo que los valores menores a 100 son considerados como admisibles o satisfactorios. Cuando el ICA alcanza valores superiores a 100, la calidad del aire en el lugar es considerada no saludable al comienzo por ciertos grupos sensibles de la población y luego para todos los ciudadanos en la medida que el ICA aumenta. Se entiende como grupos sensibles a personas enfermas en especial aquellas con enfermedades respiratorias como ancianos y niños”<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> EPA, Índice de Calidad del Aire, año 2017.

**TABLA 14**  
**ÍNDICES DE CALIDAD DEL AIRE ICA**

Valor ICA	Color	Calidad del Aire
0 – 50	Verde	Buena
51 – 100	Amarillo	Admisible o moderada
101 – 150	Naranja	No saludable para grupos sensibles
151 – 200	Rojo	Insalubre
201 – 300	Púrpura	Muy Insalubre
301 – 500	Granate	Peligrosa

Fuente: INSIVUMEH, *Calidad del aire*, año 2017.

El ICA se encuentra calculado de acuerdo a la forma establecida por el AQÍ de la EPA, y se basa en la evaluación de los 5 contaminantes criterios como lo establece su metodología.

**TABLA 15**  
**GUÍA DE CALIDAD DEL AIRE SOBRE LA**  
**CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS**

ICA	Personas vulnerables	Acciones a realizar
BUENA (0-50)	Es un día excelente para realizar actividades al aire libre	
Moderada (51-100)	Personas que podrían ser excepcionalmente sensibles a la contaminación por partículas	<b>Personas excepcionalmente sensibles</b> Contemplar reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso al aire libre. Prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar. Esto indica que se debe reducir el esfuerzo.
		<b>Para el resto de las personas</b> Es un buen día para realizar actividades al aire libre.
Insalubre para grupos sensibles (101-150)	Los grupos sensibles comprenden a <b>personas con cardiopatía o enfermedades pulmonares, adultos mayores, niños y adolescentes.</b>	<b>Grupos sensibles</b> Reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Está bien realizar actividades al aire libre, pero descanse a menudo y realice actividades menos intensas. Prestar atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar
		<b>Las personas asmáticas</b> Deben seguir sus planes de acción y tener a mano medicamentos de acción rápida.
		<b>Si padece de una cardiopatía:</b> Síntomas como palpitaciones, dificultad para respirar o fatiga inusual pueden indicar un problema grave. Si sufre cualquiera de estos síntomas comuníquese con su proveedor médico.
Insalubre (151-200)	TODOS	<b>Grupos sensibles</b> Evitar actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Tener en cuenta la posibilidad de realizar las actividades adentro o reprogramarlas
		<b>Para el resto de las personas</b> Reducir las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Descansar a menudo durante las actividades al aire libre
Muy Insalubre (201-300)	TODOS	<b>Grupos sensibles</b> Evitar actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Tener en cuenta la posibilidad de realizar las actividades adentro o reprogramarlas para cuando la calidad del aire sea mejor.
		<b>Para el resto de las personas</b> Evitar las actividades que requieran esfuerzo prolongado o intenso. Contemplar trasladar las actividades al interior o reprogramarlas a un horario en el que la calidad del aire sea mejor
Peligrosa (301-500)	TODOS	Todos Evitar todas las actividades físicas al aire libre
		Grupos sensibles Permanecer adentro y mantener un nivel de actividad bajo. Seguir las sugerencias para mantener bajos los niveles de partículas en ambientes cerrados.

**Fuente:** Guía de la calidad del aire sobre la contaminación por partículas. Año 2009.

Los procesos metodológicos para su cálculo se basan en interpolación lineal en la que se incluye los siguientes cálculos:

### **3.12.1. Cálculo del índice diario urbano, índices parciales**

“Se realiza asociando el valor 100 del índice con la concentración que representa el valor límite y valor cero de índice con cero de concentración, cada concentración se calcula luego por interpolación”.<sup>17</sup>

### **3.12.2. Cálculo del índice global horario**

Según el ICA de la EPA dado en 1999, al haber calculado los índices parciales de cada contaminante, se identifica aquel que posee mayor concentración y es referido a ser como el Índice Global de la Estación IGE.

### **3.12.3. Umbrales de estado**

Proporciona la relación del ICA con los umbrales de información y aceptación de contaminantes.

## **3.13. Organización Mundial de la Salud OMS**

“Es un organismo especializado de las Naciones Unidas fundado en 1948, cuyo objetivo es alcanzar para todos los pueblos el máximo grado de salud, definida en su constitución como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente como la ausencia de afecciones o enfermedades.”<sup>18</sup>

---

<sup>17</sup>, EPA, *Índice de calidad de aire*, 1999, INSIVUMEH Guatemala.

<sup>18</sup> OMS, *Organización Mundial de la Salud*, 2015. (<http://www.exteriores.gob.es>). Noviembre 2017.

Una de las intervenciones más comunes de la OMS surge mediante la incorporación cuantitativa y descriptiva de Guías de Calidad que brindan enfoques de investigación globalizados sobre factores específicos, como el caso del aire y brindan las relaciones necesarias para el análisis de distintas evaluaciones

Las Guías de Calidad del Aire GCA de la OMS tienen por objeto ofrecer orientación sobre la manera de reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud, estas guías, publicadas por primera vez en 1987 y con actualización 2005 se basan en la evaluación por expertos de las pruebas científicas del momento.

La nueva información incluida en la última actualización de las GCA del año 2006 se refiere a cuatro contaminantes comunes del aire:

- a. Material Particulado MP.
- b. Ozono O<sub>3</sub>.
- c. Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>.
- d. Dióxido de azufre SO<sub>2</sub>.

### **3.14. USEPA**

“La Agencia de Protección del Medio Ambiente (en inglés, Environmental Protection Agency); más conocida por las siglas EPA, se cataloga como una agencia reguladora a la cual el congreso de los EE.UU., autoriza a escribir normas y reglamentos que explican los detalles técnicos, operacionales y legales necesarios para implementar leyes, además es encargada de proteger la salud humana y proteger el medio ambiente; aire, agua y suelo”.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos -USEPA-

También puede verse el acrónimo USEPA *United States Environmental Protection Agency*, Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos.

Según el perfil de la EPA, la agencia lleva a cabo la evaluación ambiental, la investigación y la educación, tiene la responsabilidad de mantener y hacer cumplir las normas nacionales en una variedad de leyes ambientales, en consulta con los gobiernos estatales y locales.

### **3.15. Conferencia Americana de los Higienistas Industriales Gubernamentales ACGIH – *The American Conference of Government Industrial Hygienists***

La ACGIH es una asociación con sede en USA que agrupa a más de 3 000 profesionales de la Higiene del Trabajo que desarrollan su labor en instituciones públicas y universidades de todo el mundo. Los valores que establece la ACGIH se denominan "*Threshold Limit Values*" TLV y se basan exclusivamente en criterios científicos de protección de la salud. Estos valores TLV son sólo unos límites recomendados, pero gozan de un elevado prestigio en el mundo de la Higiene Industrial<sup>20</sup>.

Los Valores Umbrales Limites por sus siglas en inglés *Threshold Limit Values*, *TLVs*, se han desarrollado como guías para la ayuda en el control de los riesgos a la salud.

Estos valores recomendados están propuestos para usarlos en la práctica de la higiene Industrial, según Xavier Guardino Sola los TLVs hacen referencia a concentraciones de sustancias que se encuentran en suspensión en el aire, así mismos, representan condiciones debajo de las

---

<sup>20</sup>Xavier Guardino Sola, *Criterios de valoración en higiene industrial*, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, España 1998.

cuales se cree que todos los trabajadores pueden exponerse repetidamente día tras día a la acción de tales concentraciones sin sufrir efectos adversos para la salud.

Se admite que, dada la variabilidad de respuestas individuales, un porcentaje de trabajadores puede experimentar ligeras molestias ante ciertas sustancias a estas concentraciones, o por debajo de ellas, debido a los efectos que las sustancias químicas pueden provocar en las personas expuestas se definen diferentes tipos de valores TLVs.

### **3.15.1. Límites de exposición ocupacional**

Los límites de exposición ocupacional TLVs para agentes químicos se dividen en los tres tipos siguientes:

#### **a. TWA *Time – Weighted Average***

El TWA corresponden a ser uno de los TLVs para los Agentes químicos de límites de exposición ocupacional, *Time Weighted Average*, Promedio ponderado en el tiempo, TWA<sup>21</sup>.

El TWA según ACGIH es la concentración media ponderada en el tiempo para una jornada normal de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, a la que se cree pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin efectos adversos, estos valores se encuentran expresados en miligramos por metro cúbico y partes por millón

---

<sup>21</sup> Xavier Guardino Sola, *Criterios de valoración en higiene industrial*, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, España, Año 1998.

**TABLA 16**  
**VALORES TWA *TIME WEIGHTED AVERAGE***

No.	Parámetro	Valor guía de concentración TWA para agentes químicos.
1	Ácido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S)	10 ppm
2	Metano (CH <sub>4</sub> )	0.1%
3	Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.5%
4	Monóxido de Carbono (CO)	25 ppm
5	Ozono (O <sub>3</sub> )	0.05 ppm

**Fuente:** *Conferencia Americana de los Higienistas Industriales Gubernamentales ACGIH Año 1997.*

### 3.16. Meteorología y la contaminación del aire

Según Ecología y Desarrollo ECODES en su publicación sobre calidad del aire menciona que la meteorología se usa para predecir el impacto ambiental de una nueva fuente de contaminación y para determinar el efecto de las modificaciones de las fuentes existentes en la calidad del aire, esto se debe a que la atmosfera es el medio en el que se liberan los contaminantes y benefician el transporte y la dispersión de estas descargas que dependen en gran medida de parámetros meteorológicos.

“Los fenómenos climáticos provocan variaciones en los componentes del aire, es por ello que el movimiento de los vientos, los cambios de temperatura o el nivel de humedad en el ambiente, determinan en distinta medida el comportamiento de las sustancias presentes en el aire, el ciclo diario de movimiento de masas de aire con diferentes temperaturas y conduce a la inversión térmica”.<sup>22</sup>

### 3.17. Estudio de impacto ambiental

“El estudio de impacto ambiental posee la característica de identificar problemáticas, prever impactos potenciales e identificar

---

<sup>22</sup>Agencia de Protección Ambiental de los EEUU, *Meteorología de la contaminación del aire*, Año 2006.

medidas de mitigación para reducir los efectos que puede ocasionar una o varias fases de trabajo de toda obra, proyecto o actividad.”<sup>23</sup>

### **3.18. Impacto ambiental potencial**

“Efecto de carácter positivo o negativo que puede ocasionar un proyecto, obra industria o actividad sobre el medio físico, biológico y humano. Puede ser preestablecido y aproximado, en virtud de la consideración de riesgo ambiental o bien de un proyecto, obra o industria ya en operación.”<sup>24</sup>

### **3.19. Salud regional**

Según entrevista con la nutricionista Cintia Perdomo del Área de Salud de Cobán realizada en el año 2017, parte de las competencias de trabajo del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS es presentar informes en diferentes rangos de tiempo de las tendencias de causas de mortalidad y mortandad que se presentan a nivel nacional.

Durante los últimos 3 años la mayor tendencia estadística de enfermedades corresponde a ser de origen respiratorio y en relación al año 2017 se presenta la siguiente caracterización estadística de vigilancia epidemiológica de enero a diciembre del departamento de Alta Verapaz.

---

<sup>23</sup> Acuerdo Gubernativo 60-2015, *Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental*, Guatemala, junio 2017.

<sup>24</sup> Acuerdo Gubernativo 60-2015, *Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental*, Guatemala, junio 2017.

**TABLA 17**  
**CAUSAS DE MORBILIDAD GENERAL**

No.	Diagnóstico	Hombres	%	Mujeres	%	Total	Porcentaje
1	Infecciones respiratorias agudas	50493	27	78281	20	128774	22
2	Enfermedad diarreica aguda	24596	13	31804	8	56400	10
3	Dorso lumbalgia	13287	7	28143	7	41430	7
4	Infección de la piel	16796	9	24004	6	40800	7
5	Enfermedad péptica	5012	3	29119	7	34131	6
6	Infección del trato urinario	2901	2	28448	7	31349	5
7	Cefalea/migraña	3841	2	27007	7	30848	5
8	Neumonía	11231	6	12081	3	23312	4
9	Parasitismo intestinal	8402	4	13287	3	21689	4
10	Retardo del desarrollo	7257	4	6732	2	13989	2
	Resto de causas	45341	24	117,888	30	163229	28
	<b>TOTAL</b>	<b>189157</b>	<b>100</b>	<b>396794</b>	<b>100</b>	<b>58591</b>	<b>100</b>

Fuente: Dra. Lisbeth Cajas, Área de Salud de Alta Verapaz, Área de Epidemiología MSPAS, Año 2017.

**TABLA 18**  
**CAUSAS DE MORBILIDAD INFANTIL EN MENORES DE 1 AÑO**

No.	Diagnóstico	Hombres	%	Mujeres	%	Total	Porcentaje
1	Neumonía	266	21	506	25	772	23
2	Enfermedad diarreica aguda	122	10	142	7	264	8
3	Tumor maligno	62	5	88	4	150	5
4	Úlcera gástrica	52	4	63	3	115	3
5	Cirrosis hepática	62	5	50	2	112	3
6	Hipertensión arterial	42	3	46	2	88	3
7	Septicemia	40	3	46	2	86	3
8	Diabetes <i>mellitus</i>	36	3	45	2	81	2
9	Asfixia	52	4	28	1	80	2
10	Insuficiencia renal	36	3	44	2	80	2
	Resto de causas	474	38	1002	49	1476	45
	<b>Total</b>	<b>1244</b>	<b>100</b>	<b>2060</b>	<b>100</b>	<b>3304</b>	<b>100</b>

Fuente: Área de Epidemiología MSPAS, Año 2017.

Según la caracterización de mortalidad general e infantil menor de 1 año, se evidencia que la mayor tendencia de causas de morbilidad en la población promedio de Alta Verapaz corresponde a ser de un 26% del total de casos evaluados en el departamento, factor que puede asociarse a distintos factores en los cuales se ve inmerso el medio ambiente.

Según la Guía de Ambientes Saludables y Prevención de Enfermedades de la Organización Mundial de la salud año 2006. Menciona que de las causas de enfermedades generalmente sobresalen las de origen diarreico, situando aquellas de origen respiratorio en segundo plano, pero en función a la relación que puede poseer con el medio ambiente se sitúa en primer plano aquellas de origen respiratorio en la que interviene un 45% la relación del ambiente.

### **3.20. Derechos humanos y medio ambiente**

Dentro de los Derechos Humanos, el concepto de medio ambiente no se limita únicamente al concepto de la naturaleza ya que se implica como un fenómeno socio-natural ya que su estado depende de la influencia de los seres humanos sobre ella, por lo tanto, el respeto de los derechos humanos también está ligado al estado de la naturaleza.

“El Derecho a un Medio Ambiente Sano se tipifica como un Derecho de los Pueblos o Derecho de Solidaridad, que entraña deberes y responsabilidades no únicamente para el Estado, sino para todo ser humano, debido a que todos y todas tenemos el deber de legar a las futuras generaciones un ambiente Sano.”<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> María Velázquez Aguirre, *Estrategias de concientización ante el impacto ambiental de los desechos sólidos*, Julio 2009.

### 3.21. Base legal

Según el Perfil Ambiental de Guatemala 2006, en agosto de 2004, el Acuerdo Gubernativo 234-2004 crea la Comisión Nacional para el Manejo de Desechos Sólidos CONADES, como la comisión encargada de coordinar y ejecutar las acciones técnicas y legales adecuadas en el manejo de desechos sólidos del país, derogando la antigua entidad CONADESCO. La CONADES es, por lo tanto, el órgano consultor y asesor en la formulación y dirección de las políticas nacionales de los desechos sólidos.

Uno de los grandes avances en lo que respecta al tema de los desechos sólidos es la aprobación, en abril del 2005, de la Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos, a través del Acuerdo Gubernativo 111-2005. Dicha política, concebida con una visión de 10 años, establece una serie de acciones y programas que buscan alcanzar el eficiente manejo de los desechos sólidos en el país, y busca tener un impacto positivo en los ámbitos político-institucional, social, económico, ambiental y salud.

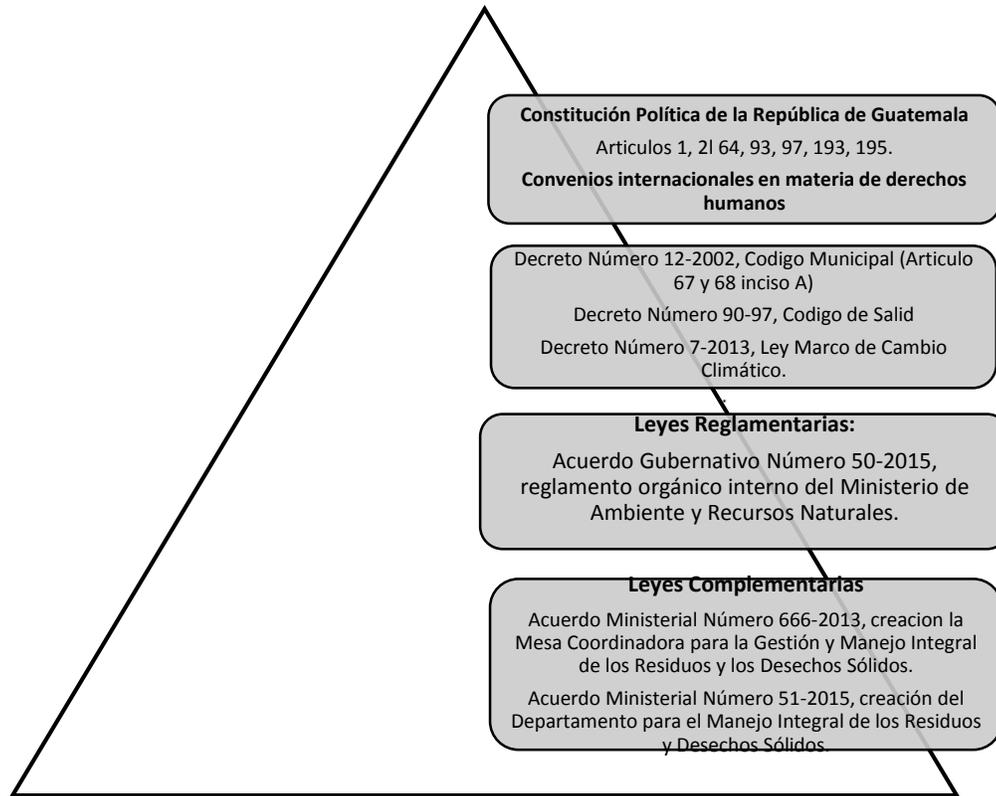
“En lo que respecta a las municipalidades que cuentan con un reglamento para manejo de desechos sólidos, en el 2000 el dato ascendía a 12, para el 2004, CONADES considera que el número oscila alrededor de 20; sin embargo, esta entidad considera que no más de tres municipalidades lo aplican.”<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> María Velázquez Aguirre, *Estrategias de Concientización ante el Impacto Ambiental de los Desechos Sólidos*, Julio 2009.

## GRÁFICA 2

### FUNDAMENTO LEGAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE DESECHOS SÓLIDOS EN GUATEMALA



**Fuente:** Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/4041.pdf>, Año 2017.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

El presente capítulo brinda los resultados de las fases de investigación realizadas para obtener el cumplimiento de los objetivos propuestos, así mismo los procedimientos de aplicación de cada campo de trabajo establecido en el marco metodológico.

El período de tiempo en el que se desarrolló la investigación de campo constó de tres meses que fueron noviembre, diciembre de 2017 y enero 2018, referentes a pertenecer a la estación fría de Guatemala según el INSIVUMEH, la cual manifestó temperaturas promedio de 17.85°C, humedad relativa de 85%, dirección del aire en orientación noroeste y velocidades del viento que va de los 0.50 a 11.10 m/s.

Importante es mencionar que el monitoreo de gases se desarrolló únicamente durante 1 día inmerso dentro de los 3 meses de investigación, específicamente durante el 5 y 6 de diciembre del 2017.

#### **4.1. Áreas de trabajo en el vertedero municipal**

El sitio de disposición final de desechos sólidos urbanos se encuentra dividido en dos sectores, el primero se caracteriza por ser el depósito de aquellos desechos de procedencia municipal correspondientes a barrido de calles, mercados y de vehículos particulares que ingresan del

interior y exterior del municipio, el área denominada sector dos es utilizada específicamente para disposición final de los desechos de origen domiciliario que provienen del interior del municipio la cual es compartida por las distintas empresas de recolección privada que laboran a nivel local.

El mantenimiento de los sectores y rampas de disposición de RSU corresponde a cada grupo de trabajo que labora en dicha área, la intervención municipal que se lleva a cabo esta dirigida únicamente a realizar actividades de remoción de material y recubrimiento de los desechos 1 a 3 veces al año aproximadamente.

Según entrevistas a autoridades municipales de Cobán del año 2017, a nivel municipal existe un reglamento de desechos sólidos que no se ejecuta en su totalidad y se enfoca a normar aspectos que fomenten el buen desarrollo de un sistema de gestión de DSU, existe además un plan operativo orientado a realizar una serie de actividades enfocadas a promover la mejora continua de las condiciones físicas y estéticas del sitio de disposición final de parte de la municipalidad.

### **FOTOGRAFÍA 1** **SECTOR 1, ÁREA DE DISPOSICIÓN PARTICULAR DE DSU**



Tomada por: Allan Ramírez. Año 2017.

## FOTOGRAFÍA 2 SECTOR 2, ÁREA DE DISPOSICIÓN DE LA EMPRESA PRIVADA



Tomada por: Allan Ramírez. Año 2017.

### 4.1.1. Economía local

En el área del vertedero se desarrolla una economía informal debido a que las personas que laboran ahí no poseen un salario mínimo formalizado, existe un promedio de 37 familias que laboran específicamente en el sector uno que es el área municipal, en el sector dos cada empresa privada contrata diariamente mano de obra local en la que hace variar la cantidad de personas necesarias por día en función de la demanda de trabajo, el promedio de trabajadores con el que dispone la empresa privada es de tres a cinco personas diariamente en el sitio de disposición sin incluir a las personas que realizan la labor de recolección en el tren de aseo.

**TABLA 19**  
**SISTEMA LABORAL DEL VERTEDERO**  
**MUNICIPAL**

Área	Cantidad de horas de trabajo (día)	Días de trabajo	Beneficio económico
De Servicio Municipal	8 a 12	2 (cada 3 meses)	Q. 1 100.00
Empresa Privada	8 a 10	1 a 3 (Cada semana)	Q. 35.00 a Q. 50.00 Día.

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

Se estima que el recurso humano presente en el vertedero por jornada laboral es de 20 a 35 personas adultas día. El tiempo de permanencia de las personas que laboran en el vertedero comprende periodos de exposición al área de 8 hasta 12 horas durante sus turnos y jornadas de trabajo.

**a. Dinámica laboral del sector municipal y particular**

Aquí los días laborales se encuentran definidos por turnos asignados a cada representante familiar inscrito ante la municipalidad, estos en su mayoría son personas que viven en zonas aledañas al vertedero, los turnos establecen el derecho de permanencia de dos días de trabajo en los que se busca aprovechar la mayoría de los desechos que ingresen al sector municipal y que a su criterio puedan proporcionar un bien económico.

Para lograr el mayor aprovechamiento de los desechos en los turnos asignados los representantes se acompañan de tres a cinco personas que generalmente son familiares que

brindan el apoyo en la tarea del reciclaje para obtener mejores beneficios sobre la venta de materiales de comercialización de la que obtienen montos aproximados de Q. 800.00 hasta Q. 1 400.00 por familia producto de dos días de labores.

#### **b. Dinámica laboral del sector privado**

Posee un sistema organizado como el sector municipal en el que incorporan solo un porcentaje de mano de obra local, en este sector los beneficios económicos que reciben los trabajadores son menores pero representativos en comparación a los obtenidos en los turnos municipales, ya que estos se realizan únicamente cada tres meses aproximadamente.

En este sector los tiempos de trabajo diarios son menores con relación a la dinámica del sector municipal, ya que el servicio de recolección finaliza sus actividades en horarios de la tarde y de igual forma sus actividades en el vertedero luego de realizar el aprovechamiento de los desechos que ingresan.

#### **4.1.2. Microempresa**

Hacen presencia en el área dos microempresas locales que fomentan el comercio de los desechos sólidos de distintas características.

Los productos de comercialización que las microempresas adquieren son obtenidos de los distintos sectores de trabajo, los cuales son integrados a un nuevo ciclo de tratamiento al ser

obtenidos, en el que se clasifican, procesan y almacenan para posteriormente ser comercializados a empresas municipales o nacionales.

### **FOTOGRAFÍA 3 ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE RSU**



**Tomada por:** Allan Ramírez. Año 2017.

Estas microempresas constan aproximadamente de cinco a ocho integrantes que se distribuyen en las áreas de trabajo para realizar las distintas labores, el beneficio económico que obtienen por día de labores es de Q.50.00 más dos tiempos de alimentación.

## FOTOGRAFÍA 4 ACTIVIDADES DE PESAJE DE LOS RSU POR LA MICROEMPRESA LOCAL



Tomada por: Allan Ramírez. Año 2017.

### 4.1.3. Comercialización de los desechos

Participan empresas locales y nacionales que compran los desechos ya clasificados a las microempresas del área y a personas individuales, las visitas que estas empresas realizan al vertedero para la extracción de los mismos depende de la cantidad del material que haya, por ello deben reunirse cantidades específicas para una posterior recolección.

## FOTOGRAFÍA 5 ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL PARA COMERCIALIZACIÓN



Tomada por: Allan Ramírez. Año 2017.

### TABLA 20 MATERIALES COMERCIALIZADOS POR UNA MICROEMPRESA EN EL VERTEDERO

Características	Cantidad	Tiempo para su obtención
Cartón seco	200 Quintales	15 días
Cartón mojado	250 Quintales	25 días
Vidrio (blanco, verde, café)	50 Quintales	15 días
Papel	100 Quintales	15 días
PET (costales jumbo) (blanco, verde, morado)	60 Jumbos	15 días
Aluminio	200 Libras	1 Semana
Bronce	25 – 30 libras	1 semana
Chatarra	150 Quintales	1 Semana
Lata	275 – 300 libras	Semana

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

La frecuencia promedio para la extracción del material en el vertedero se establece en periodos de tiempo de 5 a 10 días.

#### 4.1.4. Seguridad laboral

No se presentan medidas de seguridad laboral en torno a las actividades que se desarrollan en el vertedero para brindar mayor protección a las personas que se desarrollan inmersas en él, debido a que la actividad presenta varias deficiencias en todo su sistema de gestión no existen medidas de mitigación o reducción de daños para ser desarrolladas en la actividad, lo cual trae consigo la generación de un mayor impacto a aquellas personas que permanecen en este ambiente frágil y modificado que tiene la capacidad de generar repercusiones en la salud humana y el medio ambiente a corto, medio o largo plazo.

#### 4.2. Monitoreo atmosférico

### MAPA 3 UBICACIÓN DEL MONITOREO ATMOSFÉRICO



Ingeniería en Gestión Ambiental -IGAL- CUNOR  
Estudiante: Allan Antonio Ramírez Bá

Fuente: Investigación de Campo. Año 2018.

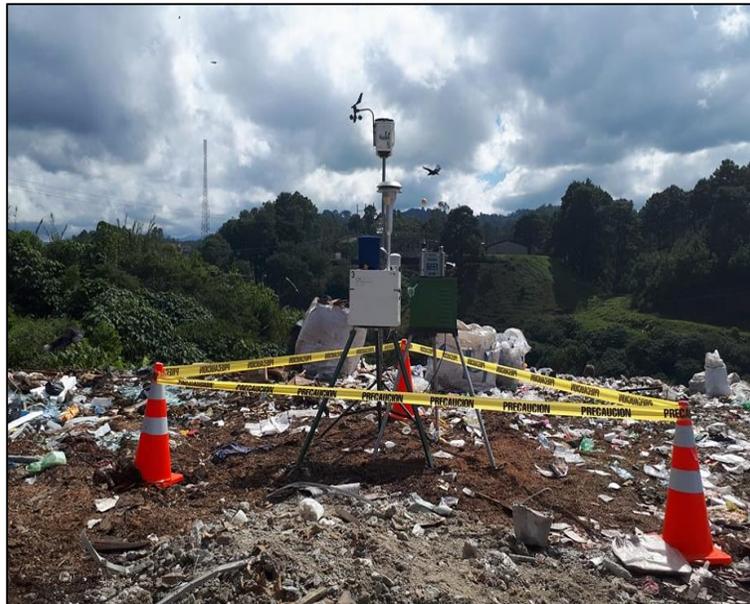
El monitoreo de gases y aire ambiental se llevó a cabo del 5 al 6 de diciembre del año 2017 en la finca Sachamach durante 24 horas, específicamente en el vertedero a cielo abierto del municipio de Cobán, a continuación, se presenta la referencia espacial del punto de monitoreo.

**TABLA 21**  
**UBICACIÓN DEL MONITOREO ATMOSFÉRICO**

No.	Punto de Monitoreo	Ubicación Geográfica
1	Vertedero municipal de Cobán.	N 15°27'19.1"
		O 90°23'40.9"

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

**FOTOGRAFÍA 6**  
**PUNTO DE MEDICIÓN DEL MONITOREO ATMOSFÉRICO**



**Tomada por:** Allan Ramírez. Año 2017.

El equipo de monitoreo fue instalado por personal técnico de ECOQUIMSA, bajo el método gravimétrico / presión *transfilling*, siendo el

método de análisis para certificación: De celda electroquímica y celda de oxígeno paramagnético.

El equipo fue perimetrado en un área de 5m<sup>2</sup> para su resguardo, el inicio del monitoreo se desarrolló bajo condiciones climáticas soleadas sin presencia de lluvia sobre el área de monitoreo.

### **FOTOGRAFÍA 7 EQUIPO DE MONITOREO NEW STAR ENVIROMENTAL - RAC5 GAS SAMPLER**



Tomada por: Allan Ramírez. Año 2017.

#### **4.2.1. Parámetros de comparación**

### **TABLA 22 PARÁMETROS DE COMPARACIÓN**

<b>Parámetro</b>	<b>LMP / TIEMPO PROMEDIO EPA*</b>	<b>Valor Guía / Tiempo promedio OMS**</b>
PM <sub>2.5</sub>	35 ug/m <sup>3</sup> – 24 Horas	25 ug/m <sup>3</sup> – 24 Horas
SO <sub>2</sub>	210 ug/m <sup>3</sup> – 1 hora de exposición	20 ug/m <sup>3</sup> – 24 Horas
NO <sub>2</sub>	200 ug/m <sup>3</sup> – 1 hora de exposición	200 ug/m <sup>3</sup> – 24 Horas

**Fuente:** \*EPA – Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

\*\*OMS: Organización Mundial para la Salud. Año 2006.

Los parámetros de comparación para los contaminantes analizados PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, están basados en los valores establecidos por la Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

**FOTOGRAFÍA 8**  
**EQUIPO DE MONITOREO**  
**BGI INCORPORATED – MODELO L PQ200 AIR**  
**SAMPLER**



**Tomada por:** Allan Ramírez. Año 2017.

El método desarrollado para el monitoreo fue de inmisión y debido a ello la concentración de gases reconocida pertenece únicamente al sitio de ubicación del monitoreo siendo representativo únicamente para el día monitoreado, es incorrecto suponer que bajo las mismas condiciones climáticas de temperatura 17°C y humedad 89%, identificadas (véanse en la pag. 88) se vuelva a presentar la misma cantidad de concentración, queda a bien manifestar que la orientación mayoritaria de velocidad en el vertedero se comporta en dirección noroeste a velocidades promedio que van desde 0 a 1.67 m/s respectivamente.

**TABLA 23**  
**VALORES TWA TIME – WEIGHTED AVERAGE**

No.	Parámetro	Valor de concentración TWA para agentes químicos.	Límite de exposición
1	Ácido Sulhídrico (H <sub>2</sub> S)	10 ppm	8 Horas de trabajo
2	Metano (CH <sub>4</sub> )	0.1%	8 Horas de trabajo
3	Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	0.5%	8 Horas de trabajo
4	Monóxido de Carbono (CO)	25 ppm	8 Horas de trabajo
5	Ozono (O <sub>3</sub> )	0.05 ppm	8 Horas de trabajo

**Fuente:** Valores TLVs, The American Conference of Governnamental Industrial Higienists Año 1998.

Los parámetros de comparación para los gases H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO Y O<sub>3</sub> están basados en los valores establecidos para ambientes laborales por la conferencia Americana de los Higienistas Industriales Gubernamentales ACGIH – *The American Conference of Governnamental Industrial Higienists.*

**FOTOGRAFÍA 9**  
**EQUIPO DE MONITOREO,**  
**TUBOS COLORIMÉTRICOS 182 U**



**Tomada por:** Allan Ramírez. Año 2017.

Los tubos colorimétricos sirvieron para determinar la cantidad de ozono  $O_3$  en el ambiente, siendo desarrollado de manera puntual durante una hora para poder llegar a ser sometido a comparación ante los tiempos de exposición según ACGIH.

**FOTOGRAFÍA 10**  
**EQUIPO DE MONITOREO, *BGI INCORPORATED***  
**MODELO *L PQ200 AIR SAMPLER***



Tomada por: Allan Ramírez. Año 2017

Por el tipo de monitoreo realizado en función del método, tiempo y características, es complejo realizar un modelo de dispersión atmosférica que delimite la distancia a la cual pueda viajar el material particulado ya que no se conocen los tiempos de formación, aparición, incremento y descenso del comportamiento de la concentración diaria además carecer de monitoreos adicionales en áreas estratégicas a sotavento para generar relaciones.

#### 4.2.2. Informe de resultados del monitoreo

- a. Fecha de monitoreo: 5 y 6 de diciembre de 2017.
- b. Hora de monitoreo: 13:00 a 13:00.
- c. T. Promedio: 17.0 °C.

**TABLA 24  
DATOS DE LABORATORIO**

Análisis	Dimensional	Límite de detección	Resultado	OMS <sup>(1)</sup>	EPA <sup>(2)</sup>	Método de análisis
NO <sub>2</sub> <sup>(3)</sup>	ug/m <sup>3</sup>	0.040	2.53	200 <sup>(4)</sup>	200 <sup>(4)</sup>	EPA – EQN – 1277 – 026.
SO <sub>2</sub> <sup>(3)</sup>	ug/m <sup>3</sup>	0.500	1.36	20	210 <sup>(4)</sup>	EPA – CFR, Título 40, Parte 50, Apendix A.
PM <sub>2.5</sub>	ug/m <sup>3</sup>	2	34	25	35	EPA – CFR, Título 40, Parte 50, Apendix L.

**Fuente:** Laboratorio Ecológico y Químico, ECOQUIMSA. Año 2018.

- a.1. <sup>(1)</sup> OMS: valor guía para 24 horas de exposición. Guía de la Organización Mundial de la Salud.
- a.2. <sup>(2)</sup> EPA: Límite máximo permisible para 24 h de exposición. Norma de Protección Ambiental de Estados Unidos.
- a.3. <sup>(3)</sup> Análisis acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13.
- a.4. <sup>(4)</sup> El valor guía de la OMS para NO<sub>2</sub> y el límite de la EPA para NO<sub>2</sub> Y SO<sub>2</sub> están calculados para una exposición de 1 hora.

Los resultados obtenidos indican que al equipo de monitoreo ha llegado una cantidad de gases de fondo por debajo de lo permitido en la guía de calidad del aire de la OMS, los gases NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> presentan niveles de concentraciones positiva en el área, atribuibles comúnmente a entornos urbanos relativamente buenos que poseen las condiciones ideales para el pleno desarrollo de actividades en la que se reducen los riesgos socio ambientales que estos contaminantes pueden ocasionar por la concentración identificada

minimizando así los riesgos a la salud de las personas en el ámbito laboral.

**TABLA 25**  
**INFORME DE MONITOREO DE GASES TWA**

Análisis	Dimensional	Valores guía según ACGIH	Resultado
CO <sub>2</sub>	%	0.5	< 0.1
CO	PPM	25	< 1
CH <sub>4</sub>	%	0.1	< 0.1
O <sub>3</sub>	PPM	0.05	<0.025
H <sub>2</sub> S	PPM	10	< 1

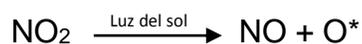
**Fuente:** Laboratorio Ecológico y Químico, ECOQUIMSA. Año 2017.

Los gases monitoreados según los valores TWA de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales se encontraron por debajo de los valores de riesgo establecidos para ambientes laborales, reduciendo con ello daños asociados a las altas concentraciones de estos contaminantes gaseosos el día monitoreado.

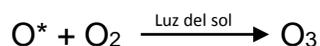
Es importante mencionar que la concentración de los gases puede tender a manifestarse de forma distinta por la variabilidad de las condiciones climáticas superficiales como internas en la actividad, ya que, en el proceso de descomposición de los desechos sólidos se desarrollan distintas fases secuenciales que van generando reacciones que producen descomposición de materiales y generación de gases en función de tiempo, temperatura, humedad, presencia de oxígeno, entre otros, por esta razón no se descarta que en distintas ocasiones puedan generarse concentraciones menores o mayores que sean percibidas a mayor escala y que puedan llegar a generar mayor riesgo a la población y al medio ambiente debido a que el desarrollo de esta actividad es constante..

Con relación a la aparición y concentración de O<sub>3</sub> identificada se debe a que durante las condiciones del día han ocurrido reacciones fotoquímicas con luz solar intensa en las cuales se manifestó la presencia de contaminantes primarios como óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles que promovieron la creación de O<sub>3</sub>, en este caso se observó que existe la presencia de este potencial contaminante y se debe a que aunado a los contaminantes primarios, el mismo desarrollo de la actividad tiene la característica de generar metano y monóxido de carbono que son productos que pudieron haber intervenido en su producción.

Con la presencia de la luz solar, el dióxido de nitrógeno se descompone en monóxido de nitrógeno y oxígeno atómico.

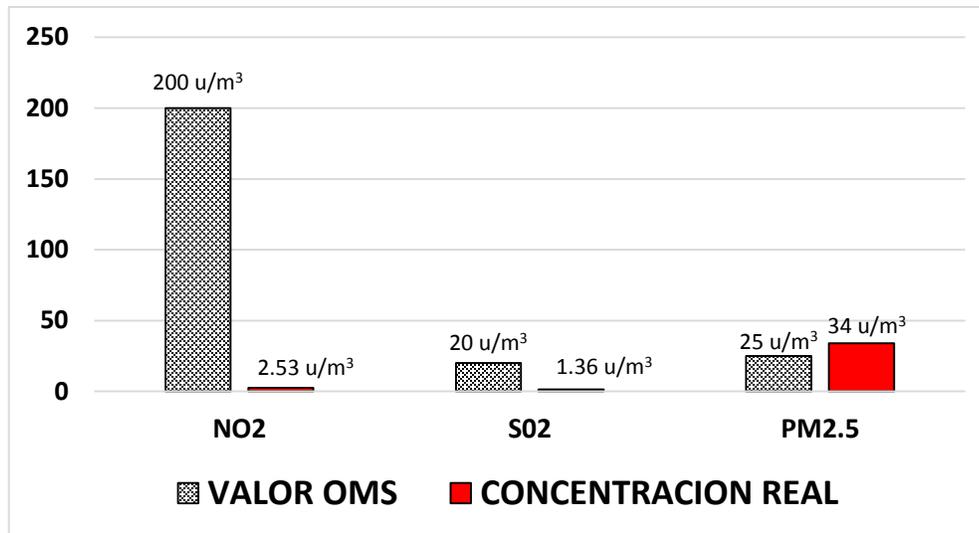


El oxígeno atómico es extremadamente reactivo y reacciona con el óxido molecular del aire para formar el ozono:



El ozono O<sub>3</sub>, es considerado un contaminante secundario que tiene la capacidad de intervenir en la actividad fotosintética, en el crecimiento y en el metabolismo general de las plantas, además al permanecer en concentraciones mayores puede causar serios daños a la salud humana por la absorción de estos a través de la piel y por inhalación causando efectos inmediatos y a largo plazo.

### GRÁFICA 3 CONCENTRACIÓN GUÍA DE CONTAMINANTES SEGÚN OMS



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2018.

Se estimó que el material particulado PM<sub>2.5</sub> se encuentra por sobre 9 ug/m<sup>3</sup> en lo que respecta a lo establecido para 24 horas (25 ug/m<sup>3</sup>) de concentración según GCA de OMS, debido a ello y basado en las GCA la concentración de este contaminante puede generar riesgo, creando un panorama vulnerable para aquellas personas que padecen de enfermedades de origen respiratorio o cardiovascular, mayoritariamente niños y adultos que se exponen diariamente por lapsos de tiempo de más de 24 horas.

De acuerdo al estudio realizado en la ciudad de México en el que evalúan las características de contaminantes en cinco ciudades distintas se toman en cuenta las fuentes productoras de los gases y del material particulado. A continuación se describen factores influyentes que aportan a la generación de gases contaminantes.

### **a. Quema de desechos sólidos**

Según la Caracterización de Contaminantes publicada por el Estudio de Fuentes de Área realizada en la ciudad de México en el año 1999, a la quema de desechos se le atribuye un 3% de las causas de generación del material particulado  $PM_{2.5}$ .

Durante la evaluación de campo en el mes de diciembre del año 2017 se identificaron ocho actividades de quema de desechos de forma controlada junto al sitio de disposición final de los DSU de la finca Sachamach, mismas que se realizaron en horarios nocturnos en promedio de 30 minutos a 1 hora, haciendo resaltar que el día del monitoreo se presentó una actividad de quema de llantas de las 8 actividades identificadas que se convierten en un factor muy influyente en la generación de gases presentes por las reacciones de combustión completa e incompleta que desarrolla este proceso.

Las emisiones al aire incluyen contaminantes criterio en diferentes concentraciones como MP, CO,  $SO_x$ ,  $NO_x$  y COVs además de contaminantes peligrosos como hidrocarburos policíclicos aromáticos PAHs, dioxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, benceno, entre otros; Los cuales pueden reaccionar químicamente con el ambiente por presencia del porcentaje de vapor de agua dado por humedad relativa.

Según el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Cuba, otro de los inconvenientes principales de esta actividad en el vertedero se desarrolla por el inadecuado manejo de las cenizas resultantes, ya que estas deben ser enterradas o almacenadas en sitios específicos bien delimitados. El material resultante puede poseer características tóxicas que pueden poner en

riesgo la salud por medio del transporte en el aire y a la acumulación sobre el suelo.

### **FOTOGRAFÍA 11**

#### **QUEMA DE DESECHOS SOLIDOS EN EL VERTEDERO**

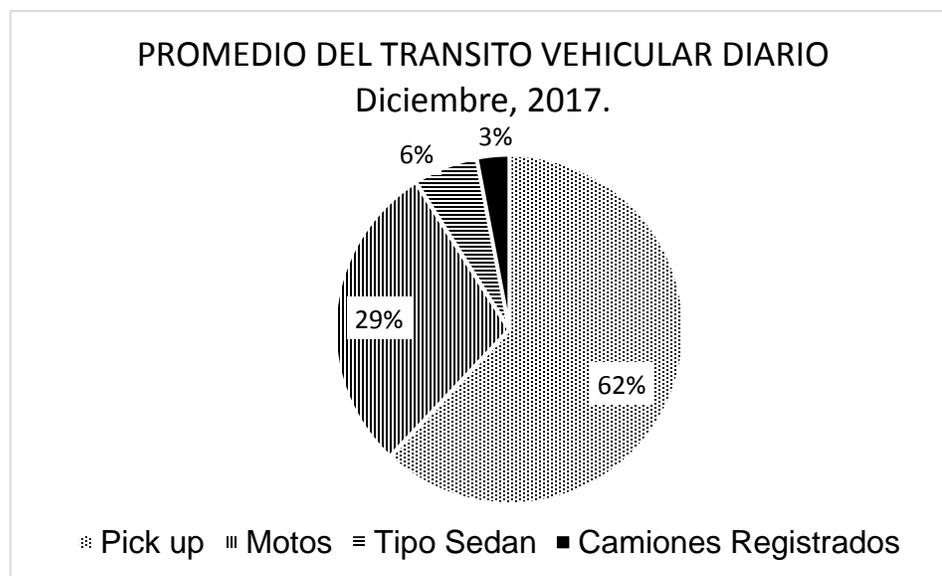


**Tomada por:** Allan Ramírez. Año 2017.

#### **b. Tránsito vehicular**

El sistema vehicular y las vías de tránsito son unos de los mayores factores que promueven la generación del material particulado, ya que estas se generan a partir de la combustión incompleta de sus sistemas automotores y por la influencia que poseen los mismos sobre vías transitables como caminos pavimentados y no pavimentados; al polvo de caminos pavimentados se le atribuye ser el agente generador del 41% del total constituyente de  $MP_{2.5}$  en entornos urbanos, de igual forma el polvo de caminos no pavimentados que representa ser el agente constituyente del 40% entre otras fuentes de área restantes, constituyéndose como mayores agentes generadores del  $MP_{2.5}$ .

## GRÁFICA 4 CARACTERÍSTICAS DEL TRÁNSITO VEHICULAR



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

También es importante resaltar que los automotores se consideran fuentes móviles de emisión de contaminantes atmosféricos que aportan gases tóxicos al ambiente como CO, HC, NOx, a raíz de la combustión incompleta de sus sistemas automotores, por esta razón este componente en la investigación debe ser considerado ya que se suma a una de las fuentes emisoras de gases que debe ser atendida por la influencia que posee en el contexto evaluado.

Fundamentado en el estudio realizado en la ciudad de México en 1999 sobre fuentes de área debe resaltarse el hecho de considerar que la quema de los desechos sólidos en el vertedero, no es la única fuente generadora de estas partículas y gases en el ambiente, también existen factores externos que interactúan e intervienen en su generación y concentración como el tránsito vehicular manifestado sobre las distintas vías transitables que circundan el área.

### 4.3. Índice de calidad del aire - ICA

El presente ICA se encuentra calculado de acuerdo a la forma establecida por el AQÍ *Air Quality Index* de la EPA, y se basa en la evaluación de contaminantes criterio como lo establece su metodología.

**TABLA 26**  
**VALORES Y CONCENTRACIÓN DE LOS**  
**COMPONENTES DEL ICA**

No	Componente	Concentración monitoreada	Valores de referencia ICA (VC)
1	Ozono (O <sub>3</sub> )	50 ug/m <sup>3</sup>	50 ug/m <sup>3</sup>
2	Partículas suspendidas (PM <sub>2.5</sub> )	34 ug/m <sup>3</sup>	34 ug/m <sup>3</sup>
3	Monóxido de carbono (CO)	1.1 ug/m <sup>3</sup>	1.1 ug/m <sup>3</sup>
4	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	1.36 ug/m <sup>3</sup>	1.36 ug/m <sup>3</sup>
5	Dióxido de nitrógeno. (NO <sub>2</sub> )	2.53 ug/m <sup>3</sup>	2.53 ug/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2018.

En la medición del ICA fue necesario conocer la concentración de cinco contaminantes para definir las características atmosféricas del área, en función del tiempo de monitoreo de los contaminantes se asoció un factor de cálculo para obtener una relación de los valores límites. Cabe resaltar que la norma para desarrollar la metodología para la evaluación del ICA se encuentra dada según INSIVUMEH Guatemala y la EPA.

**TABLA 27**  
**ÍNDICES PARCIALES Y FACTORES DE CÁLCULOS**

Índice Parcial	Dimensional	FC vs VC	Índice Parcial Horario	Escala
IP <sub>SO2H</sub>	ug/m <sup>3</sup>	0.200 * 1.36	0.272	
IP <sub>NO2H</sub>	ug/m <sup>3</sup>	0.5 * 2.53	1.265	
IP <sub>CO H</sub>	ug/m <sup>3</sup>	4 * 1.1	4.4	
IP <sub>O3 H</sub>	ug/m <sup>3</sup>	0.6245 * 50	31.22	
IP <sub>MP2.5 H</sub>	ug/m <sup>3</sup>	4 * 34	136	

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2018.

Los índices parciales horarios de los contaminantes están asociados a una escala de valor de 100 que representa una buena calidad de aire, pero pueden tener rangos de concentración por sobre los 350 valores que pueden indicar altos niveles de contaminación dada por una escala colorimétrica.

**TABLA 28**  
**ÍNDICES DE CALIDAD DEL AIRE**

Valor ICA	Color	Calidad del Aire
0 – 50	Verde	Buena
51 – 100	Amarillo	Admisible o moderada
101 – 150	Naranja	No saludable para grupos sensibles
151 – 200	Rojo	Insalubre
201 – 300	Púrpura	Muy Insalubre
301 – 500	Granate	Peligrosa

Fuente: INSIVUMEH, *Calidad del aire*, año 2017.

En la tabla 27, se muestra que los gases evaluados  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$  no representaron un riesgo adicional al factor atmosférico ya que según su índice parcial estos se encuentran dentro de un rango de valor ICA de 0-50 que corresponde a generar una buena calidad del aire, por no representar un daño o riesgo en función de su concentración el día evaluado, en relación al  $\text{MP}_{2.5}$  a este corresponde una escala de valor en el rango ICA de 101 – 150 referenciado a generar un estado de calidad de aire no saludable para grupos sensibles.

**TABLA 29**  
**ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE**

Umbral de alerta	Concentración ug/m <sup>3</sup>	Valor ICA	Calidad del aire
NO <sub>2</sub>	0.272	0 - 50	Buena
SO <sub>2</sub>	1.36	0 - 50	Buena
CO	4 PPM	0 - 50	Buena
O <sub>3</sub>	31.22	0 - 50	Buena
PM <sub>2.5</sub>	136	101 - 150	No saludable para grupos sensibles

**Fuente:** Investigación de campo, año 2018.

Índice Global de la Estación IGE = MAX (IP<sub>MP2.5 H</sub>)

Según la estimación de los índices parciales horarios, el ICA en el área monitoreada no presenta riesgos con relación a los contaminantes NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, para ambientes laborales debido a que su estimación en comparación con los valores propuestos por ACGIH y OMS son inferiores a los valores recomendados, generándose así una escala menor a 50 unidades que proporciona una buena calidad del aire.

El material particulado PM<sub>2.5</sub> presenta grados de concentración por sobre los límites OMS generando así un índice parcial en el entorno que refleja ser un agente generador de la calidad de aire diaria insalubre para grupos sensibles que se desarrollan bajo ese ambiente. Según la EPA, los grupos sensibles se refieren a ser niños, adolescentes y adultos mayores con padecimientos de enfermedades como cardiopatía y enfermedades pulmonares.

Según el índice de calidad del aire bajo un ambiente con las características anteriormente mencionadas se recomienda que los grupos sensibles que se manifiestan en el área reduzcan o no realicen acciones

que requieran de mayor esfuerzo prolongado o intenso durante sus actividades, o bien realizar actividades que incorporen descansos a menudo durante su desempeño laboral.

En cuanto a las personas con padecimientos de enfermedades como asma se recomienda que deban seguir sus planes de acción y deban poseer medicamentos de acción rápida ante algún evento en su salud que pueda suscitarse, además de prestarle atención a la aparición de síntomas como tos o dificultad para respirar de forma inusual o diversa.

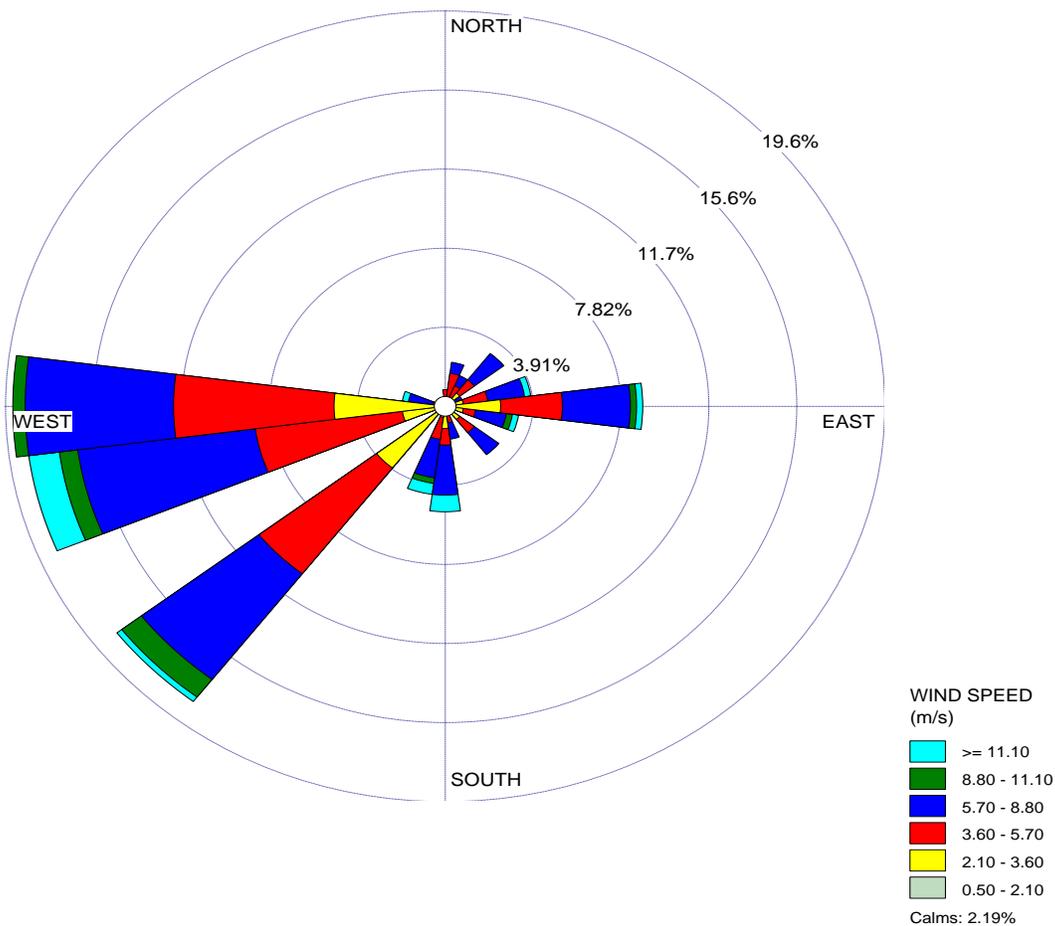
#### **4.4. Evaluación de variables meteorológicas**

Se evaluó específicamente el aire, mediante las variables prioritarias velocidad y dirección, además de la temperatura y humedad relativa, el monitoreo se llevó a cabo del día 5 al 6 de diciembre del año 2017 de 13:00 a 13:00 horas en la finca Sachamach dentro del vertedero a cielo abierto del municipio de Cobán, específicamente sobre las coordenadas referidas del monitoreo de gases, los datos obtenidos fueron monitoreados por ECOQUIMSA con el uso de una estación meteorológica puntual y corresponden únicamente a la tendencia climática del día del monitoreo.

Importante es resaltar que los datos recabados de la estación meteorológica de INSIVUMEH Cobán fueron utilizados en este estudio únicamente como un medio de soporte y referencia para identificar a mayor escala el comportamiento de la tendencia de dirección y velocidad del viento del municipio de Cobán, A.V.

## GRÁFICA 5 ROSA DE VIENTO, ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE COBÁN, AÑO 2017

WIND ROSE PLOT: <b>Estación Meteorológica del Municipio de Coban, A.V.</b> <b>Allan Antonio Ramírez Bá</b>	DISPLAY: <b>Wind Speed</b> <b>Flow Vector (blowing to)</b>
--	--



**Fuente:** Datos de INSIVUMEH, gráfico elaboración propia. Año 2017.

Para las consideraciones necesarias se hace mención en resaltar que el comportamiento de la tendencia de los vientos durante el año 2017 posee una orientación mayoritaria con dirección suroeste y sureste, con velocidades promedio que van desde los 2 a los 11 m/s respectivamente.

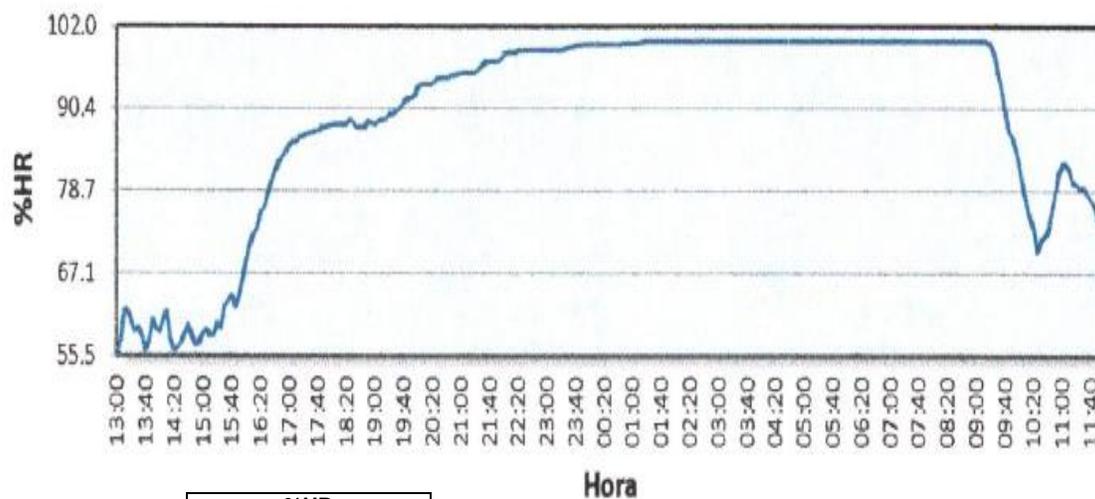
## FOTOGRAFÍA 12 ESTACIÓN DE MONITOREO METEOROLÓGICO, VERTEDERO MUNICIPAL DE COBÁN



Tomada por: Allan Ramírez. Año 2017.

### a) Humedad Relativa

#### GRÁFICA 6 HUMEDAD RELATIVA DÍA



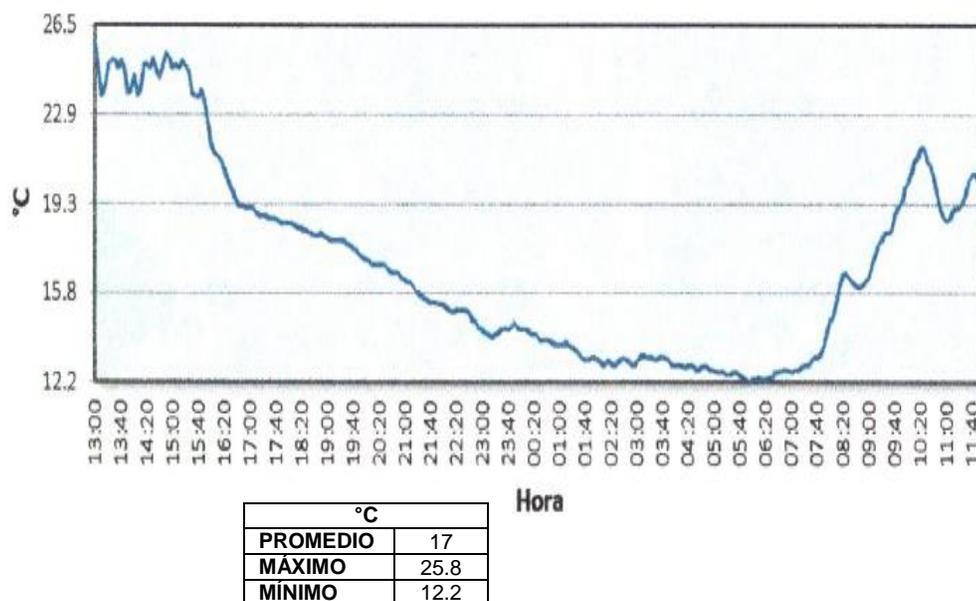
%HR	
PROMEDIO	89.00
MAXIMO	100.00
MINIMO	55.5

Fuente: Laboratorio Ecológico y Químico ECOQUIMSA. Año 2017.

En la gráfica de humedad relativa del día monitoreado se visualiza que durante el horario de las 16:00 horas inicio un aumento de humedad relativa que duro hasta las 9:00 AM, tiempo en el que se obtuvo un promedio de HR de 89% /día.

## b) Temperatura

**GRÁFICA 7  
TEMPERATURA DIARIA**



**Fuente:** Laboratorio ecológico y Químico ECOQUIMSA. Año 2017.

Con relación a la temperatura, se presentan mínimas desde los 12.2°C; siendo los horarios en que se pronuncia el aumento de °C desde las 6:00 am hasta las 16:00 pm, manifestándose con un valor promedio de 17°C/día.

La concentración de los gases identificada en el monitoreo no representa riesgos para ambientes laborales más sin embargo debe prestarse atención al hecho de visualizar que existen diversos gases en concentraciones distintas que cuentan con los medios necesarios en el

ambiente para atravesar un proceso de intercambio de energía y reacciones químicas que den lugar a un impacto mayor, ya que la mayoría de los gases reacciona ante la presencia de oxígeno en el aire y vapor de agua  $H_2O$ , pudiendo generar ácidos secundarios más potentes que al momento de ser condensados a base de una atmosfera saturada en el área pueden impactar a mayor escala mediante su precipitación y deposición sobre los, suelos, flora y fauna.

**TABLA 30**  
**REACCIONES QUÍMICAS ANTE LA PRESENCIA DE  $H_2O$**

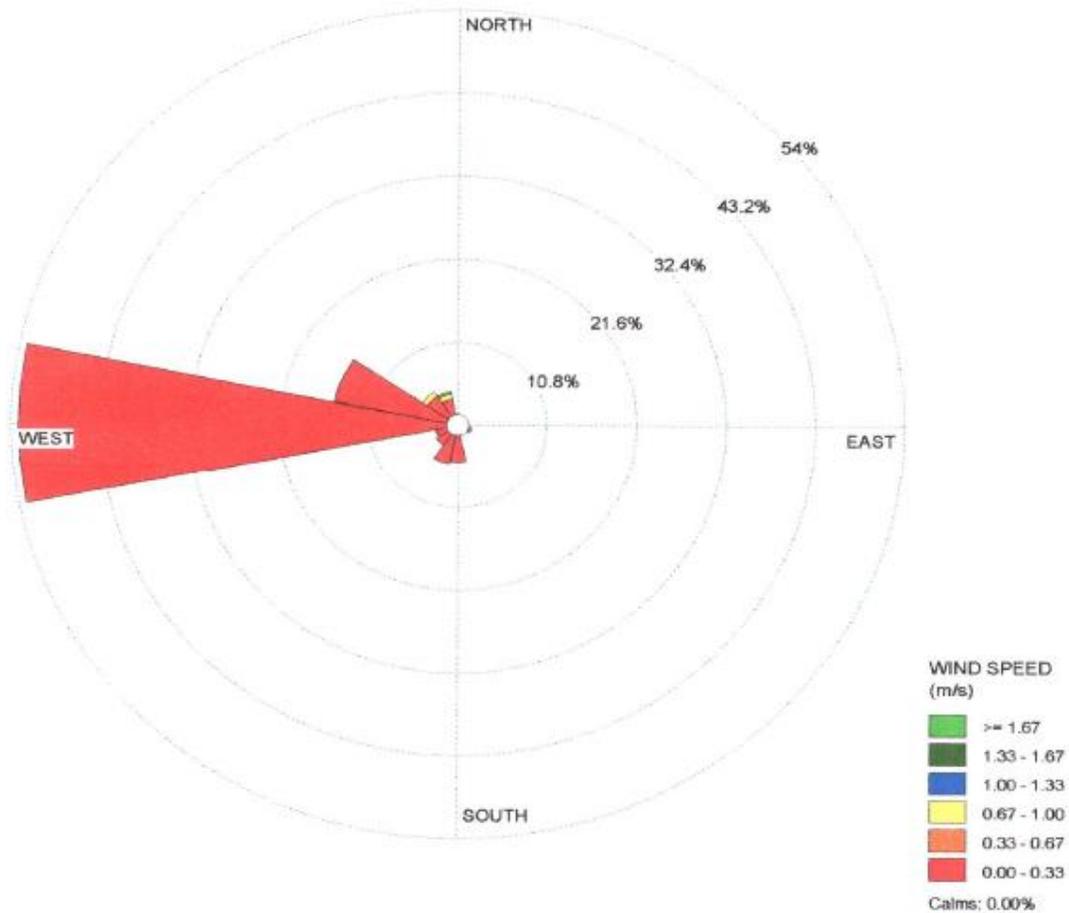
REACCIÓN		PRODUCTO	
Gas	%HR = Presencia de $H_2O$	ACIDO	NOMBRE
CO	+ $H_2O$	$H_2CO_2$	Ácido carbonoso
CO <sub>2</sub>	+ $H_2O$	$H_2CO_3$	Acido Carbónico
SO <sub>2</sub>	+ $H_2O$	$H_2SO_3$	Ácido Trioxosulfurico
H <sub>2</sub> S	+ $H_2O$	$H_2S(G)$	Ácido sulfhídrico

Fuente: Investigación de campo. Año 2018.

Es posible observar que la reacción de los distintos gases en presencia de  $H_2O$  por absorción de cationes de hidrógeno  $H^+$ , puede generar diversos contaminantes secundarios que en algún momento pueden crear un mayor impacto de contaminación atmosférica ya que pueden fomentar la acidificación del medio formando principalmente ácido sulfúrico y ácido nítrico que puede ser depositado en la superficie terrestre por medio de las precipitaciones pudiendo causar efectos adversos en la flora como el impedimento para que la vegetación absorba el agua y los nutrientes correctamente además de efectos en los seres humanos a partir de lluvia ácida dispuesta en los diferentes agentes ambientales.

## c) Viento

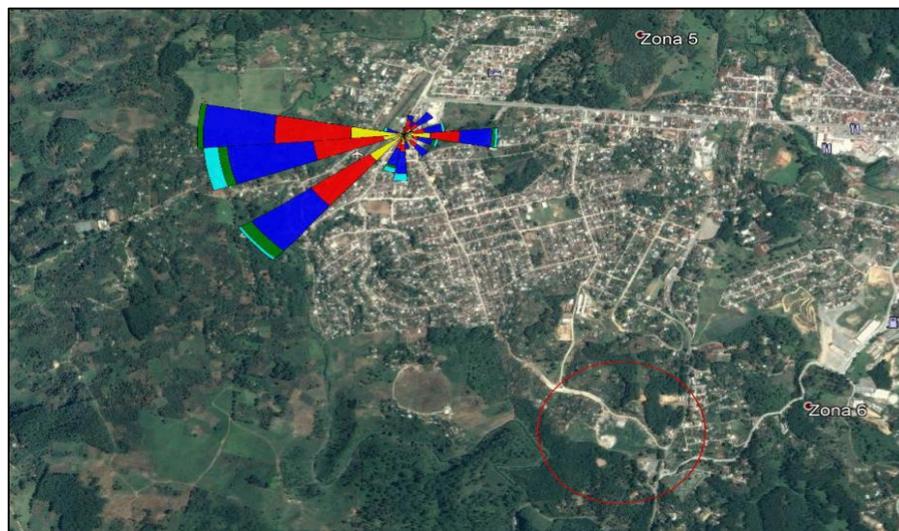
### GRÁFICA 8 DIRECCIÓN DEL VIENTO EN EL VERTEDERO MUNICIPAL



**Fuente:** Laboratorio ecológico y Químico ECOQUIMSA. Año 2017.

Se manifestó una corriente de aire prevalente con orientación noroeste con una velocidad promedio de 1.67 m/s en el vertedero municipal, la cual es direccionada hacia poblados aledaños que forman parte de la colonia el Esfuerzo 1 y asentamientos cercanos que se encuentran en esa dirección.

## MAPA 4 TENDENCIA DE LA CORRIENTE DE AIRE EN EL MUNICIPIO DE COBÁN A.V., AÑO 2017



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2018.

Se hace énfasis que los poblados asentados en esas orientaciones geográficas pudieron ser más vulnerables el día del monitoreo por la carga de contaminación identificada en el vertedero y por la manifestación de la dirección del aire. Debe considerarse que se necesitan mayores lapsos de tiempo de monitoreo de contaminantes y de variables meteorológicas para un análisis más a detalle en el que se identifiquen zonas de riesgo a mayor escala.

### 4.5. Salud local

La evaluación del diagnóstico de salud fue dirigida a niños menores de 12 años y personas adultas que se desarrollan laboralmente en el área y habitan aledaño al sitio de disposición final de los desechos sólidos, el diagnóstico médico fue realizado por la carrera de Medicina de la Universidad de San Carlos de Guatemala, extensión CUNOR el día 27 de noviembre del año 2017 en las instalaciones del Centro Educativo Escuelita

Feliz, propiedad de la Asociación Comunidad Esperanza situada en los interiores del área del vertedero municipal, a la cual asistieron 35 niños y 49 personas adultas.

### **FOTOGRAFÍA 13 UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ATENCIÓN MÉDICA**



**Tomada por:** Allan Ramírez. Año 2017.

## FOTOGRAFÍA 14 PARTICIPACIÓN SOCIAL EN JORNADA MÉDICA



Tomada por: Allan Ramírez. Año 2017.

### TABLA 31 PATOLOGÍAS MAS FRECUENTES IDENTIFICADAS EN LAS PERSONAS QUE LABORAN EN EL VERTEDERO MUNICIPAL DE COBÁN, A.V.

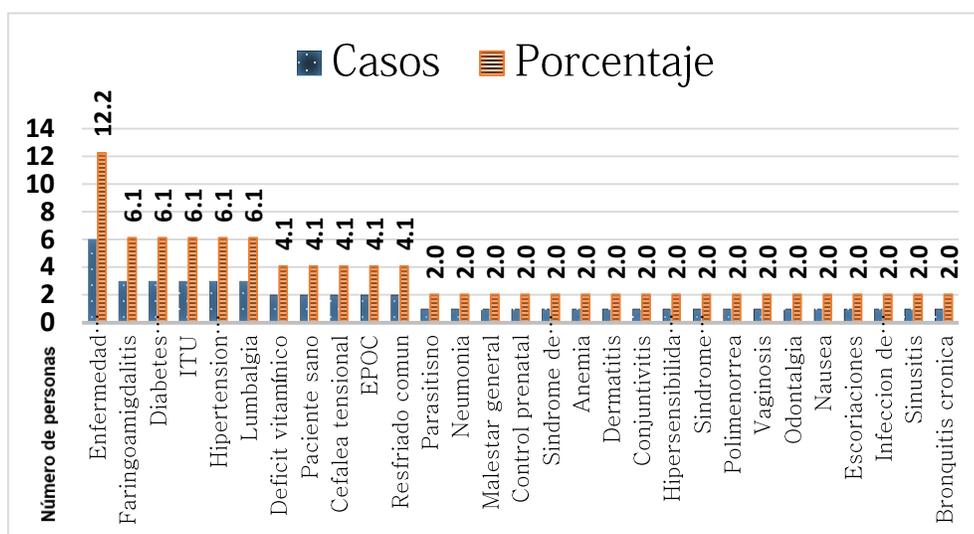
ENFERMEDADES PREVALENTES							
PATOLOGÍA/EDAD	12 A 45		46 A 64		> 65		TOTAL
	M	F	M	F	M	F	
Enfermedad péptica	2	4	0	0	0	0	6
Faringo amigdalitis	0	3	0	0	0	0	3
<i>Diabetes mellitus</i> tipo 2	0	2	0	1	0	0	3
ITU	0	1	1	1	0	0	3
Hipertensión arterial	0	2	0	1	0	0	3
Lumbalgia	1	0	1	0	1	0	3
Déficit vitamínico	1	0	0	1	0	0	2
Paciente sano	0	1	1	0	0	0	2
Cefalea	0	1	0	0	0	0	2
EPOC	0	1	0	0	1	0	2
Resfriado Común	1	1	0	0	0	0	2
OTROS	1	8	5	3	1	1	18
TOTAL	6	24	8	7	3	1	49

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Dentro de las enfermedades llámese patologías, evaluadas en los pacientes en rango de 12 a 45 años se presentan casos de enfermedades pépticas, faringo amigdalitis, diabetes DM tipo 2, hipertensión arterial, lumbalgia, infección del tracto urinario ITÚ, déficit vitamínico, enfermedad pulmonar obstructiva crónica EPOC, resfriado común y otras presentándose en sexo masculino y femenino.

De las personas evaluadas en el rango de 46 a 64 años de edad se presentan enfermedades de tipo: diabetes tipo 2, hipertensión arterial, lumbalgia, déficit vitamínico, enfermedad pulmonar crónica y otras patologías en sexo femenino como en masculino; mayores de 65 años se documenta un caso de lumbalgia, un caso de EPOC y dos casos de otras patologías siendo estas tanto en sexo femenino como en masculino.

### GRÁFICA 9 CARACTERIZACIÓN DE ENFERMEDADES EN PERSONAS ADULTAS QUE LABORAN EN EL VERTEDERO



Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Según los datos obtenidos la mayor prevalencia de las enfermedades detectadas en las personas adultas fueron de tipo pépticas de las cuales se diagnosticaron 6 casos de los 49 pacientes evaluados que corresponden al 12.2%, ubicando en segundo plano a las enfermedades como faringo amigdalitis, diabetes, ITU, hipertensión y lumbalgia a las cuales se les atribuyen 3 casos de atención a cada una por lo que respecta en conjunto al 30.5%, mientras que las enfermedades menos desarrolladas son las más comunes presentes en rangos de 1 y 2 pacientes que constituyen el 57.3%, siendo un total del 100% en relación a pacientes evaluados.

### **FOTOGRAFÍA 15 RECURSOS EN JORNADA MÉDICA, VERTEDERO MUNICIPAL DE COBÁN**



**Tomada por:** Allan Ramírez. Año 2017.

## FOTOGRAFÍA 16 JORNADA MÉDICA DIRIGIDA A PERSONAS ADULTAS QUE LABORAN EN EL VERTEDERO



Tomada por: Allan Ramírez. Año 2017.

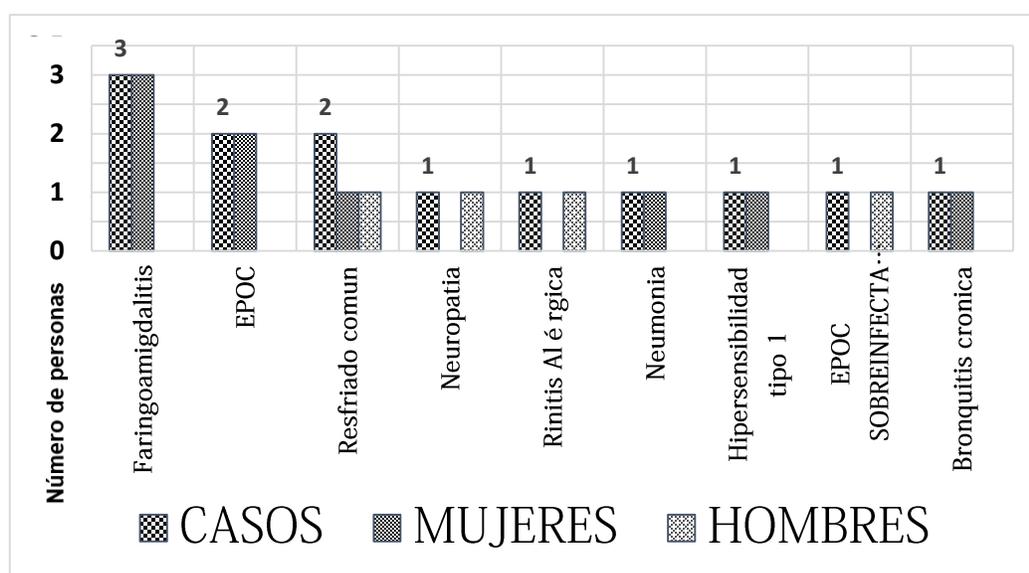
## TABLA 32 ENFERMEDADES RESPIRATORIAS SEGÚN GÉNERO Y EDAD

PREVALENCIA DE ENFERMEDADES SEGÚN EDAD							
PATOLOGÍA	12 A 45		46 A 64		> 65		TOTAL
	M	F	M	F	M	F	
Faringoamigdalitis	0	3	0	0	0	0	3
EPOC	0	1	0	0	0	1	2
Resfriado común	0	0	1	1	0	0	2
Neumonía	0	0	1	0	0	0	1
Rinitis alérgica	1	0	0	0	0	0	1
Neuropatía	1	0	0	0	0	0	1
Hipersensibilidad tipo 1	1	0	0	0	0	0	1
EPOC sobre infectado	0	1	0	0	0	0	1
Bronquitis crónica	0	0	0	1	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>13</b>

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

De las enfermedades respiratorias identificadas se presentan patologías en el rango de 12 a 45 años de las cuales se observaron tres casos de faringo amigdalitis, dos de enfermedades pulmonares obstructivas, dos de resfriado común y uno de neumonía, rinitis, bronquitis crónica, se presentaron tanto en sexo masculino como en femenino; en el rango de mayores de 65 años se encuentra un caso de EPOC, se identificaron 9 patologías de vías respiratorias.

### GRÁFICA 10 CARACTERIZACIÓN DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

El mayor porcentaje de las enfermedades detectadas en todos los pacientes adultos son de origen respiratorio, se identificaron 9 enfermedades equivalentes al 26.5% de la totalidad de casos, constituidas por la faringo amigdalitis en 3 casos de 13 pacientes detectados con problemas en vías respiratorias, que equivalen al 23%, además de enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y resfriado común con un 15% cada una, equivalentes al 30%, resaltan de igual forma enfermedades como la neuropatía, rinitis, neumonía, hipersensibilidad, EPOC sobre

infectada y bronquitis crónica que representan cada una el 8% para obtener el total del índice de salud reflejado en un 26.5% sobre causas de morbilidad específica de origen respiratorio.

### FOTOGRAFÍA 17 DIAGNÓSTICOS A PERSONAS ADULTAS



Tomada por: Allan Ramírez. Año 2017.

### TABLA 33 DATOS GENERALES Y CAPACIDAD PULMONAR EN PERSONAS ADULTAS, RANGO DE 12 > 65 AÑOS.

No.	Caracterización pulmonar en adultos	Valor
1	Media de edad	34 años
2	Media de talla	1.47 metros
3	Media de saturación de oxígeno	96%
4	Media de <i>Peak flow</i>	269.28 L/minuto

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

“Por la edad y talla promedio de pacientes evaluados en el vertedero municipal de Cobán A.V. se esperaba obtener un flujo pulmonar de 579 L/minuto como medida optima, sin embargo se obtuvo un volumen espiratorio muy inferior a este, por lo que se puede concluir que esta disminución puede verse influenciada en cierta parte por factores ambientales, tal es el caso de uno de los pacientes evaluados que presento un nivel de saturación de 80%, siendo el óptimo entre 95 y 100%, por lo cual esta disminución en el nivel de oxigenación refleja el grado de daño que puede darse a nivel pulmonar interviniendo en el correcto intercambio gaseoso”.<sup>27</sup>

#### 4.5.1. Caracterización de enfermedades respiratorias en niñas

Según la jornada médica se presentan 35 casos en los que se evalúan a niños y niñas menores de 12 años.

### FOTOGRAFÍA 18 EVALUACIÓN MÉDICA EN NIÑAS



Tomada por: Allan Ramírez. Año 2017.

---

<sup>27</sup> Clínica de atención médica, Centro Universitario del Norte CUNOR-USAC, Jornada médica realizada en el vertedero municipal de Cobán, A.V. Año 2017.

**TABLA 34**  
**NIÑOS MENORES DE 12 AÑOS, CLASIFICACIÓN POR**  
**GÉNERO**

<b>Género</b>	<b>No. De casos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Femenino</b>	17	49%
<b>Masculino</b>	18	51%
<b>Total</b>	35	100%

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

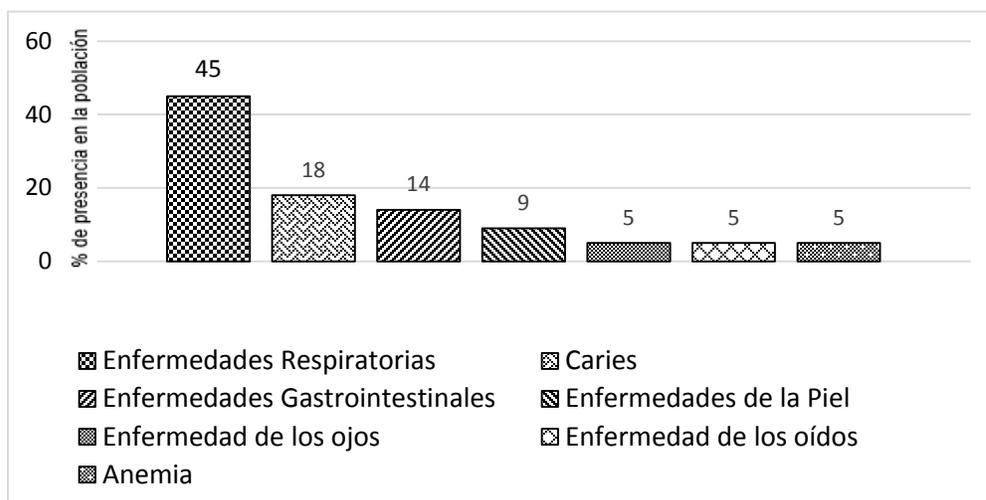
El 51% de niños evaluados pertenece al género masculino, el 49% al femenino, respecto a un total de 100% de casos evaluados en pacientes menores de 12 años, debe resaltarse que los pacientes diagnosticados presentaron algunos casos con dos patologías distintas.

**TABLA 35**  
**CAUSAS DE MORBILIDAD ENCONTRADAS EN NIÑAS**

<b>Morbilidad</b>	<b>No. de casos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Enfermedades respiratorias</b>	10	45%
<b>Caries</b>	4	18%
<b>Enfermedades gastrointestinales</b>	3	14%
<b>Enfermedades de la piel</b>	2	9%
<b>Enfermedad de los oídos</b>	1	5%
<b>Enfermedades de los ojos</b>	1	5%
<b>Anemia</b>	1	5%
<b>Total</b>	22	100%

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

## GRÁFICA 11 CAUSAS DE MORBILIDAD EN NIÑAS EVALUADAS



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

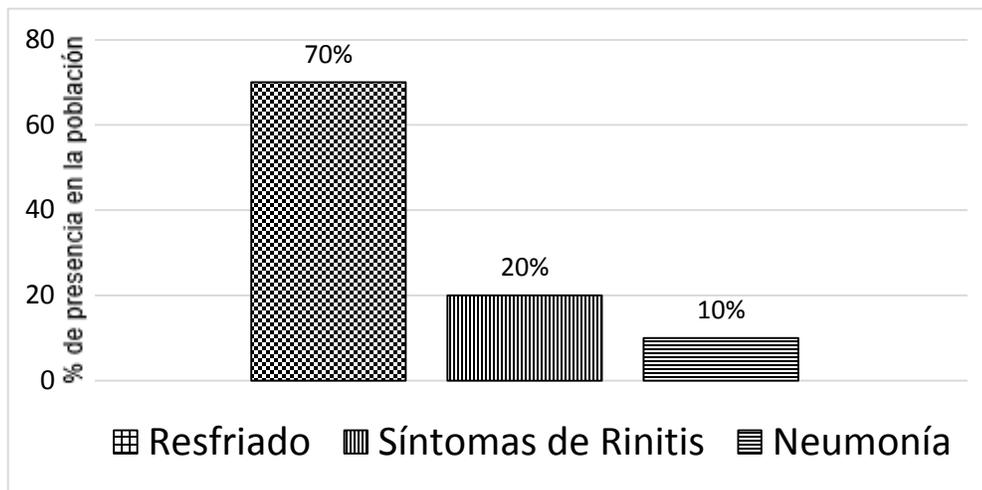
En la tabla 36 observamos la incidencia de enfermedades respiratorias con un 45%, problemas de caries un 18%, enfermedades gastrointestinales con el 14%, enfermedades de la piel el 9% y el 5% en oídos, ojos, anemia y otras patologías, cabe resaltar que existen pacientes diagnosticados con más de una patología.

### TABLA 36 ENFERMEDADES RESPIRATORIAS IDENTIFICADAS EN NIÑAS

Enfermedades Respiratorias	No. de casos	Porcentaje (%)
Resfriado	7	70%
Síntomas de rinitis	2	20%
Neumonía	1	10%
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

## GRÁFICA 12 ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN NIÑAS



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

Según la gráfica 14 se visualiza que con un porcentaje de 70% predomina el resfriado común en las patologías respiratorias identificadas en niñas, el 20% con síntomas de rinitis y se documentó un caso de neumonía; las enfermedades respiratorias específicamente resfriado y rinitis refieren madres de niñas y se dan con bastante frecuencia durante todo el transcurso del año.

#### 4.5.2. Caracterización de enfermedades en niños

### FOTOGRAFÍA 19 JORNADA MÉDICA, VERTEDERO MUNICIPAL DE COBÁN



Tomada por: Allan Ramírez. Año 2017.

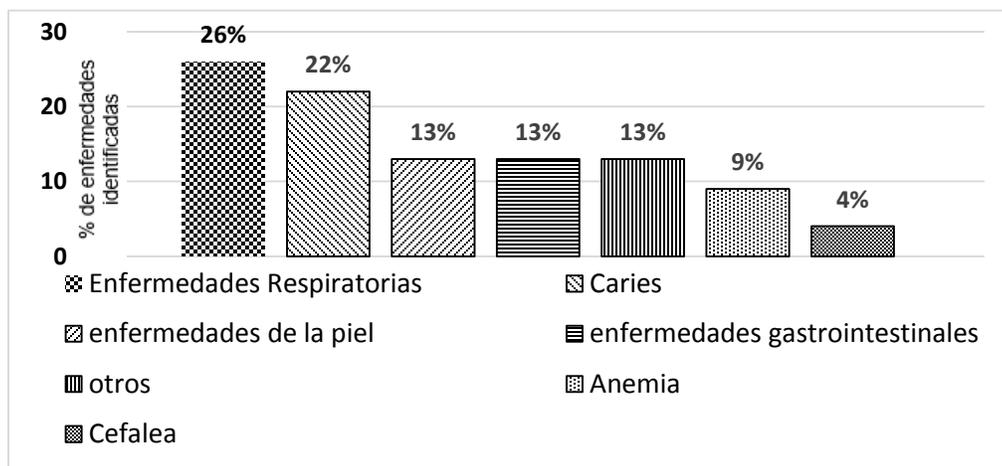
Se reportaron 19 casos de atención de enfermedades en niños evaluados, que corresponden a ser el 51% de los pacientes menores de 12 años, cabe resaltar que algunos presentaron más de un padecimiento de enfermedad.

**TABLA 37**  
**CAUSAS DE MORBILIDAD DETECTADAS EN NIÑOS**

<b>Enfermedades respiratorias</b>	<b>6</b>	<b>26%</b>
<b>Caries</b>	<b>5</b>	<b>22%</b>
<b>Enfermedades de la Piel</b>	<b>3</b>	<b>13%</b>
<b>Enfermedades gastrointestinales</b>	<b>3</b>	<b>13%</b>
<b>Anemia</b>	<b>2</b>	<b>9%</b>
<b>Cefalea</b>	<b>1</b>	<b>4%</b>
<b>Otros</b>	<b>3</b>	<b>13%</b>
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

**GRÁFICA 13**  
**ENFERMEDADES IDENTIFICADAS EN NIÑOS**



Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Respecto a la tabla 37 sobre causas de morbilidad en niños, los datos refieren que el 26% de enfermedades son de origen respiratorio siendo la principal causa de enfermedades, el 22% de casos de caries y el 13 % de enfermedades de la piel, entre otras patologías encontradas durante el examen físico; y como en el caso de las niñas de igual forma los niños muestran dos a tres patologías distintas.

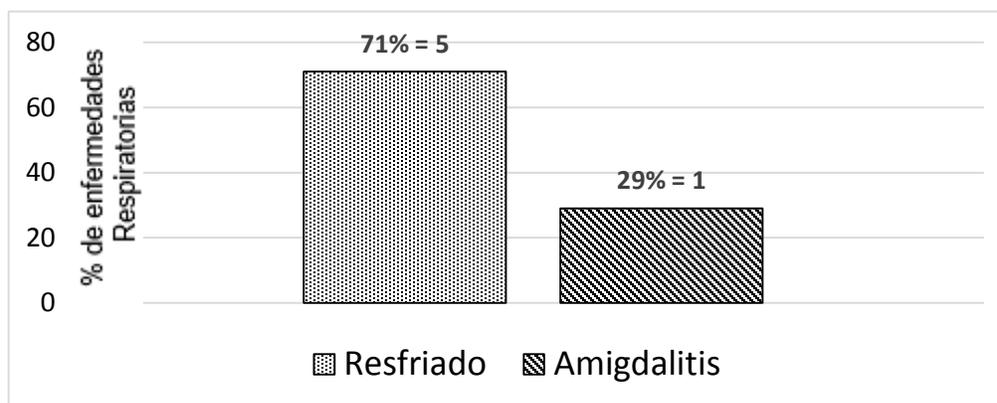
**TABLA 38**  
**TIPOS DE ENFERMEDAD RESPIRATORIAS**  
**IDENTIFICADAS EN NIÑOS**

Enfermedades respiratorias	Número de casos	Porcentaje (%)
Resfriado	5	71%
Amigdalitis	1	29%
Total	6	100%

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

Se identificaron que cinco casos de niños correspondientes al 71% que padecen de resfriados con mayor prevalencia, mientras que el 29% presenta enfermedades de amigdalitis, cabe mencionar que se le dio tratamiento adecuado para la patología.

**GRÁFICA 14**  
**ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN NIÑOS**



Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

La presencia mayoritaria de enfermedades de origen respiratorio en niños corresponde al 45.71% (12\*35) del total, los casos evaluados en adultos corresponden a ser del 26.5% (13\*49) de su totalidad. Las infecciones respiratorias agudas, son la primera causa de morbilidad en el departamento de Alta Verapaz, para el año 2017, según estadísticas

de la Dirección de Área de Salud de Alta Verapaz/MSPAS, con un 22% de la morbilidad general y las Neumonías ocupan el octavo lugar en la morbilidad con un 4% de casos, representando así más del 26% de enfermedades de origen respiratorio que ocupan el primer lugar de la mortalidad, siempre del departamento de Alta Verapaz para el año 2017.

Entre las causas de morbilidad infantil el 43% en menores de 1 año presentaron infecciones respiratorias agudas para el año 2017 en el departamento de Alta Verapaz a lo que debe sumarse el 7% de las neumonías en niñez menor de 1 año representando más del 45% como enfermedades respiratorias, según estadísticas de Dirección de Área de Salud de Alta Verapaz/MSPAS. En el área evaluada el porcentaje de causas de morbilidad por vías respiratorias en niños constituyó un 45.71% de todas las enfermedades evaluadas lo que refleja la relación con los índices de salud del municipio, específicamente en enfermedades respiratorias tanto en niños como en personas adultas.

Las enfermedades de vías respiratorias se presentaron con incidencia alta, la patología más diagnosticada en niños menores de 12 años es el catarro común y en adultos enfermedades pulmonares, esto conlleva a distintos factores como un sistema inmunológico bajo, el ambiente en el que habitan o laboran y posiblemente a los niveles altos de  $PM_{2.5}$  pues es considerado otro de los factores de la patología debido a que particularmente actúan en vías respiratorias ingresando a los pulmones por consiguiente a los alveolos en los que tienen un efecto significativo en el funcionamiento del mismo; siendo distintos factores de riesgo para patologías relacionadas con vías respiratorias, gastrointestinales, cardíacas; entre otras.

#### **4.5.3. Caracterización de factores de riesgo en pacientes diagnosticados en el vertedero**

Al analizar los datos obtenidos en la jornada médica realizada por estudiantes de Medicina del Centro Universitario CUNOR, se observan que no solo existen enfermedades respiratorias si no, también existen diversas patologías gastrointestinales, renales, HTP, infecciones, entre otras. Dentro de los elementos que encierran la capacidad potencial de impulsar las características del estado actual de salud en las personas evaluadas se mencionan los siguientes factores de riesgo asociados.

- a.** Hacinamiento.
- b.** Malos hábitos higiénicos.
- c.** Alimentación inadecuada.
- d.** Familias disfuncionales.
- e.** Falta de servicios básicos.
- f.** Bajo nivel socioeconómico.
- g.** Casas con infraestructura inadecuada.
- h.** Exposición prolongada a monóxido de carbono.
- i.** Exposición a múltiples agentes infecciosos.
- j.** Analfabetismo.
- k.** Falta de oportunidades de desarrollo.

Se identificó que las personas poseen distintos grados de riesgo relacionados a las condiciones de salud ya que el estado de los pacientes refleja ser propenso ante cualquier riesgo de contraer una o varias patologías.

Cabe resaltar que en el municipio existe un clima muy variado por el cual se desarrollan diversas enfermedades de origen respiratorio, por ello se considera que el estado actual de las personas

diagnosticadas no tiene relación directa con la contaminación atmosférica, más sin embargo debe de considerarse la exposición de aquellas personas que laboran en el área y que padecen de enfermedades crónicas ya que este tipo de ambiente no es recomendable para realizar actividades que impliquen llevar a cabo esfuerzos continuos por lapsos de tiempo prolongados debido a que, pueden aumentar los riesgos de contraer nuevas enfermedades y reducir sus índices de salud al crearse un incremento en las enfermedades actuales que padecen.

#### **4.6. Impacto social a raíz del vertedero**

Este componente de la investigación fue desarrollado con el uso de boletas de campo y encuestas, dirigidas a todas aquellas personas representantes de familia que habitan dentro del área de estudio, realizada el día 12 y 13 de febrero del año 2018 en la que se previeron 67 viviendas como grupo meta.

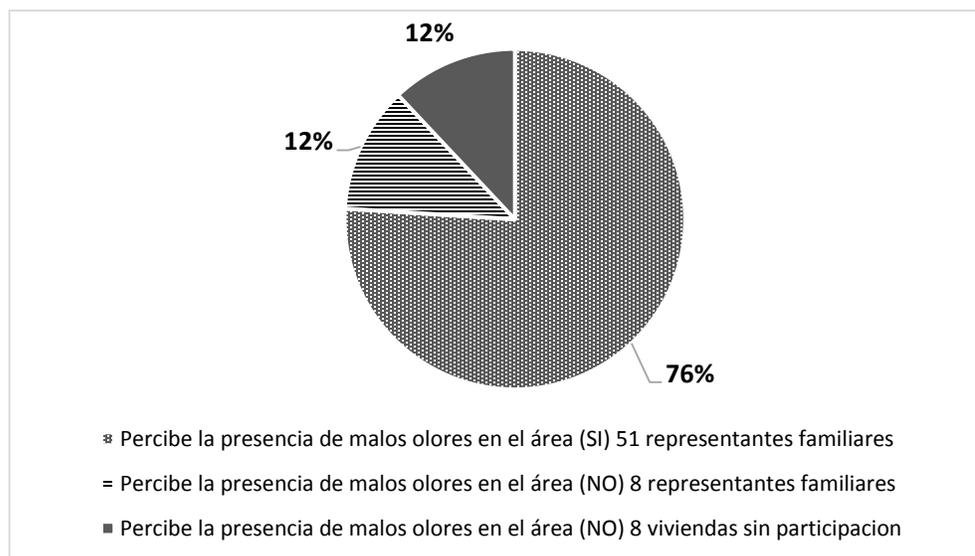
### **FOTOGRAFÍA 20 IDENTIFICACIÓN DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL**



**Fotografía tomada por:** Allan Ramírez. Año 2018.

#### 4.6.1. Presencia de olores fétidos

**GRÁFICA 15  
PRESENCIA DE OLORES FÉTIDOS**



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2018.

En la evaluación para determinar el impacto social a raíz de problemáticas ambientales generadas por el vertedero municipal participaron 59 familias de las 67 ubicadas en el área de estudio, dentro de la cual un 76% de representantes familiares manifiesta que existe la presencia de malos olores asociados al vertedero, un 12% manifiesta no presentar inconvenientes por los mismos y de igual forma un 12% que corresponde a 8 viviendas decidieron por abstenerse ante dicha participación.

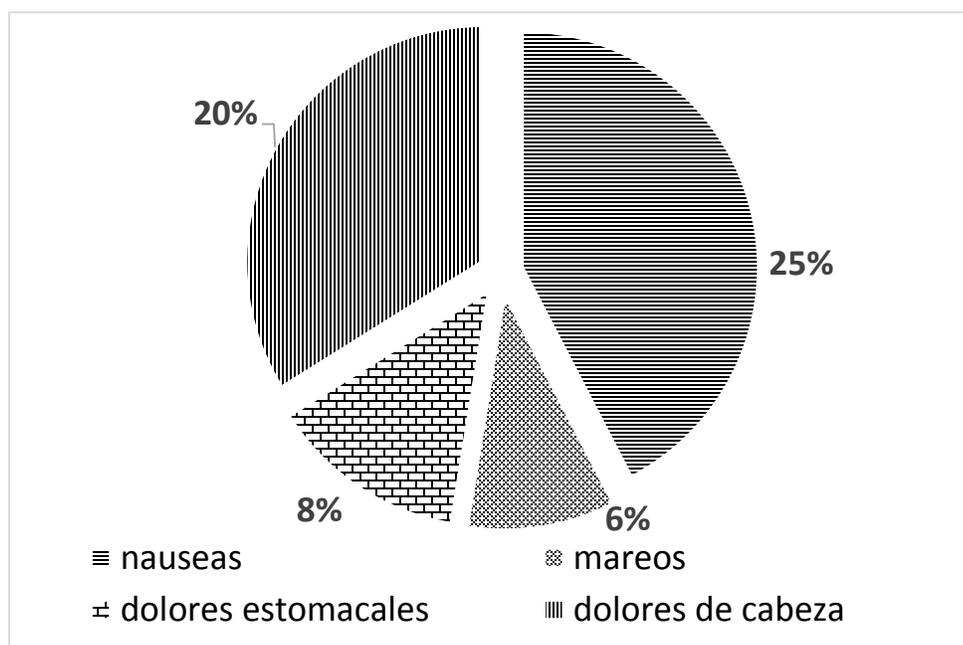
En el anterior ítem de evaluación, la población del área exterioriza que los malos olores se perciben a diario, resaltan que estos se tornan más ofensivos durante horarios nocturnos, debido a ello los habitantes del área asocian la quema de desechos sólidos como agente promotor de este impacto socio ambiental debido a que

durante la noche se realizan actividades de quema de desechos sólidos de forma diaria según pobladores.

A continuación, se presenta la gráfica de los síntomas que las personas manifiestan padecer a raíz de malos olores que se generan diariamente y que son asociados al vertedero municipal.

#### 4.6.2. Síntomas a raíz de olores fétidos provenientes del vertedero

**GRÁFICA 16**  
**SÍNTOMAS GENERADOS POR LA PRESENCIA DE**  
**OLORES FÉTIDOS**



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2018.

La mayoría de síntomas generados a raíz de la presencia de malos olores en el área corresponde a náuseas con un equivalente del 25% con relación a los 59 representantes familiares encuestados, el 20% presenta dolores de cabeza, el 8% tiene presencia de dolores estomacales y el 6% de la población refiere presentar mareos.

Cabe resaltar que algunos representantes familiares mencionan presentar más de un síntoma a raíz de los malos olores generados por el vertedero.

#### 4.6.3. Dependencia económica del vertedero

**GRÁFICA 17**  
**DEPENDENCIA ECONÓMICA DEL VERTEDERO**



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

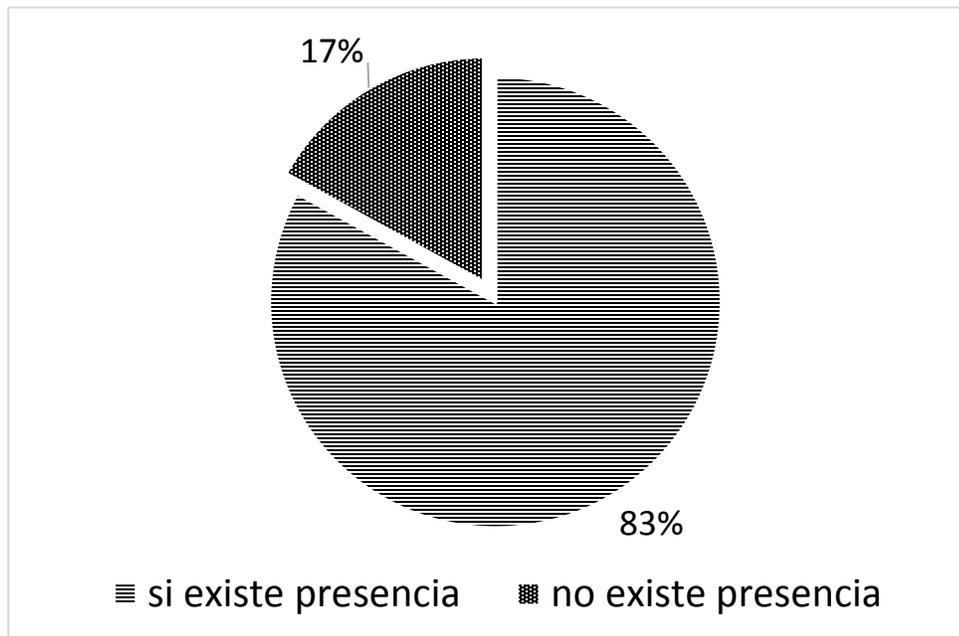
Del total de representantes familiares encuestados 19% equivalente a 11 representantes poseen dependencia económica en torno a las distintas actividades que se desarrollan en el vertedero municipal, mientras que el 81% igual a 48 representantes realizan diversas actividades laborales en el municipio para la obtención de sus recursos económicos apartándose de toda dependencia de actividades que se desarrollen en el vertedero.

Es importante resaltar que la mayor parte de personas que llevan a cabo actividades laborales en el vertedero municipal no

forman parte de los poblados aledaños al área de disposición de desechos sólidos; interviniendo en las actividades laborales del vertedero solo un 19% del total de viviendas que habitan a un radio de 500 m a la redonda, lo que viene a reafirmar que la mayoría de personas que laboran en el vertedero forman parte de otros poblados como el Esfuerzo 2, la Esperanza y Colonia el Arco, de igual forma existen familias migrantes de municipios como el caso de San Juan Chamelo y La Tinta, entre otros.

#### 4.6.4. Afecciones por vectores sanitarios

**GRÁFICA 18**  
**AFECCIONES POR VECTORES SANITARIOS**



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2018.

En torno a las afecciones a raíz de vectores sanitarios producto del vertedero municipal el 83% igual a 49 representantes familiares manifiesta presentar malestar a raíz de moscas como la principal

plaga del área debido a la falta de tratamiento de los desechos orgánicos, mencionan en segundo plano a roedores y cucarachas.

Según la Guía para Operación de Rellenos Sanitarios del Programa Ambiental Regional para Centroamérica menciona que debido al inadecuado manejo de los RSU en el siglo XV en Europa surgió la peste bubónica transmitida por las pulgas de las ratas que causaron la muerte de 25 millones de personas en un lapso de tres años, un dato alarmante que viene a reflejar la magnitud del daño que pueden llegar a ocasionar la presencia de vectores contaminantes producto del vertedero si no se aplican las medidas correctas y mitigadoras ante este efecto.

La totalidad de encuestados manifestó no presentar algún malestar que pueda relacionarse con posibles efectos de contaminación atmosférica asociada al vertedero.

### **FOTOGRAFÍA 21**

#### **AGUAS GRISES A FLOR DE TIERRA**



**Fuente:** Investigación de campo. Año 2018.

Los poblados vecinos al vertedero no poseen sistemas de drenajes por lo tanto las aguas grises provenientes de actividades domésticas son vertidas y acumuladas sobre la superficie, lo que puede constituir un posible factor en la generación de plagas como moscas y malos olores, sin dejar atrás la contaminación visual que ocasiona.

#### 4.7. Impactos socio ambientales con base a las actividades del vertedero municipal de Cobán A.V.

La identificación de los impactos ambientales que se generan a raíz de las prácticas inadecuadas de disposición final de desechos sólidos en el vertedero se presenta en función de los 11 criterios de evaluación y ponderación establecidos por la metodología Vicente Fernández Conesa, año 1997. (Véase en anexos la matriz)

**TABLA 39**  
**CARACTERÍSTICAS DE VALORACIÓN**

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>	<b>Significancia</b>
Irrelevantes o compatibles con el ambiente	<25	COMPATIBLE
Impactos moderados	25 - 50	MODERADO
Impactos severos	50 - 75	SEVERO
Impactos críticos	>75	CRITICO

**Fuente:** Investigación de Campo. Año 2017.

**TABLA 40**  
**VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

IMPACTO	Valoración del impacto	Significancia del impacto
Contaminación del aire por material particulado	63	Severo
Riesgo de contaminación al manto acuífero	57	Severo
Generación de malos olores	57	Severo
Deterioro del paisaje	56	Severo
Disposición y manejo inadecuado de los desechos sólidos.	54	Severo
Riesgo de contaminación al suelo por residuos sólidos	50	Severo
Quema de desechos solidos	47	Moderado
Potencial para comercializar desechos sólidos	43	Moderado
Accidentes laborales	42	Moderado
Actividades laborales dentro del vertedero.	42	Moderado
Posible deterioro de la salud por la calidad del aire	40	Moderado
Modificación de hábitats	38	Moderado
Nivel de CO, NOx , SOx , hidrocarburos, etc.	33	Moderado
Accidentes naturales	21	Compatible
Deterioro del estado de salud físico de la población	23	Compatible
Marginación social	21	Compatible
Ruido e introducción de vibraciones	13	Compatible

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

Como puede observarse en la tabla 44, los impactos identificados según el nivel de significancia se caracterizan en tres rangos en los que se establecen como severo, moderado y compatible. Los impactos se encuentran directamente relacionados a las actividades que se desarrollan en el sitio de disposición final de RSU del municipio de Cobán, A.V. y han sido ponderados en función de importancia y cuantificación de efectos en base a indicadores numéricos.

A continuación se muestran los 6 principales impactos identificados en el vertedero según el valor de significancia dado por el uso de la matriz de Fernández Conesa creada en 1997.

**TABLA 41**  
**IMPACTOS SEVEROS**

<b>IMPACTO</b>	<b>Valoración del impacto</b>	<b>Significancia del impacto</b>
Contaminación del aire por material particulado	63	Severo
Riesgo de contaminación al manto acuífero	57	Severo
Generación de malos olores	57	Severo
Deterioro del paisaje	56	Severo
Disposición y manejo inadecuado de los desechos sólidos.	54	Severo
Riesgo de contaminación al suelo por residuos sólidos	50	Severo

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

Este tipo de significancia de impacto severo requiere necesariamente la adecuación de medidas protectoras o correctoras para ser aplicadas a un periodo de tiempo reducido, es importante mencionar que solo los impactos recuperables posibilitan la introducción de medidas correctoras.

Según el grado de valoración de impactos ambientales no se genera impactos críticos en la actividad ya que basado en la metodología de evaluación no se identificaron impactos que superen rangos mayores de 75, que delimiten un panorama con pérdida permanente sin adopción de medidas correctoras o protectoras.

En relación a los demás impactos Se identificaron 7 impactos catalogados como moderados:

**TABLA 42**  
**IMPACTOS MODERADOS**

<b>IMPACTO</b>	<b>Valoración del impacto</b>	<b>Significancia del impacto</b>
Quema de desechos solidos	47	Moderado
Potencial para comercializar desechos sólidos	43	Moderado
Accidentes laborales	42	Moderado
Actividades laborales dentro del vertedero.	42	Moderado
Posible deterioro de la salud por la calidad del aire	40	Moderado
Modificación de hábitats	38	Moderado
Nivel de CO, NOx , SOx , hidrocarburos, etc.	33	Moderado

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

En este tipo de categoría de impactos el proceso de recuperación no precisa de prácticas correctoras o protectoras intensivas ya que el retorno al estado inicial del medio ambiente influyente no requiere de un largo lapso de tiempo para regresar a sus condiciones habituales.

En cuanto a los impactos compatibles 4 de 17 por ser de menor grado de riesgo, el ambiente tiene la capacidad de absorberlos sin crear repercusiones al entorno, además de ello esta significancia de impactos indica que desaparecerán inmediatamente al cese de la actividad.

**TABLA 43**  
**IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

<b>IMPACTO</b>	<b>Factor ambiental afectado</b>	<b>Ciclo donde se presenta</b>
Contaminación del aire por material particulado	Atmosférico, biótico social	Disposición final
Riesgo de contaminación al manto acuífero	Hídrico, social	Disposición final
Generación de malos olores	Atmosférico, social	Disposición final
Deterioro del paisaje	Atmosférico, social	Disposición final
Disposición y manejo inadecuado de los desechos sólidos	Atmosférico, edáfico, hídrico, social	Disposición final
Riesgo de contaminación al suelo por residuos sólidos	Edáfico, social	Disposición final
Quema de desechos solidos	Atmosférico, hídrico, social	Disposición final
Potencial para comercializar desechos sólidos	Social	Disposición final
Accidentes laborales	Social	Disposición final
Actividades laborales dentro del vertedero.	Atmosférico, social	Disposición final
Posible deterioro de la salud por la calidad del aire	Atmosférico, social	Disposición final
Modificación de hábitats	Biótico, social	Disposición final
Nivel de CO, NOx , SOx , hidrocarburos, etc.	Atmosférico, biótico, social	Disposición final
Accidentes naturales	Social	Disposición final
Deterioro del estado de salud físico de la población	Atmosférico, social	Disposición final
Marginación social	Social	Disposición final
Ruido e introducción de vibraciones	Social	Disposición final

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2017.

**TABLA 44**  
**PRINCIPALES FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS**

Factor ambiental afectado	Relaciones atribuibles a impactos identificados	
	No relaciones	ciclo donde se presenta
Social	17	Disposición final de RSU
Atmosférico	9	Disposición final de RSU
Hídrico	3	Disposición final de RSU
Biótico	3	Disposición final de RSU
Edáfico	2	Disposición final de RSU

**Fuente:** Investigación de campo. Año 2018.

El número de relaciones se refiere al número de veces en el cual se ve inmerso el factor ambiental dentro de los impactos evaluados, en la tabla 42 se puede visualizar que el factor mayormente afectado es el social con una cantidad de 17 relaciones (Impactos), es por ello que se hace especial atención en atender aquellos impactos identificados como severos debido a que se necesita reducir el riesgo que generan los impactos mayores para mejorar las condiciones actuales considerando que los impactos moderados y compatibles pueden ser depurados por el medio generando efectos al entorno.

Los impactos fueron jerarquizados en función de relaciones positivas y negativas con factores ambientales, a continuación se presenta la descripción y las posibles medidas correctoras de los impactos más representativos catalogados como severos.

#### **4.7.1. Contaminación del aire por material particulado**

El efecto que genera al factor social se orienta a reducir los índices de calidad de vida de un grupo de la población que se encuentra inmersa en las diversas actividades desarrolladas en el vertedero, impactando mayoritariamente en personas con padecimientos de salud respiratoria ya que estas partículas pueden

atravesar los alveolos pulmonares y llegar al torrente sanguíneo aumentando los riesgos de generar evoluciones en las patologías actuales.

En torno al efecto que genera el componente ambiental, el alza en el incremento de este contaminante puede llegar a provocar pérdidas de calidad de aire, reducción del nivel de visibilidad, acidificación sobre los ecosistemas, entre otros.

#### **4.7.2. Riesgo de contaminación al manto acuífero**

Se desarrolla debido a que el sistema de tratamiento en el área de disposición final de RSU carece de un sistema recolección de aguas de lluvia y sistemas de almacenamiento, recolección y tratamiento de lixiviados que se generan en la actividad y que pueden ser filtrados hacia capas internas de la tierra.

#### **4.7.3. Generación de malos olores**

Los residuos orgánicos eliminados en el vertedero sufren una degradación biológica durante la cual generan gas, según el estudio de Constituyentes Típicos Encontrados en el Gas de un Vertedero se menciona que existe metano en proporciones de 50 -70%, dióxido de carbono 20 – 50%, nitrógeno 4 - 20%, vapor de agua, ácido sulfhídrico y compuestos orgánicos, los cuales se generan constantemente por el desarrollo diario de actividades de disposición en el vertedero y que generan malos olores que no son percibidos a bien por la población aledaña.

#### **4.7.4. Deterioro del paisaje**

El paisaje es uno de los factores más afectados por la incorrecta disposición de los residuos sólidos, ya que la constante presencia de basura en lugares expuestos deteriora el paisaje y afecta la salud humana pudiendo provocar estrés, dolor de cabeza, problemas psicológicos, trastornos de atención, disminución de la eficiencia laboral y mal humor.

#### **4.7.5. Disposición y manejo inadecuado de los desechos sólidos**

Debido a su inadecuado manejo, tratamiento y disposición final en un área sin especificaciones técnicas que regularicen las actividades de operación este problema afecta de forma directa e indirecta a la población por medio de la reducción y alteración de componentes ambientales como el aire, el suelo y el agua que ponen en riesgo la salud de la población y el medio ambiente.

#### **4.7.6. Riesgo de contaminación al suelo por residuos sólidos**

Recurso que se ve afectado de forma más directa por el inadecuado manejo de los residuos sólidos, la contaminación de los suelos ocurre por los lixiviados que se filtran a través del suelo afectando su productividad y acabando con la micro fauna que habita en ellos como lombrices (*Lumbricidae*), hongos (*Fungi*), micro organismos y bacterias, generando la pérdida de productividad del suelo e incrementando así el proceso de desertificación del mismo.



## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTAS**

#### **5.1. Generalidades**

Luego de analizar los resultados se afirma la necesidad de formular una propuesta enfocada a establecer un programa de manejo de los RSU enfatizados en la separación en la fuente para poder desarrollar proyectos pertinentes con actividades puntuales en las fases más críticas del manejo interno de estos residuos y que permitan controlar de algún modo los impactos ambientales que produce su inadecuado manejo.

#### **5.2. Medidas correctoras para reducir la contaminación del aire por material particulado**

##### **5.2.1. Pavimentación de vías**

Las rutas de conducción vehicular constituyen la mayor proporción de material particulado por el polvo de las calles y la erosión del suelo, pavimentar las rutas internas a la actividad es una medida con efecto positivo, pues se evita la re-suspensión de los finos presentes. Esta medida es la que tiene el mayor impacto en la reducción de las emisiones del material particulado ya que la transición entre los tramos pavimentados y no pavimentados genera depósitos de material fino sobre el pavimento que con el tránsito de los vehículos genera la re-suspensión de MP.

### **5.2.2. Barreras vivas**

Constituyen una medida de mitigación y control ya que pueden ser utilizadas para bordear carreteras por su capacidad de moderar la velocidad del viento, amortiguar el ruido y los olores; la vegetación en el control de las emisiones de material particulado actúa como cerco vivo, disminuyendo el radio de dispersión, para que la barrera viva pueda cumplir con su función se debe tomar en cuenta que la especie cumpla con los parámetros de follaje, rugosidad de las hojas, diámetro de la copa, ramificación baja bajo especificaciones técnicas.

No se recomienda implementar medidas de mitigación orientadas a humedecer los suelos ya que la actividad en el área no se desarrolla sobre especificaciones técnicas lo cual puede generar la creación de lixiviados a partir de la infiltración del agua por medio del suelo.

### **5.2.3. Control de velocidad**

No sobrepasar los 30Km/h aportaría a mejorar las condiciones de seguridad de la población y mitigar el efecto de dispersión de material particulado por el tránsito de vehículos a altas velocidades, además disminuiría la emisión de material particulado y reduciría la probabilidad de accidentalidad.

### **5.2.4. Capacitación a la población**

En aspectos relacionados con la contaminación atmosférica, incluyendo la información y habilidades mínimas necesarias para prevenir los efectos nocivos de la contaminación del aire, dicha capacitación debe realizarse a través de talleres teóricos y prácticos

que contengan por lo menos temas relacionados a efectos de la contaminación del aire, descripción del proceso de disposición de RSU, hábitos que contribuyen a reducir la contaminación de material particulado, prevención de los factores de riesgo ambiental y la orientación a la comunidad sobre competencias de las instituciones.

### **5.3. Propuestas de mitigación**

Se recomienda recurrir a la implementación de procesos de tratamiento mediante la incorporación de geo membranas o sendas impermeabilizantes que limiten la filtración del líquido percolado además de conductos canalizadores que capten las aguas de lluvia mediante una reestructuración de la infraestructura actual en que se desarrolla la actividad. Debe ser considerada la implementación de un estanque que realice procesos de filtración a través de biofiltros con tul y ninfa.

Para los gases se recomienda su captación y posterior aprovechamiento energético en base a un sistema de captación vertical por medio de posos de conducción de gas, también debe considerarse como otra alternativa primaria la implementación de un programa de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para generar abonos y subproductos que proporcionen un bien económico, cabe resaltar que como acciones de mitigación pueden desarrollarse actividades técnicas en el vertedero que se orienten a esparcir capaz de tierra de 10 a 20 cm de espesor sobre los desechos durante tiempos prudentes.



## CONCLUSIONES

Por medio del estudio se identifica que en el área del vertedero a cielo abierto del municipio de Cobán existe la presencia de material particulado MP<sub>2.5</sub> en una concentración de fondo de 34ug/m<sup>3</sup> detectada durante 24 horas. La OMS establece que la concentración ideal para reducir daños a la salud de la población en tiempos de 24 hrs. es de 25ug/m<sup>3</sup>. Según las GCA esta concentración por arriba de lo establecido tiene la capacidad de degradar la salud de grupos sensibles, interviniendo en las vías respiratorias y causando daños a los alveolos pulmonares además, esta concentración genera una alteración del componente atmosférico por crear un ambiente no saludable para grupos sensibles según el índice de calidad de aire.

Considerando mayores eventos de contaminación con base a los datos meteorológicos monitoreados en el vertedero, se observa que las corrientes de aire se comportan con tendencias de este a oeste con velocidades de 0 a 1.67 m/s, por ello es importante mencionar que de suscitarse un evento mayor de contaminación que pueda ser disperso por el viento poseería una mayor probabilidad de impactar en los poblados del Esfuerzo 1, Esfuerzo 2 y colonia la Esperanza.

Según la OMS y ACGIH la estimación de la concentración de fondo de los gases CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S que se identifican en el vertedero, no representan un riesgo para la salud de las personas en ese ambiente laboral ya que las concentraciones son inferiores a las recomendadas, más sin embargo es importante mencionar que como producto de los gases disueltos en el aire la

generación de malos olores es muy percibida por la población que habita alrededor a un radio de 500 m. del vertedero manifestando padecimientos de dolores de cabeza, náuseas y dolores estomacales.

Se considera que por las condiciones climáticas superficiales e internas en la actividad pueden desarrollarse reacciones químicas que den lugar a la formación de contaminantes secundarios como lixiviados o el ozono que impacten a mayor escala sobre los diversos componentes ambientales.

La realización del estudio demuestra que no existe una relación directa que evidencie que la concentración de gases detectada en el vertedero municipal promueva el actual estado de salud que prevalece en las personas que laboran en el vertedero, ya que aquí intervienen otras características como las condiciones climáticas temporales, alimentación, vivienda, pobreza, migración, entre otros factores; sin embargo el estudio identifica que este tipo de actividad municipal si tiene la capacidad de modificar el medio ambiente a tal grado de generar condiciones no ideales para el pleno desarrollo de actividades laborales para cierto grupo de personas, sustentado en estándares internacionales.

En la evaluación médica realizada en el vertedero municipal se identificó que la principal afección a la salud de las personas se orienta a ser de origen péptico, los datos revelan que un porcentaje de la población que labora en el vertedero corre riesgos de padecer del agravamiento continuo de salud por el deterioro constante de su sistema respiratorio que puede generarse a raíz de la aspiración de  $MP_{2.5}$  suspendido en el aire durante la realización de sus jornadas laborales.

Importante es mencionar que el  $MP_{2.5}$  suspendido es un contaminante totalmente respirable capaz de generar dificultades respiratorias para todo tipo de persona con padecimientos de cardiopatía y enfermedades pulmonares además

de ser el agente promotor del estado atmosférico referido como no saludable para grupos sensibles.

Fueron identificados 17 impactos ambientales en la actividad de disposición final de RSU (Véanse en la tabla 40) , impactos caracterizados por su nivel de significancia como severos, los cuales exigen la adecuación de medidas protectoras o correctoras para que sean aplicadas a un periodo de tiempo reducido, dentro de los componentes ambientales mayormente afectados por esta actividad resalta el social ya que este es quien percibe a mayor escala la diversidad de cambios y pérdidas de calidad ambiental generada por los impactos severos.



## RECOMENDACIONES

Establecer un plan de recuperación del vertedero municipal en el que se realice el reconocimiento de la producción de residuos generados a nivel municipal bajo un lapso de tiempo representativo por medio de actividades como caracterizaciones y evaluaciones de desechos en la que se consideren aspectos como tipos de residuos que se generan, cantidad de residuos diarios que se producen en volumen y peso, composición de residuos producidos, producción *per cápita*, domiciliar y municipal, entre otros.

Para el adecuado desarrollo del plan de recuperación del vertedero deben desarrollarse evaluaciones de los siguientes campos: Gestión administrativa, participación ciudadana en la gestión, situación actual de recolección, equipos y recurso humano, población a atender y su proyección, actividades principales que desarrollan, comercio, industria, agricultura, etc. Los procesos de recuperación se enfocan a mejorar las condiciones actuales que se presentan en el sitio de disposición final, con la finalidad de brindarle un mejoramiento al área y el objetivo de iniciar o clausurar la actividad en función de su capacidad de respuesta.

Las actividades de recuperación que se deben realizar estarán dadas por la evaluación de todo el sistema de gestión de RSU, siendo este el que definirá la viabilidad de implementar medidas de recuperación en miras de una reestructuración del área o para una posterior reubicación en función de la capacidad de ejecutar actividades de investigación, manejo y mantenimiento.

El proceso de planificación para la implementación de un sistema de recuperación de vertederos integra las siguientes evaluaciones: Manejo y tratamiento en base a caracterización, selección del método de operación evaluación de sistemas para preparación de capas, evaluación del sistema de drenaje de lixiviados, evaluación del sistema de tratamiento de lixiviados, evaluación de sistema de manejo de gases, evaluación de contaminación del suelo, obras complementarias.

Realizar una evaluación bien definida de todos los componentes de la gestión integral de residuos sólidos urbanos que forman parte de la actividad relacionada al transporte, manejo, tratamiento y disposición de los residuos sólidos, en los cuales se integren evaluaciones de identificación de daño y reconocimiento de características del medio para realizar la restructuración o reubicación del sitio a un área acorde mediante la implementación de un relleno sanitario, ligando la actividad al cumplimiento de la legislación que competa según acciones realizadas.

Es necesario considerar la implementación de acciones que conlleven a la tecnificación del área de disposición final de RSU y así reduzcan la cantidad de agentes contaminantes atmosféricos, hídricos y edáficos que pueden estar generándose.

Es importante considerar el marco jurídico legal nacional en torno a todas aquellas actividades que produzcan un impacto significativo al ambiente y por ello se presenta la siguiente base legal que se relaciona para la implementación de un sistema de RSU.

- Política para la gestión integral de residuos y desechos sólidos, Acuerdo Gubernativo No. 281 – 2015.
- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente del Decreto 68-86 del Congreso de la República de Guatemala.

- Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental RECSA 137-2006.
- Listado Taxativo de Proyectos, Obras o Industrias o actividades del acuerdo ministerial 199-2016.
- Reglamento de las Descargas y Reúso de las Aguas Residuales y Disposición de Lodos, Acuerdo Gubernativo 110 – 2016.
- Código de Salud, Decreto 90-97.
- Código Municipal, Decreto 12-2012.

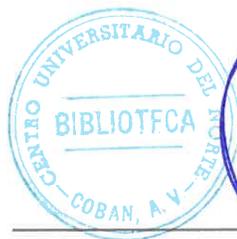


## BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos –EPA-. *Norma de emisiones al aire*. Estados Unidos de América: EPA., 2011.
- y Oficina de calidad de aire y radiación. *Guía de calidad del aire sobre la contaminación por partículas*. Estados Unidos de América: EPA., 2011.
- Besterrechea Manuel. *Situación actual de la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comunes de la Mancomunidad Poqomchi*. Tactic, Alta Verapaz, Guatemala: Mancomunidad Poqomchi, 2009.
- Bonmatí, August. *Gestión y tratamiento de residuos sólidos urbanos*. España: Institute of Agrifood Rresearch and Technology. 2008
- Brown Salazar, Doreen. *Guía para la gestión del manejo de residuos sólidos municipales*. Perú, Programa ambiental regional para Centro América: 2003.
- Centro Universitario del Norte –CUNOR-. *Jornada médica realizada por estudiantes de medicina en el basurero municipal Sachamach de Cobán Alta Verapaz*. Centro Universitario del Norte.- Universidad de San Carlos de Guatemala: Cobán Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de Medicina, 2017.
- Conferencia Americana de los Higienistas Industriales Gubernamentales, - ACGIH-. *Threshold limite valúes*: Washington, DC., United Stats Of América: ACGIH., 1938
- Congreso de la República de Guatemala, *Código de salud (Decreto 90 – 97)* Guatemala: Librería Jurídica, 1997.
- , *Código Municipal (Decreto 12 – 2012)*. Guatemala: Librería Jurídica, 2012.
- Cooperación Técnica Alemana –GTZ-. *Manual para la supervisión y control de rellenos sanitarios*, México: GTZ., 2006.
- Cotan, Santiago. *Valoración de impactos ambientales*, Lugar: *Dirección de división de medi ambiente*, INERCO: Sevilla, España 2007.

- Dirección de Área de Salud de Alta Verapaz –DASAV-. *Estadística sobre causas de morbilidad infantil de Alta Verapaz del 2017*. Unidad de Epidemiología. Coban Alta Verapaz, Guatemala: DASAV, 2018.
- Enger, Eldon D., y Bradley F. Smith. *Ciencia Ambiental, un estudio de interrelaciones*. España: McGraw-Hill, 2006.
- Martínez, Javier. *Guía para la gestión integral de residuos peligrosos*, Uruguay: Centro Coordinador del convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, 2005.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-. *Informe Nacional del estado del Ambiente*, GEO. Guatemala: MARN., 2003.
- . *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental* (Acuerdo 137-2016), Guatemala: MARN.,N 2016.
- . *Sistema de Información Ambiental*. Guatemala: MARN., 2007.
- Organización Mundial de la Salud –OMS-. *Estimaciones nacionales sobre la exposición a la contaminación del aire*. Ginebra, Suecia: OMS., 2016.
- . *Guías de calidad del aire relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre*. Editorial, Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 2006 Actualización Mundial 2005.
- . *Ambientes saludables y prevención de enfermedades: Hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente*, Ginebra: Organización Mundial de la Salud., 2006.
- Paz Verde –GREEN PEACE-. *Resumen de los impactos ambientales y sobre la salud de los rellenos sanitarios, campaña contra la contaminación*. España: GREEN PEACE., 2004.
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Inventario de emisiones de fuentes de área por categoría de los seis estados de la frontera norte de México*, México: Instituto Nacional de Ecología, 1999.
- Universidad Rafael Landívar –URL-. *Perfil ambiental de Guatemala. Estado actual del clima y la calidad del aire en Guatemala*: Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, 2003.
- Velásquez, Ludvina de María. *Estrategias de concientización ante el impacto ambiental de los desechos sólidos en el área metropolitana de la ciudad de Guatemala*. Tesis de Licenciatura en Trabajo Social, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Escuela de Trabajo Social, 2000.

V. ° B. °



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Adán García Veliz', written over a horizontal line.

Adán García Veliz  
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa  
Bibliotecario





## **ANEXOS**



9ª. Avenida 3-08 zona 2 Colonia Alvarado, Mixco, Guatemala  
E-mail: [informacion@ecoquimsa.com.gt](mailto:informacion@ecoquimsa.com.gt)  
Página Web: [ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)  
PBX: (502) 2322 3600

## INFORME DE RESULTADOS DE CALIDAD DEL AIRE Y GASES EN AMBIENTES EXTERNOS

**SR. ALLAN ANTONIO RAMÍREZ BA**

**FINCA SACHAMACH ZONA 11, VERTEDERO A CIELO ABIERTO,  
MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ.**

PREPARADO POR:

**LABORATORIO ECOQUIMSA**

9a. avenida 3-08 colonia Alvarado zona 2 de Mixco, Guatemala, Centro América

PBX: 2322-3600

[ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)

**DICIEMBRE DE 2017**





9<sup>a</sup> Avenida 3-08 zona 2 Colonia Alvarado, Mixco, Guatemala  
E-mail: [informacion@ecoquimsa.com.gt](mailto:informacion@ecoquimsa.com.gt)  
Página Web: [ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)  
PBX: (502) 2322 3600

## INFORME DE RESULTADOS DE CALIDAD DEL AIRE Y GASES EN AMBIENTES EXTERNOS

### Datos de la muestra:

Lugar de muestreo: Finca Sachamach Lote: 17-4393  
Referencia cliente: Basurero municipal de Cobán Ubicación: N 15°27'19.1"  
Fecha de monitoreo: 05 y 06 de diciembre de 2017 O 90°23'40.9"  
Hora de monitoreo: 13:00 a 13:00 T. promedio: 17.0 °C  
PB promedio: 610 mm Hg

### Datos de laboratorio:

Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 07 de diciembre de 2017  
Fecha de elaboración del informe: 27 de diciembre de 2017

Análisis	Dimensional	Límite de detección	Resultado	OMS <sup>(1)</sup>	EPA <sup>(2)</sup>	Método de análisis
NO <sub>2</sub> <sup>(3)</sup>	µg/m <sup>3</sup>	0.040	2.53	200 <sup>(4)</sup>	200 <sup>(4)</sup>	EPA-EQN-1277-026
SO <sub>2</sub> <sup>(3)</sup>	µg/m <sup>3</sup>	0.500	1.36	20	210 <sup>(4)</sup>	EPA-CFR Título 40 Parte 50, Apéndice A.
PM2.5	µg/m <sup>3</sup>	2	34	25	35	EPA-CFR Título 40 Parte 50, Apéndice L.

(1) OMS: Valor guía para 24 h de exposición. Guía de la Organización Mundial de la Salud.

(2) EPA: Límite máximo permisible para 24 h de exposición. Norma de Protección Ambiental de Estados Unidos.

(3) Análisis acreditado COGUANOR NTGASO/IEC 17025:2005 según OGA LE 051-13.

(4) El valor guía de la OMS para NO<sub>2</sub> y el Límite de la EPA para NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> están calculados para una exposición de 1 hora.

Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.  
Valores más altos de los que presentan las guías de la OMS son nocivos para la salud de las personas que están expuestas al ambiente monitoreado.

PREPARADO POR:

**LABORATORIO ECOQUIMSA**

9a. avenida 3-08 colonia Alvarado zona 2 de Mixco, Guatemala, Centro América  
PBX: 2322-3600  
[ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)

**DICIEMBRE DE 2017**





9ª. Avenida 3-08 zona 2 Colonia Alvarado, Mixco, Guatemala  
Email: [informacion@ecoquimsa.com.gt](mailto:informacion@ecoquimsa.com.gt)  
Página Web: [ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)  
PBX: (502) 2322 3600

## INFORME DE RESULTADOS DE CALIDAD DEL AIRE Y GASES EN AMBIENTES EXTERNOS

### *Datos del monitoreo:*

Lugar de muestreo: Finca Sachamach  
Fecha de monitoreo: 05 y 06 de diciembre de 2017  
Hora de monitoreo: 13.00 a 13.00  
Lote de Trabajo: 17-4393

Referencia	CO <sub>2</sub> (%)	CO - ppm	CH <sub>4</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	O <sub>3</sub> - ppm	H <sub>2</sub> S - ppm
Basurero municipal de Cobán	< 0.1	< 1	< 0.1	21.0	< 0.025	< 1

ppm: partes por millon, %: porcentaje

Los presentes resultados son validos únicamente para la medición realizada en la fecha y hora indicada.

PREPARADO POR:

**LABORATORIO ECOQUIMSA**

9a. avenida 3-08 colonia Alvarado zona 2 de Mixco, Guatemala, Centro América  
PBX: 2322-3600  
[ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)

**DICIEMBRE DE 2017**





## CONSENTIMIENTO INFORMADO HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

Cobán Alta Verapaz, 27 de noviembre del 2017

**Estimado Paciente**

La siguiente investigación es realizada por la Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental apoyada de la carrera de Medicina de la Universidad de San Carlos de Guatemala, CUNOR., sobre el **“Impacto Ambiental Atmosférico causado en el vertedero a cielo abierto del municipio de Cobán”**. La finalidad del estudio es determinar factores de riesgo y efectos asociados a enfermedades de origen respiratorias, el estudio se llevara a cabo durante los meses de noviembre del 2017 a enero del año 2018.

Se evaluara a cada paciente, haciendo una historia clínica y exámenes físicos, el estudio no lleva ningún tipo de riesgo ni molestias.

Si está de acuerdo en participar en la investigación propuesta, una vez que se le ha explicado los objetivos debe firmar su aprobación

Gracias por su colaboración.

**Atentamente**

**Estudiante de Ingeniería en Gestión Ambiental**

**Allan Antonio Ramírez Bá**

**Y equipo investigador de estudiantes de medicina del CUNOR.**

Nombre del

paciente \_\_\_\_\_

**DPI:** \_\_\_\_\_ Acepto participar en el estudio de investigación **“Impacto Ambiental Atmosférico causado en el botadero municipal de Cobán”** manifiesto que tras haber leído este documento, me considero adecuadamente informado y haber aclarado todas mis dudas con el personal del equipo investigador. Por lo tanto doy mi consentimiento voluntario para realizar las pruebas y preguntas pertinentes al estudio.

**Firma del Paciente:** \_\_\_\_\_

**Lugar y Fecha:** \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA – USAC -  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE –CUNOR-  
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL  
BOLETA DE PERCEPCIÓN SOCIAL



1. ¿percibe la presencia de malos olores provenientes del basurero?

- \_\_\_\_\_ SI  
 \_\_\_\_\_ NO

A. ¿Cada cuánto tiempo se perciben los malos olores del basurero?

- a. \_\_\_\_\_ Cada día  
b. \_\_\_\_\_ 1 vez Cada semana o mas  
c. \_\_\_\_\_ 1 vez al mes  
d. \_\_\_\_\_ Una vez al año  
e. \_\_\_\_\_ de 1 a 5 veces al año  
f. Otros \_\_\_\_\_

B. ¿en qué época del año se presentan mayoritariamente malos olores?

- a. \_\_\_\_\_ Verano  
b. \_\_\_\_\_ Invierno

C. Que síntomas suelen presentarse a raíz de los malos olores

- a. \_\_\_\_\_ Nauseas  
b. \_\_\_\_\_ Mareos  
c. \_\_\_\_\_ Dolores estomacales  
d. Otros \_\_\_\_\_

2. Posee alguna relación o dependencia económica de las actividades laborales que se desarrollan en el basurero municipal

- A. \_\_\_\_\_ SI  
B. \_\_\_\_\_ NO

3. Ha padecido de algún malestar o molestia continua en la vista durante sus jornadas de laborales

- A. \_\_\_\_\_ SI  
B. \_\_\_\_\_ NO

3.1. Qué tipo de afecciones

- a. \_\_\_\_\_ Irritación de los ojos  
b. \_\_\_\_\_ Ardor de los ojos  
c. \_\_\_\_\_ Infecciones de los ojos  
d. \_\_\_\_\_ Lagrimeo Constante  
e. OTROS \_\_\_\_\_

4. Existe la presencia de vectores sanitarios (PLAGAS)

- A. \_\_\_\_\_ SI  
B. \_\_\_\_\_ NO

4.1. Qué tipo de vectores sanitarios se presentan con frecuencia

- a. \_\_\_\_\_ Cucarachas  
b. \_\_\_\_\_ Roedores  
c. \_\_\_\_\_ Moscas  
d. \_\_\_\_\_ perros





**USAC  
CUNOR**

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Norte



No. 185-2018

El Director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer los dictámenes de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

**INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

Al trabajo titulado:

**ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FONDO DE GASES PRESENTES EN EL VERTEDERO A CIELO ABIERTO DEL MUNICIPIO DE COBÁN, ALTA VERAPAZ Y SU IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE**

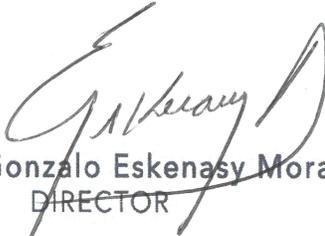
Presentado por el (la) estudiante:

**ALLAN ANTONIO RAMÍREZ BA**

Autoriza el

**IMPRIMASE**

Cobán, Alta Verapaz 13 de Agosto de 2018.

  
Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales  
DIRECTOR

