

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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**



**INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL  
SUPERVISADO, REALIZADO EN LA MUNICIPALIDAD DE SAN  
PEDRO CARCHÁ Y ALDEA COJAJ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

**MADELYN SUZETTE MENDOZA SANTA MARIA**

**COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE 2018**



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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL  
SUPERVISADO, REALIZADO EN LA MUNICIPALIDAD DE SAN  
PEDRO CARCHÁ Y ALDEA COJAJ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

**PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE**

**POR**

**MADELYN SUZETTE MENDOZA SANTA MARIA  
201340956**

**COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA  
EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

**COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 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 DE DOCENTES: Ing. Geól. César Fernando Monterroso Rey  
REPRESENTANTE DE EGRESADOS: Lic. Abg. Not. Edwin Alcides Barrios Sosa  
REPRESENTANTES DE ESTUDIANTES: PEM Disraely Dárin Manfredy 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 DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Ing. Nery Alejandro Chocooj Barrientos

### **ASESOR**

Ing. Julio Oswaldo Méndez Morales



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-100-2018

Cobán, 05 de septiembre 2018

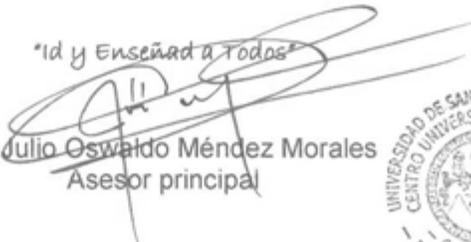
Señores Miembros  
Comisión de Trabajos de Graduación  
Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
Centro Universitario del Norte –CUNOR-  
Cobán Alta Verapaz

Respetables señores:

Atentamente hago de su conocimiento, que he revisado el Informe final de trabajo de graduación titulado: *INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, REALIZADO EN LA MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHÁ Y ALDEA COJAJ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ* elaborado por la estudiante Madelyn Suzette Mendoza Santa Maria, carné número 201340956.

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

Atentamente.

*"Id y Enseñad a Todos"*  
  
Ing. Julio Oswaldo Méndez Morales  
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.  
e. e.: [igal\\_cunor@hotmail.com](mailto:igal_cunor@hotmail.com)

Ref. No. 15-IGAL-120-2018

Cobán, 11 de octubre 2018

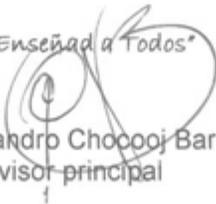
Señores Miembros  
Comisión de Trabajos de Graduación  
Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local  
Centro Universitario del Norte –CUNOR-  
Cobán Alta Verapaz

Respetables señores:

Atentamente hago de su conocimiento, que he revisado el Informe final de trabajo de graduación titulado: *INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, REALIZADO EN LA MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHÁ Y ALDEA COJAJ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ* elaborado por la estudiante Madelyn Suzette Mendoza Santa María, carné número 201340956.

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

Atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"  
  
Ing. Nery Alejandro Chocooj Barrientos  
Revisor 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-123-2018

Cobán, 22 de octubre 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: *INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, REALIZADO EN LA MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHÁ Y ALDEA COJAJ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ*, elaborado por la estudiante Madelyn Suzette Mendoza Santa Maria carné número 201340956.

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"*

  
Lda. 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-127-2018

Cobán, 24 de octubre 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: *INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, REALIZADO EN LA MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHÁ Y ALDEA COJAJ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ* elaborado por la estudiante Madelyn Suzette Mendoza Santa Maria, carné número 201340956, previo a optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local.

Atentamente.

**"D y Enseñad a Todos"**

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



c. c. 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: Informe final del ejercicio profesional supervisado, realizado en la municipalidad de San Pedro Carchá y aldea Cojaj, Carchá, Alta Verapaz, como requisito previo a optar al título profesional de Ingeniera en Gestión Ambiental Local.



**MADELYN SUZETTE MENDOZA SANTA MARIA**  
201340956

## **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 la forma.”

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

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS**

Por su infinita misericordia y amor hacia mí persona, por ser la luz que me guía siempre en el camino del bien y por ser mi soporte en cada una de las etapas de mi vida.

**A MIS PADRES**

Por su incondicional amor fraternal de padres, inspirándome cada día a luchar por mis sueños y nunca dejarme vencer por los miedos ni obstáculos de la vida.

**A MI HERMANO**

Julio, por apoyarme y brindarme su ayuda en cada momento.

**A MIS ABUELITOS**

Por estar siempre pendiente de mí y ser ejemplo de perseverancia.

**A MI FAMILIA**

Por ser parte importante e indispensable en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

**DIOS**

Por ser el creador de la vida y brindarme la fuerza, sabiduría y entendimiento para cumplir las metas trazadas en mi vida. Por iluminarme y fortalecerme en los momentos difíciles.

**MIS PADRES**

Julio Arnoldo y Nurian Suzette por su esfuerzo, sacrificio, apoyo, ejemplo y comprensión. Así como su lucha constante por verme plenamente realizada en cumplir mis sueños.

**HERMANO**

Por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

**MI ABUELITO**

Rigo, por ser parte importante en cada una de mis aventuras y ser mi acompañante incondicional.

**AMIGAS Y AMIGOS**

Por los agradables momentos compartidos, las muestras de cariño y las enseñanzas recibidas.

**LICENCIADA**

Mariana Muñoz, por tomarse el tiempo para revisar mi informe final de graduación y guiarme en cada uno de los procesos académicos.

**INGENIERA**

Patricia Muñoz, por ser paciente en compartir sus conocimientos, su ayuda y tiempo dedicado.

**MUNICIPALIDAD DE CARCHÁ**

Por abrirme las puertas de la institución y darme todo el apoyo en la realización del EPS, por su amabilidad y hacerme sentir parte de ellos.

**CATEDRÁTICOS DE IGAL**

Por las enseñanzas y conocimientos brindados en cada una de las distintas áreas de la carrera, por formarme para ser una profesional de éxito.

**USAC**

Por permitirme ser parte de la familia estudiantil del Centro Universitario del Norte y llegar a cumplir con mi formación académica.



# ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	ix
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
OBJETIVOS	5
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA</b>	
1.1 Municipalidad de San Pedro Carchá, A.V	7
1.1.1 Tipo de institución	7
1.1.2 Ubicación	7
1.1.3 Misión	7
1.1.4 Visión	8
1.1.5 Dirección Municipal de Planificación	8
1.1.6 Unidad de Gestión Ambiental Municipal	9
1.2 Aldea Cojaj	10
1.2.1 Ubicación geográfica	10
1.2.2 Colindancias	10
1.2.3 Zona de vida	11
1.2.4 Condiciones climáticas	11
1.2.5 Condiciones edáficas	11
1.2.6 Vías de acceso	11
1.2.7 Recursos naturales	12
1.2.8 Situación socioeconómica	14
1.2.9 Organización social	22
1.2.10 Problemas jerarquizados	23
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS</b>	
2.1 Charlas de educación ambiental enfocada a los centros educativos	25
2.1.1 Introducción	25
2.1.2 Objetivos	25
2.1.3 Justificación	26
2.1.4 Metodología	26
2.1.5 Recursos	28
2.1.6 Resultados	29
2.2 Charla comunitaria para incentivar la cultura ambiental	32
2.2.1 Introducción	32

2.2.2	Objetivos	32
2.2.3	Justificación	33
2.2.4	Metodología	33
2.2.5	Recursos	33
2.2.6	Resultados	34
2.3	Elaboración de abono orgánico	35
2.3.1	Introducción	35
2.3.2	Objetivos	35
2.3.3	Justificación	36
2.3.4	Metodología	36
2.3.5	Recursos	38
2.3.6	Resultados	39
2.4	Caracterización de desechos sólidos del puesto de salud, agro ferretería, escuelas e INEB telesecundaria	41
2.4.1	Introducción	41
2.4.2	Objetivos	41
2.4.3	Justificación	41
2.4.4	Metodología	42
2.4.5	Recursos	45
2.4.6	Resultados	46
2.5	Campaña de limpieza en aldea Cojaj	52
2.5.1	Introducción	52
2.5.2	Objetivos	53
2.5.3	Justificación	53
2.5.4	Metodología	53
2.5.5	Recursos	56
2.5.6	Resultados	56
2.6	Evaluación de aspectos técnicos para un mini relleno sanitario	58
2.6.1	Introducción	58
2.6.2	Objetivos	58
2.6.3	Justificación	58
2.6.4	Metodología	59
2.6.5	Recursos	62
2.6.6	Resultados	64
2.7	Recuperación de la zona de influencia del nacimiento de agua	64
2.7.1	Introducción	64
2.7.2	Objetivos	65
2.7.3	Justificación	65
2.7.4	Metodología	66
2.7.5	Recursos	68
2.7.6	Resultados	68
2.8	Capacitación sobre métodos de purificación y elaboración de filtros	69
2.8.1	Introducción	69
2.8.2	Objetivos	70
2.8.3	Justificación	70
2.8.4	Metodología	71

2.8.5 Recursos	72
2.8.6 Resultados	73
2.9 Plan de educación ambiental aplicada para centros educativos del área urbana del municipio de Carchá	74
2.9.1 Introducción	74
2.9.2 Objetivos	75
2.9.3 Justificación	75
2.9.4 Metodología	76
2.9.5 Recursos	77
2.9.6 Resultados	78
2.10 Juntos recuperamos y protegemos las fuentes hídricas de nuestra microrregión Cojaj	81
2.10.1 Introducción	81
2.10.2 Objetivos	81
2.10.3 Justificación	82
2.10.4 Metodología	82
2.10.5 Recursos	83
2.10.6 Resultados	83
2.11 Actividades de oficina realizadas en la unidad de práctica	85

### **CAPÍTULO 3**

#### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

3.1 Charlas de educación ambiental enfocada a los centros educativos	87
3.2 Charla comunitaria para incentivar la cultura ambiental	87
3.3 Elaboración de abono orgánico	88
3.4 Caracterización de desechos sólidos del puesto de salud, agroferretería, escuelas e INEB Telesecundaria	88
3.5 Campaña de limpieza en aldea Cojaj	89
3.6 Evaluación de aspectos técnicos para un mini relleno sanitario	89
3.7 Recuperación de la zona de influencia del nacimiento de agua	90
3.8 Capacitación sobre métodos de purificación y elaboración de filtros	90
3.9 Plan de educación ambiental aplicada para centros educativos del área urbana del municipio de Carchá	91
3.10 Juntos recuperamos y protegemos las fuentes hídricas de nuestra microrregión Cojaj	91

### **CAPÍTULO 4**

#### **CATEGORIZACIÓN DEL BOTADERO MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, UBICADO A ORILLA DE LA RUTA DEPARTAMENTAL RD AV-1**

4.1 Resumen	93
4.2 Introducción	94
4.3 Planteamiento del problema	95
4.4 Justificación	95
4.5 Objetivos	96
4.6 Marco Teórico	97
4.6.1 Antecedentes	97
4.6.2 Revisión de Literatura	98
4.7 Metodología	105

4.7.1	Área geográfica	105
4.7.2	Ubicación del área de estudio	106
4.7.3	Características climáticas	107
4.7.4	Zona de vida	107
4.7.5	Nivel de investigación	108
4.7.6	Variables	108
4.7.7	Geoestadística	108
4.7.8	Muestreo	109
4.7.9	Levantamiento de información	111
4.7.10	Metodología para la categorización de un botadero según la prioridad de la clausura	120
4.7.11	Recursos	124
4.8	Análisis y discusión de resultados	124
4.8.1	Categorización del botadero municipal de San Pedro Carchá, A.V ubicado a orilla de la ruta departamental RD AV-1	124
4.8.2	Riesgo del botadero municipal a través de la Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botadero de Residuos Sólidos	137
4.8.3	Determinación del volumen en metros cúbicos de los residuos existentes en el área de estudio	139
4.8.4	Áreas con mayor capacidad de infiltración	140
4.8.5	Propuestas de mitigación para el botadero municipal	151
4.9	Conclusiones de la investigación	157
4.10	Recomendaciones de la investigación	158
4.11	Presupuesto de investigación	159
	CONCLUSIONES	161
	RECOMENDACIONES	163
	BIBLIOGRAFÍA	165
	ANEXOS	167

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1	Escuela Oficial Rural Mixta No.1	16
2	Escuela Oficial Rural Mixta No.2	18
3	Impartiendo charla en la escuela No.1	29
4	Realizando sopa de letras, sobre los desechos sólidos	30
5	Charla del agua, escuela No.2	30
6	Evaluación escrita, INEB telesecundaria	31
7	Realizando manualidades	31
8	Presidente de COCODE trasladando la información en idioma <i>Q'eqchi</i>	34
9	Capacitación inicial	37
10	Realizando las capas con los materiales	37
11	Prueba de humedad, segundo monitoreo	39
12	Abono orgánico finalizado	40
13	Clasificación de los desechos sólidos	43
14	Pesaje de las bolsas	44
15	Separación de los diferentes tipos de desechos sólidos	46

16	Entrega de diplomas	51
17	Promoviendo educación ambiental	54
18	Clasificando los desechos inorgánicos	55
19	Recolectando desechos en la calle	55
20	Cantidad de desechos recolectados	56
21	Desechos recolectados por escuela No.2	57
22	Recolección en nacimiento Cojaj	57
23	Levantamiento topográfico del área	59
24	Prueba de infiltración, punto 1	60
25	Toma de muestra, nacimiento Cojaj	66
26	Siembra de árboles en tresbolillo	67
27	Membrana de filtración con coliformes	69
28	Lavado de arena	71
29	Entrega de los insumos por Plan International	73
30	Entrega de materiales	74
31	Grupo de mujeres capacitadas, Cojaj	74
32	Charla con docentes, área urbana	79
33	Charla a estudiantes del bachillerato	79
34	Producto realizado por el INEB Chibujbu	80
35	Elaboración de murales ambientales	80
36	Siembra de árboles, Quiha Chimo	84
37	Colocación de la estación total	113
38	Levantamiento de puntos	113
39	Conteo de camiones	114
40	Ubicación de coordenadas	118
41	Limpieza del área	118
42	Toma de medidas de agujero	119
43	Abertura de agujero en la parte alta del botadero municipal	119
44	Camión que transporta los desechos sólidos del municipio de Santa Cruz Verapaz, A.V	126
45	Composición de los desechos acumulados	127
46	Medición del perfil del suelo	132
47	Presencia de segregadores	134
48	Combustión de desechos sólidos	135
49	Quema esporádica de los desechos sólidos	137
50	Riesgo de sufrir quemaduras	138
51	Riesgo a la inestabilidad de desechos sólidos	139
52	Obtención de la tierra negra	169
53	Actividad de convivencia con niños	169
54	Limpieza del cauce del nacimiento	170
55	Grupo de niños colaborando con recoger los desechos sólidos	170
56	Traslado de las bolsas recolectadas al botadero de Carchá	171
57	Participantes en la reforestación de Quiha Chimo	171
58	Entrada principal al botadero municipal	177
59	Vista frontal actual del botadero municipal	178
60	Abertura de agujero en la parte alta del botadero municipal	178

61	Llenado del agujero	179
62	Toma de lectura de descenso de agua	179
63	Equipo y material de campo	180
64	Usuarios ajenos dejando desechos sólidos	180

### ÍNDICE DE CUADROS

1	Personal de Dirección Municipal de Planificación	9
2	Planificación de charlas	28
3	Metodología para categorizar el botadero municipal	121
4	Descripción de perfil de suelo y calicatas	132
5	Observación de aspectos socioeconómicos	133
6	Categorización del botadero municipal	136
7	Boleta de observación de aspectos socioeconómicos	181
8	Calendario de actividades de investigación	183

### ÍNDICE DE IMÁGENES

1	Matriz de capacidad de uso de la tierra para la región tierras calizas altas del norte	62
2	Modificaciones a las categorías de capacidad de uso en función de la pedregosidad y el drenaje	63
3	Cuadro de categorización de botadero	123
4	Modelo de contracuneta elaborada de cemento	153
5	Sistema de impermealizado y drenaje de lixiviados	154
6	Pozo con estructura de malla	155
7	Listado de asistencia, abono orgánico	172
8	Control de actividad, evaluación de aspectos técnicos	173
9	Control de actividad, jornada de limpieza	174
10	Control de actividad, reforestación nacimiento Cojaj	175
11	Control de actividad, charla para una cultura ambiental comunitaria	176
12	Curvas a nivel, polígono Cojaj	182

### ÍNDICE DE TABLAS

1	Flora, aldea Cojaj	12
2	Fauna, aldea Cojaj	13
3	Distribución poblacional por edad	14
4	Estructura de las viviendas	15
5	Cantidad de estudiantes inscritos, EORM No.1	16
6	Cantidad de estudiantes inscritos, EORM No.2	17
7	Cantidad de estudiantes inscritos, INEB	18

8	Enfermedades más comunes	19
9	Infraestructura religiosa	21
10	Miembros del COCODE	22
11	Comités de aldea Cojaj	22
12	Miembros de alcaldía auxiliar	23
13	Jerarquización de problemas	23
14	Monitoreo de la humedad y temperatura	39
15	Lista de cotejo	40
16	Clasificación de desechos y peso	46
17	Clasificación de desechos y peso	47
18	Clasificación de desechos y peso	48
19	Clasificación de desechos y peso	49
20	Clasificación de desechos y peso	50
21	Evaluación de la actividad, lista de cotejo	52
22	Datos de ángulo y distancia del levantamiento topográfico	60
23	Puntos de pruebas de infiltración	64
24	Información del estudio de capacidad de uso de la tierra	64
25	resultados de análisis bacteriológico	68
26	Aforo del nacimiento, Cojaj	69
27	Centros educativos participantes	78
28	Resultados de análisis bacteriológico	83
29	Características físicas que debe cumplir el agua para consumo humano	84
30	Coordenadas de ubicación del área de estudio	106
31	Variables de estudio	108
32	Ubicación de perfil de suelo y calicatas	115
33	Conteo y pesaje de vehículos y camiones	125
34	Registro de usuarios que depositan sus desechos en el botadero de Carchá	125
35	Nivel de inflamación de los gases producidos en botadero a cielo abierto	131
36	Calculo del volumen total	140
37	Capacidad de infiltración básica	142
38	Presupuesto de la investigación	159
39	Tabulación de datos	181

## ÍNDICE DE MAPAS

1	Ubicación geográfica de aldea Cojaj	10
2	Municipio San Pedro Carchá, Alta Verapaz, localización geográfica; año 2018	106
3	Ubicación geográfica del botadero municipal San Pedro Carchá, A.V	107
4	Puntos de muestreo	110
5	Perfiles del modelo de elevación digital	112
6	Perfiles de suelo y calicatas	116
7	Infiltración básica para los puntos de muestreo, en el botadero	

	municipal de San Pedro Carchá	141
8	Predicción con transformación logaritmica tipo gaussiano	149
9	Predicción del error con transformación logaritmica tipo gaussiano	150
10	Propuesta de clausura para el botadero municipal de San Pedro Carchá, A.V	156
11	Pendiente del área de estudio	177

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

1	Composición de desechos sólidos, agro ferretería	47
2	Composición de desechos sólidos, puesto de salud	48
3	Composición de desechos sólidos, escuela No.1	49
4	Composición de desechos sólidos, escuela No.2	50
5	Composición de desechos sólidos, INEB telesecundaria	51
6	Precipitación anual; estación metereológica Cobán, ubicada en la pista de aterrizaje de Cobán, Alta Verapaz	128
7	Precipitación mensual; estación metereológica Cobán, ubicada en la pista de aterrizaje de Cobán, Alta Verapaz	129
8	Temperatura media anual; estación metereológica Cobán, ubicada en la pista de aterrizaje de Cobán, Alta Verapaz	129
9	Temperatura media mensual; estación metereológica Cobán, ubicada en la pista de aterrizaje de Cobán, Alta Verapaz	131
10	Histograma sin transformación	143
11	Normal quantil-quantil plot sin transformación	144
12	Línea de tendencia de infiltración básica cm/min	145
13	Función kernel tipo gaussiano de segundo orden	146
14	Semivariograma de infiltracion cm/min	147
15	Búsqueda de vecinos, en 4 sectores con 45° de salida para el cálculo de la infiltración cm/min	147
16	Predicción del modelo kriging ordinario logarítmico de segundo, tipo gaussiano de la infiltración cm/min	148

## LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

A.V	Alta Verapaz.
°C	grados centígrados.
cm	centímetro.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.
CUNOR	Centro Universitario del Norte.
DEM	Modelo de Elevación Digital.
DMP	Dirección Municipal de Planificación.
E	Este.
ECUT	Estudio de Capacidad de Uso de la Tierra.
EORM	Escuela Oficial Rural Mixta.
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado.
EPSUM	Ejercicio Profesional Supervisado Multidisciplinario.
GPS	Sistema de Posicionamiento Global.
IGAL	Ingeniería en Gestión Ambiental Local.
INAB	Instituto Nacional de Bosque.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INEB	Instituto Nacional de Educación Básica.
Ing.	Ingeniero.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
kg	kilogramo.
lts	litros.
m.s.n.m	metros sobre nivel del mar.
m <sup>2</sup>	metros cuadrados.
m <sup>3</sup>	metros cúbicos.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
mg/l	miligramo por litro.
mm	milímetros.
N	Norte.
ONG's	Organizaciones no gubernamentales.
PET	Tereftalato de polietileno.
QQPlot	Quantil-Quantil Plot.
RD	Ruta Departamental.
RN	Ruta Nacional.
seg.	segundo.
UGAM	Unidad de Gestión Ambiental Municipal.
UTM	Universal Transversal de Mercator.
V	Volumen.



## RESUMEN

Para el Ejercicio Profesional Supervisado EPS de la carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local del Centro Universitario del Norte; Cobán, Alta Verapaz. Se tuvo como sede la municipalidad de San Pedro Carchá y el trabajo comunitario en la aldea Cojaj, donde se desarrollaron diversas actividades que permitieron la extensión de conocimientos en cada uno de los ámbitos sociales y ambientales. El espacio brindado por la institución para tener la interacción participativa de epesista y encargados fue la Dirección Municipal de Planificación, dentro de ella se encuentra la Unidad de Gestión Ambiental Municipal que es la encargada de velar por la protección medioambiental del municipio, a través del desarrollo de un plan de educación ambiental y tomar las acciones pertinentes que se requieran para mitigar los impactos de la contaminación ambiental.

La carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local formó parte de la alianza del Programa de Ejercicio Profesional Supervisado Multidisciplinario por lo cual se integró un equipo completo de pre-profesionales con diferentes enfoques académicos. Como parte de la formación profesional que se adquirió a lo largo de los años en la carrera, se contribuyó empleando la investigación en áreas de mayor pobreza para mostrar la realidad de la vida social, ambiental, cultural y educativa.

El presente informe final desglosa las fases de desarrollo del EPS, dando inicio con el diagnóstico llevado a cabo en la aldea Cojaj la cual requirió de un proceso continuo y de participación comunitaria para conocer la realidad ambiental que presentaba la aldea y también ampliar la información sobre

aspectos socioeconómicos, educativos y de infraestructura. Derivado de esta primera etapa se generó una matriz de priorización de los problemas más relevantes y de importancia para la aldea y con base a ello se identificaron las acciones que estaban al alcance del pre-profesional y los recursos con los que se contaba para poder realizar actividades como: un plan de charlas educativas ambientales, la elaboración de abono orgánico, jornadas de recolección de desechos sólidos, recuperación de nacimientos de agua etc.

En la sede de práctica se dió apoyo institucional con la ejecución del plan de educación ambiental que se estaba implementando para centros educativos del área urbana del municipio brindando charlas y talleres a directores, docentes y alumnos de cada centro; de la misma manera se llevaron a cabo actividades extraescolares como la feria del reciclaje que consistió en realizar y mostrar a la población las ideas innovadoras para reutilizar los plásticos, latas, llantas y entre otras.

La categorización del botadero municipal de San Pedro Carchá, ubicado a orilla de la ruta departamental RD AV-1, utilizó como referencia la Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botadero de Residuos Sólidos. A través de ella se categorizó de alto riesgo el botadero a cielo abierto, generando contaminación ambiental, lixiviados que ponen en riesgo los mantos acuíferos y la proliferación de vectores que afectan la salud humana.

## **INTRODUCCIÓN**

El Ejercicio Profesional Supervisado se realizó en el municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz; teniendo como sede institucional la municipalidad de Carchá en un tiempo de ocho meses con la modalidad de EPS con fines de graduación. La carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local IGAL tiene los pilares de ética, responsabilidad y conciencia sobre los que se basa para proyectar la situación actual del área de intervención de tal manera que se llegue a planificar institucionalmente una alianza entre gobiernos locales, ONG's e instituciones no lucrativas; con el objetivo de llevar una gestión ambiental eficiente que refleje resultados concretos hacia los espacios más vulnerables de la región.

La descripción de la unidad de práctica, contiene la información recabada durante la fase de diagnóstico, respecto a la institución enfatizando: el tipo de institución, la ubicación, misión, visión así mismo datos de la Dirección Municipal de Planificación con base a sus objetivos. En este apartado también se describen características sociales, ambientales y económicas de la aldea Cojaj que fueron los dos espacios donde se desarrolló el EPS.

Descripción de actividades realizadas, se basa en un plan de trabajo que se formuló para llevar el control de las actividades, que se realizaron con el fin de contribuir a la minimización de los problemas encontrados, los ejes que se trabajaron fueron educación y medio ambiente a través de la ejecución de charlas ambientales dirigidas a los alumnos, jóvenes y comunitarios de la aldea Cojaj.

A nivel institucional se fortaleció la cultura ambiental en el municipio, se hicieron visitas de campo como parte de los requerimientos de instrumentos ambientales, se trabajó en la complementación de un manual sobre aspectos de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de desechos sólidos del municipio de San Pedro Carchá.

Análisis y discusión de resultados, se desglosan los resultados obtenidos en cada una de las actividades del plan de trabajo, con datos de los beneficiarios y la evaluación pertinente que se realizó en cada actividad.

Por último se realizó la investigación inferencial, denominada categorización del botadero municipal de San Pedro Carchá, que consistió en determinar el nivel de riesgo presente al medio ambiente, a los seres vivos y pobladores que viven a su alrededor.

## ANTECEDENTES

El Ejercicio Profesional Supervisado se realizó en un período de ocho meses, iniciando el 15 de febrero y culminando el 15 de octubre de 2017. La extensión comunitaria requiere de atención pronta dirigida a las áreas y pobladores más vulnerables, para así facilitarles de instrumentos adaptables a los cambios que se han producido en los últimos años alrededor del medioambiente. Por lo cual la intervención estuvo enfocada en el trabajo de campo para la aldea Cojaj, debido a la ausencia de una base de información respecto a la problemática ambiental viviente del área.

El plan de desarrollo municipal de San Pedro Carchá describe la historia del municipio con respecto a un levantamiento que hubo en contra de la municipalidad en los años 1878 y 1879, habiendo enfrentamientos que dejaron cantidad de personas muertas. Motivo por el cual se pidió la creación del municipio, siendo aceptada por el general Justo Rufino Barrios en el año 1885.

“Respecto a la creación de la aldea, el señor Alfredo Tz’i’ comentó lo siguiente: la conformación de la aldea proviene de uno de los primeros líderes en llegar a esa área, este señor se llamaba Santiago quien vivió por mucho tiempo dentro de la aldea pero que en el transcurso de su vida padeció de una enfermedad que se le conocía como güegüecho, en el idioma materno como *B’uq’ jaa’aj* y por lo tanto toda la población le decía *Kojaa’aj* es decir Santiago güegüecho. Conforme paso el tiempo la comunidad se iba habitando más, para lo cual los comunitarios se juntaron de tal forma de buscar el nombre y para no olvidar al primer líder habitante dentro de la comunidad decidieron llamarla así”.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> *Historia reciente de la aldea Cojaj*. <http://oscar-1997.blogspot.com/2013/10/historia-de-la-aldea-cojaj-reciente.html> (28 de marzo de 2017).

La municipalidad de Carchá ha tenido intervención en la aldea Cojaj a través de la ejecución de proyectos tales como: construcción de cancha polideportiva y mercado. Así mismo para los siguientes años la ampliación del INEB Telesecundaria y la construcción del salón comunal para las actividades comunitarias que se dispongan en la aldea.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Ejecutar las actividades programadas en el plan de trabajo comunitario para la aldea Cojaj, con el fin de contribuir a reducir la problemática identificada en el diagnóstico para preservar el cuidado del medioambiente.

### **Específicos**

Promover acciones enfocadas a la gestión ambiental a través de la ejecución de actividades con la participación de comunitarios y entes civiles.

Generar empoderamiento en el recurso humano para aprovechar los recursos naturales de manera racional.

Promover la cultura ambiental a través de la aplicación de charlas y talleres ambientales.

Categorizar el botadero municipal de San Pedro Carchá, A.V.; ubicado a orilla de la Ruta Departamental RD AV-1.



## **CAPÍTULO 1**

### **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA UNIDAD DE PRÁCTICA**

En este capítulo se describe información general de la unidad de práctica y de la aldea Cojaj, de San Pedro Carchá A.V.

#### **1.1 Municipalidad de San Pedro Carchá, A.V**

##### **1.1.1 Tipo de institución**

La municipalidad de San Pedro Carchá con base a lo estipulado por el Código Municipal Decreto 12-2012, es una institución autónoma, con personalidad jurídica capacitada para ejercer derechos y contraer obligaciones, que le permiten el cumplimiento de los fines establecidos en el marco legal que la sustenta.

##### **1.1.2 Ubicación**

En el municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz se encuentra ubicada la municipalidad en el centro del casco urbano en la 5ta calle 7-31 zona 1 Barrio San Pedro.

##### **1.1.3 Misión**

“Brindar la eficiente y oportuna prestación de los servicios públicos locales y promover el desarrollo local, con participación plena y organizada de la población, que interviene, apoya y fiscaliza la gestión municipal”.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Municipalidad de San Pedro Carchá. *Misión*. <http://municarcha.gt/ley-de-informacion-publica/decreto-57-2008-articulo-10/05-mision-y-vision/> (05 de enero de 2018).

#### **1.1.4 Visión**

“La municipalidad de San Pedro Carchá, será una institución comprometida y competitiva, de alta productividad, de reconocido prestigio, que contribuya a mejorar permanentemente la condición de vida de los Carchaenses. La gestión se sustentará en el ordenamiento jurídico vigente, una estructura orgánica y funcional adecuada, la prestación de servicios de calidad, el trabajo en equipo, la sostenibilidad presupuestaria, la protección al ambiente, la participación ciudadana, la comunicación efectiva y capacidad de sus recursos humanos”.<sup>3</sup>

#### **1.1.5 Dirección Municipal de Planificación**

La Dirección Municipal de Planificación DMP es la encargada de elaborar perfiles, estudios de pre factibilidad y factibilidad de los proyectos para el desarrollo del municipio, en función de las necesidades priorizadas por parte de la población. Así mismo planifica, programa, organiza, ejecuta y supervisa los proyectos. Todo esto encaminado hacia un ordenamiento territorial entrelazado con la protección y conservación del medio ambiente. La dirección está conformada por 12 personas.

---

<sup>3</sup> *Ibíd.*

## CUADRO 1 PERSONAL DE DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

Nombre	Cargo
Ronald Estuardo Asig Pacay	Director Municipal de Planificación
Juan Moisés López Macz	Encargado de Planificación
Carlos Francisco Valiente Jerónimo	Planificador Municipal
José Angel Zavala Fuentes	Planificador Municipal
Helga Svetlana Noack	Supervisor de Obras Municipales
Josué Hamilton Caal Caal	Auxiliar de Supervisión
Rolando Humberto Fernández	Técnico Forestal Municipal
Jose Mario Ventura Maquin	Auxiliar Oficina Forestal
Roberto Antonio Caal Chen	Asistente Oficina de Planificación
Carlos Humberto Cucul Ical	Encargado de Urbanismo
Wilmer Dan Teni Yat	Gestor Ambiental I
Joel Aníbal Meléndez Chinchilla	Gestor Ambiental II

**Fuente:** Elaboración propia con base a datos de la DMP. Año 2017.

### 1.1.6 Unidad de Gestión Ambiental Municipal

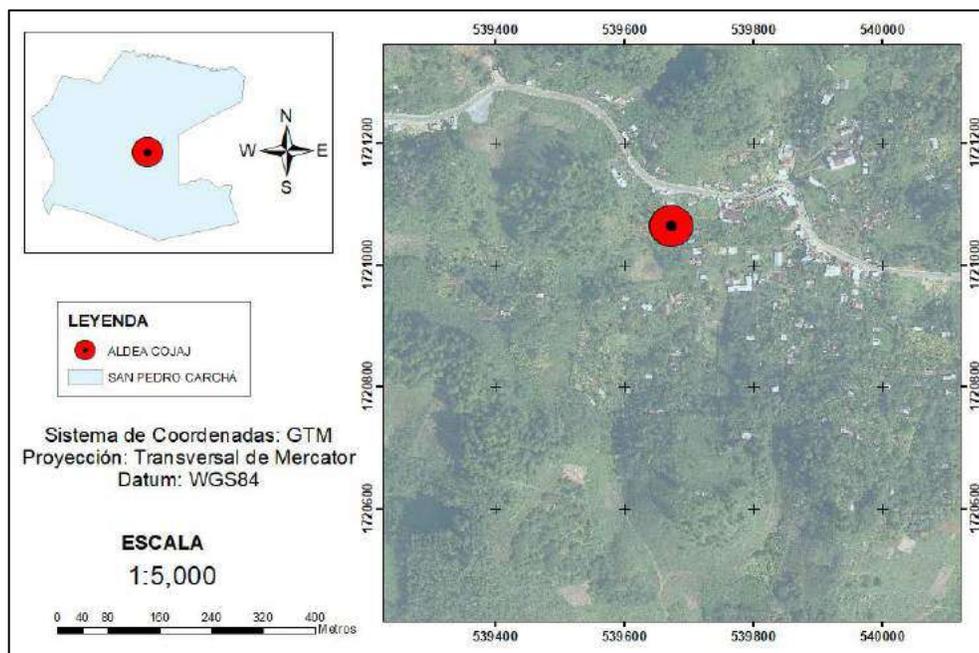
Es la encargada de guiar y coordinar todas las acciones encaminadas a la conservación del medio ambiente. Por ello desde su inclusión a la DMP se han desarrollado estudios de investigación que demuestran la realidad ambiental del municipio, con base a esa información documentada se han formulado proyectos de: construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales y la planta de tratamiento de desechos sólidos que está en construcción actualmente.

## 1.2 Aldea Cojaj

### 1.2.1 Ubicación geográfica

La aldea está ubicada al noroeste del municipio de San Pedro Carchá en el kilómetro 247 a 28 kilómetros de la cabecera municipal. Su ubicación determinada mediante el sistema de posicionamiento global GPS corresponde al sistema de coordenadas GTM: longitud 540041 y latitud 1721140.

### MAPA 1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ALDEA COJAJ



Fuente: Elaboración propia con base de datos del MAGA. Año 2017.

### 1.2.2 Colindancias

Las comunidades con las que colinda son:

Norte: Comunidad Saquiseb y aldea Campur.

Sur: Aldea Chicanib y finca Rubeltzul.

Este: Comunidad Vista Hermosa Cojaj y comunidad Cerro Alto.

Oeste: Aldea Sejol.

### **1.2.3 Zona de vida**

La aldea Cojaj con base a la clasificación de zonas de vida de Holdridge, pertenece a una zona de vida de bosque muy húmedo subtropical frío, caracterizado por una precipitación promedio de 2 280mm, con una elevación mínima de 1 100 msnm y máxima de 1 800 msnm. Su relieve es ondulado y en algunos casos accidentado.

### **1.2.4 Condiciones climáticas**

Durante la época de verano, el clima es muy caluroso y para la época de invierno se tiene un régimen de lluvias prolongadas lo cual influye en la vegetación. En los meses de septiembre a enero se tienen temperaturas bajas que son percibidas por los habitantes.

### **1.2.5 Condiciones edáficas**

El plan de desarrollo integral elaborado por la dirección de ordenamiento territorial de planificación, sitúa los suelos de la aldea Cojaj como tierras calizas altas del norte que poseen características de ser muy pedregosos y rocosos con pendientes medias y que la productividad de los suelos es muy baja.

### **1.2.6 Vías de acceso**

Se toma la ruta RN-5 que conduce hacia el municipio de Lanquín la carretera es asfaltada, por el paso vehicular se ha visto debilitada lo que ha ocasionado la abertura de agujeros.

El acceso es vía terrestre por carro particular o servicio de buses, los mismos se ubican en el parqueo No. 2 de Chixtun y el horario de circulación es de 7:00 am a 6:00 pm de lunes a sábado, el costo del pasaje es de Q.5.00.

## 1.2.7 Recursos naturales

### a. Hídricos

El nacimiento de agua comunal es la principal fuente de abastecimiento de agua para los pobladores, en época de verano sufre sequedad por la radiación directa del sol, mientras en invierno se llega a tener un caudal de 0.93 l/seg dato obtenido mediante el aforamiento realizado al nacimiento.

### b. Flora

La flora esta enriquecida por una diversidad de especies que se indican en la tabla 1. La identificación de las especies se hizo a través de la observación y de la revisión bibliográfica del *blogspot* de la historia reciente de la aldea Cojaj publicada por Oscar Caal.

**TABLA 1  
FLORA, ALDEA COJAJ**

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Pino candelillo	<i>Pinus maximinoi</i>
Ciprés	<i>Cupressus lusitánica</i>
Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i>
Taxiscob	<i>Perymenium grande</i>
Guarumbo	<i>Cecropia peltata</i>
Durazno	<i>Prunus pérsica</i>
Pacaya	<i>Chamaedorea elegans</i>
Inga o Chochoc	<i>Inga sp</i>
Aguacate	<i>Persea americana</i>
Coyou	<i>Persea schiedeana</i>
Repollo	<i>Brassica oleracea var. Capitata</i>
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Ayote	<i>Cucurbita pepo</i>
Achiote	<i>Bixa orellana</i>
Cardamomo	<i>Elettaria cardamomun</i>
Pimienta gorda	<i>Pimenta dioica</i>
Café	<i>Coffea arabica L</i>

**Fuente:** <http://fichas.infojardin.com/arboles/lista-arboles-nombre-cientifico.htm>  
Año 2017.

### c. Fauna

La fauna observada durante los recorridos por la aldea Cojaj, está conformada por aves de corral y animales silvestres entre otros que aún prevalecen en las montañas. Los nombres comunes y científicos se muestran en la tabla 2.

**TABLA 2**  
**FAUNA, ALDEA COJAJ**

Nombre común	Nombre científico
Chacha	<i>Ortalis vetula</i>
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>
Gavilán	<i>Accipiter nisus</i>
Serpiente	<i>Serpentes sp</i>
Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
Ardilla	<i>Sciurus vulgaris</i>
Comadreja	<i>Mustela nivalis</i>
Taltuza	<i>Orthogeomys sp</i>
Cotuza	<i>Dasyprocta punctata</i>
Tacuazín	<i>Didelphis marsupialis</i>
Gallina	<i>Gallus gallus domesticus</i>
Gato	<i>Felis catus</i>
Perro	<i>Canis lupus familiaris</i>

**Fuente:** <https://www.botanicalonline.com/animales/nombres>.  
Año 2017.

### d. Bosque

Por medio de la técnica de observación y el diálogo con los pobladores se determina que la zona boscosa de la aldea ha tenido una disminución en los últimos años a causa de la tala inmoderada de árboles por parte de sus habitantes y también por su extracción de madera. Estas zonas en su mayoría corresponden a bosques de coníferas pertenecientes a la propiedad privada y que por su categoría de poseer un manejo aún se han conservado. Sin embargo la presencia de estos bosques es un factor de gran ayuda para la orientación del

viento, captura de carbono y liberación de aire menos contaminado.

### 1.2.8 Situación socioeconómica

#### a. Demografía

En las estadísticas del INE 2015 se tiene información de que actualmente la aldea está conformada por 2 025 habitantes distribuidos en 468 familias, aproximadamente por familia existen de 5 a 6 miembros. De la población total un 51% son hombres y el 49% mujeres.

**TABLA 3  
DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL POR EDAD**

<b>Grupos de edad (años cumplidos)</b>	<b>Cantidad de habitantes</b>
De 0 a 4	341
De 5 a 9	320
De 10 a 14	271
De 15 a 19	252
De 20 a 24	178
De 25 a 29	140
De 30 a 34	93
De 35 a 39	87
De 40 a 44	83
De 45 a 49	72
De 50 a 54	50
De 55 a 59	44
De 60 a 64	30
De 65 y más	64

**Fuente:** Elaboración propia con datos del INE 2015. Año 2017.

#### b. Vivienda

El total de viviendas es de 387 de las cuales un 26% están construidas con base de paredes de *block*, techo de lámina y piso de cemento, las familias que habitan en ellas son las de mayores recursos económicos y que por poseer una actividad económica

estable tienen ventajas de acceder a mayores oportunidades que las demás personas. El otro 74% de viviendas es de paredes de madera, techo de lámina y piso de tierra; están más alejadas del centro urbano de la aldea y carecen de mayores prestaciones de servicios públicos.

**TABLA 4**  
**ESTRUCTURA DE LAS VIVIENDAS**

Estructura	Pared exterior			Techo		Piso			
	Block	Madera	Lepa	Concreto	Lámina	Paja	Torta de cemento	Madera	Tierra
No. de viviendas	79	306	2	1	382	4	92	15	280

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística. Año 2017.

### c. Niveles de pobreza

Los altos índices de pobreza para el municipio de San Pedro Carchá se encuentran en un 73.67% de pobreza extrema y un 93.54% para el área rural con base al censo del INE del año 2008. En los informes no se cuenta con datos precisos para las aldeas de los municipios, por lo cual se infiere a través de los porcentajes que la aldea Cojaj vive una situación precaria en la vida de los pobladores.

### d. Educación

La presencia del sector educativo dentro de la aldea es de 2 escuelas y un INEB telesecundaria las cuales son:

Escuela Oficial Rural Mixta No. 1, está ubicada en el centro de la aldea a cercanías del mercado el área que abarca es de 2 385 m<sup>2</sup> sus instalaciones carecen de muro perimetral por lo cual

los estudiantes no cuentan con límites de seguridad que les permitan estar dentro de un ambiente seguro. Así mismo su infraestructura es de paredes de *block*, techo de lámina y piso de cemento, cuenta con 8 aulas, tienda escolar, patio de juegos, dirección y 4 baños de letrina. Los niveles que se cubren son preprimaria y primaria atendidos por 8 docentes, la cantidad de estudiantes por generó se desglosa en la tabla 5.

**TABLA 5**  
**CANTIDAD DE ESTUDIANTES INSCRITOS,**  
**EORM No.1**

Nivel	Grado	Hombres	Mujeres	Total
<b>Preprimaria</b>		17	27	44
<b>Primaria</b>	<b>Primero</b>	27	32	59
	<b>Segundo</b>	24	26	50
	<b>Tercero</b>	24	24	48
	<b>Cuarto</b>	12	17	29
	<b>Quinto</b>	27	13	40
	<b>Sexto</b>	10	9	19
	<b>Total</b>		141	148

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por la directora Carlota Tz'i'. Año 2017.

**FOTOGRAFÍA 1**  
**ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA No.1**



**Tomada por:** Madelyn Mendoza. Año 2017.

EORM No.2, abarca una extensión de 3 906 m<sup>2</sup> la parte frontal y lateral de sus instalaciones esta circulada por un muro de *block* y malla; y un portón de lámina. Su infraestructura está construida por un segundo nivel donde existen cuatro aulas de *block* y piso de cemento. Las otras 5 aulas restantes están en la parte baja-trasera del edificio de segundo nivel, además de ello hay un espacio para dirección, patio de juego, tienda, hay 3 baños formales y 4 informales que están ubicados en la parte superior de la infraestructura escolar véase fotografía 2.

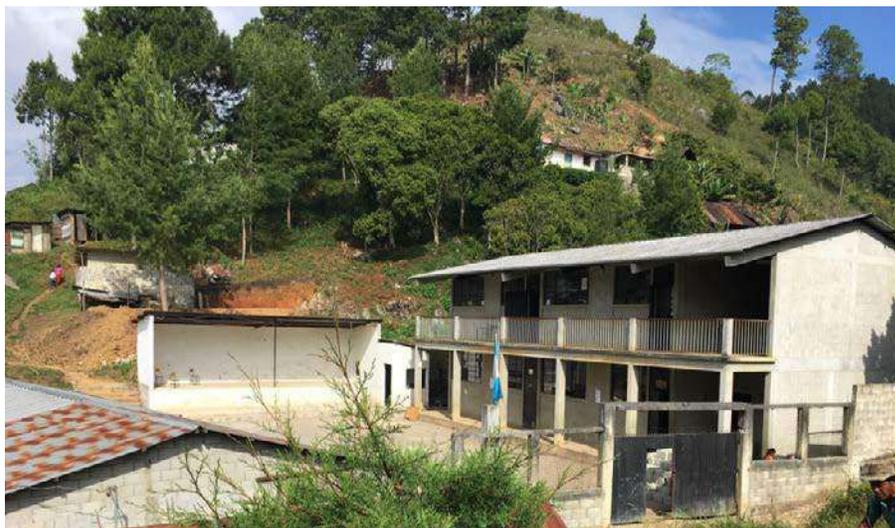
El abastecimiento de agua proviene de la lluvia la cual es almacenada en un tanque de cemento y a la par de ello se hace la quema de los desechos que son generados durante el día por la misma escuela. El horario que cubre el centro educativo es de 7:30 am a 12:30 am, y la cantidad de docentes es de 9 los cuales cubren el nivel preprimario y primario.

**TABLA 6**  
**CANTIDAD DE ESTUDIANTES INSCRITOS,**  
**EORM No.2**

<b>Nivel</b>	<b>Grado</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>
	<b>Preprimaria</b>	23	23	46
<b>Primaria</b>	<b>Primero</b>	27	24	51
	<b>Segundo</b>	19	12	31
	<b>Tercero</b>	17	19	36
	<b>Cuarto</b>	14	18	32
	<b>Quinto</b>	32	20	52
	<b>Sexto</b>	9	9	18
	<b>Total</b>	141	125	266

**Fuente:** Elaboración con datos generados por el director José Acte. Año 2017.

## FOTOGRAFÍA 2 ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA No.2



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

La infraestructura del Instituto Nacional de Educación Básica telesecundaria es de *block* con techo de lámina y piso de cemento. El INEB cubre el nivel básico con la presencia de 2 docentes, por lo cual se manifiesta que se hace un compartimiento para poder atender al grado que se queda sin maestro. La cantidad de aulas son 3 y los servicios sanitarios 3 letrinas que están aproximadamente a una distancia de 6 m de las instalaciones.

### TABLA 7 CANTIDAD DE ESTUDIANTES INSCRITOS, INEB

Grado	No. de hombres	No. de mujeres	Total
1ero. Básico	26	22	48
2do. Básico	25	14	39
3ero. Básico	7	8	15
Total	58	44	102

Fuente: Elaboración propia. Año 2017.

### e. Salud

El puesto de salud está conformado por dos enfermeros auxiliares que se encargan de la vacunación de los niños y mujeres embarazadas; una enfermera encargada de la planificación familiar. Así mismo una licenciada de enfermería de la brigada cubana que apoya con atender a los pacientes, dos facilitadoras que trabajan expedientes y una epesista médico que se encarga de dar consultas.

Las enfermedades de mayor incidencia en la población son: diarrea y gastroenteritis con un total de 205 y 1 807 que no son especificadas. Las causas de las diarreas pueden variar pero su origen está derivado del agua que no es apta para consumo humano con base a los resultados de los análisis bacteriológicos realizados.

**TABLA 8  
ENFERMEDADES MÁS COMUNES**

No	Enfermedad	Hombres	Mujeres	Total
1	Varicela	3	0	3
2	Herpes zoster	1	0	1
3	Hepatitis aguda tipo A	2	1	3
4	Tricomoniasis, no especificada	0	3	3
5	Varicela sin complicaciones	5	5	10
6	Disentería amebiana aguda	2	6	8
7	Giardiasis	2	12	14
8	Amebiasis, no especificada	4	13	17
9	Diarrea y gastroenteritis de origen infeccioso	92	113	205
10	Restos de causas	571	1 236	1 807

**Fuente:** Elaboración propia con datos proporcionados por el área de estadística del Distrito de Campur. Año 2017.

## **f. Economía**

Con base a las estadísticas del INE año 2016, se tiene un total de 558 habitantes, la población económicamente activa es de 498 hombres y 60 mujeres, inactiva hay 299 hombres y 697 mujeres. Se observa una desigualdad en cuanto al acceso de oportunidades para las mujeres ya que el mayor trabajo de hogar lo tienen ellas.

La mayoría de los pobladores de la aldea se dedican a la agricultura de café (*Coffea arabica* L), frijol (*Phaseolus vulgaris*), chile (*Capsicum annum*), cilantro (*Eryngium foetidum*), güisquil (*Sechium edule*), ayote (*Cucurbita argyrosperma*), maíz (*Zea mays*), aguacate (*Persea americana*), pacaya (*Chamaedorea elegans*), pimienta (*Piper nigrum*) y cardamomo (*Elettaria cardamomum*) siendo estas las de mayor fuente de ingreso económico, además de ello se dedican a exportar cierto porcentaje de sus productos a la cabecera municipal y otra parte para el consumo local.

La población que no se dedica a la agricultura debe de emigrar a lugares diferentes de trabajo siendo estas actividades las de albañilería, choferes, seguridad de empresas privadas. Así mismo existe el comercio a nivel micro regional dentro de la aldea ya que por ser una ruta transitable se tienen negocios a la orilla de la carretera dentro de las cuales sobresale: tiendas, farmacias, agro ferretería, comedores.

## **g. Servicios públicos básicos**

Los servicios públicos dentro de la aldea se clasificaron en domiciliarios y salud social que se consideran los primordiales para la calidad de vida.

Domiciliares; no hay prestación del tren de aseo para la recolección de los desechos sólidos generados en las viviendas razón por la que se recae a la quema, entierro o dispersión de todos los desechos.

Ausencia de agua potable en un 100% y la electricidad que tiene cobertura de un 100% pero por limitación de recursos económicos algunas familias no lo poseen.

Salud social; existe un puesto de salud atendido por 4 personas quienes se encargan de brindar la atención a pacientes con enfermedades leves y las de mayor grado son remitidas al distrito de Campur.

#### **h. Infraestructura religiosa**

Dentro de la aldea se encuentran 12 iglesias de las cuales 2 pertenecen a la religión católica y las demás son evangélicas.

**TABLA 9  
INFRAESTRUCTURA RELIGIOSA**

<b>No.</b>	<b>Nombre</b>
1	Iglesia Católica
2	Iglesia Renovación Carismática Católica
3	Iglesia Evangélica Menonita, Jesús Ancla de la Fe
4	Iglesia Menonita Central
5	Iglesia de Dios Jerusalén
6	Iglesia Jerusalén Central
7	Iglesia Asamblea de Dios (Puerta de Cielo)
8	Iglesia Asamblea de Dios (Monte Horeb)
9	Iglesia Nazareno Central
10	Iglesia Evangelio Completo de Dios
11	Iglesia Nazareno
12	Iglesia Bautista

**Fuente:** Elaboración propia. Año 2017.

### 1.2.9 Organización social

La forma en la que se encuentra organizada la aldea está determinada por sus miembros de Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y cada uno de los comités que la conforman.

**TABLA 10  
MIEMBROS DEL COCODE**

<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>
Roberto Cacao	Presidente
Antonio Acte	Vicepresidente
Alfredo Tzi Coc	Secretario
José Enrique Pop Ico	Pro-secretaria
Elías Tzi Aq	Vocal I
Pablo Tiul	Vocal II
Roberto Choc Pop	Vocal III
Pablo Pop Coc	Vocal IV
Roberto Pop	Vocal V

**Fuente:** Elaboración propia. Año 2017.

**TABLA 11  
COMITÉS DE ALDEA COJAJ**

<b>No.</b>	<b>Nombre</b>
1	Alcalde Auxiliar
2	Consejo Comunitario de Desarrollo
3	Comité Cabecillas de Tierra
4	Comité de Salud
5	Comité de Prevención de Delitos
6	Comité de Camposanto
7	Comité Femenino
8	Comité de Junta Escolar
9	Comité de Mercado
10	Comité de Seguridad
11	Comité de Energía Eléctrica

**Fuente:** Elaboración propia. Año 2017.

**TABLA 12**  
**MIEMBROS DE ALCALDÍA AUXILIAR**

Nombre	Cargo
Roberto Manuel Cacao Tzib'	Alcalde Auxiliar
Santiago Caal	Segundo alcalde
José Enrique Pop Ico	Secretario
Hudo Coc Tiul	Vocal I
Juan Cac Maquin	Segundo mayor

Fuente: Elaboración propia. Año 2017.

### 1.2.10 Problemas jerarquizados

**TABLA 13**  
**JERARQUIZACIÓN DE PROBLEMAS**

Problema	Valor
Falta de educación ambiental	10
Presencia de desechos sólidos	9
Deforestación en zona de recarga hídrica	9
Quema de basura en hogares y centros educativos	7
Falta de acceso al agua potable	6
Altos niveles de desnutrición	6

Fuente: Elaboración propia, datos de campo. Año 2017

#### a. Falta de educación ambiental

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno de Guatemala en el año 2017, se entiende como educación ambiental, todo proceso donde se involucran a los ciudadanos con la finalidad de crear un cambio y transformación sobre la importancia y cuidado del medio ambiente.

En base al diagnóstico realizado en la aldea Cojaj y a la técnica de observación, se percibió la falta de interés por parte de la población por practicar valores y actitudes que generen emprendimiento a favor de la conservación y protección del medio ambiente. Por medio de la aplicación de entrevistas se

conoció que los temas que más desconocen son: reciclar, reducir, reutilizar, cultura ambiental, cuidado del agua, entre otras.

**b. Presencia de desechos sólidos**

El nacimiento de agua es la única fuente que abastece una parte de la aldea, en época de verano se seca, asimismo es importante mencionar el descuido que presenta en la actualidad, debido a que su uso es directamente para lavar ropa, tanto en los alrededores como en la parte baja del nacimiento, añadido a ello se vierten desechos, como lo son bolsas plásticas, detergentes, jabones e incluso pedazos de ropa.

**c. Deforestación en zona de recarga hídrica**

La tala inmoderada de árboles y el avance de la frontera agrícola son dos de las grandes causas que dentro de la aldea provocan la deforestación. La parte alta del nacimiento del agua se encuentra descubierta por árboles, a razón de la misma presión que ejercen los comunitarios por cortarlos.

**d. Quema de basura en hogares y centros educativos**

El desconocimiento sobre las 3 erres, la falta de educación ambiental y de un servicio de tren de aseo, genera que los hogares y centros educativos busquen la alternativa más fácil para deshacerse de los desechos inorgánicos, de tal forma que queman la basura al aire libre provocando grandes impactos a la salud y al ambiente.

## **CAPÍTULO 2**

### **DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS**

Este capítulo desglosa cada una de las actividades realizadas en el período de 8 meses, en la aldea Cojaj y municipalidad de San Pedro Carchá, A.V.

#### **2.1 Charlas de educación ambiental enfocada a los centros educativos**

##### **2.1.1 Introducción**

La realización del diagnóstico en la aldea Cojaj reflejó como principal problema la falta de educación ambiental por lo cual a través de charlas se impulsó de una forma práctica, informativa, educacional, la concientización y adquisición de conocimientos por los alumnos de los centros educativos, para la adopción permanente de las prácticas de la recuperación del ambiente que nos rodea.

Por medio de la educación ambiental se generó un medio de aprendizaje donde se recibió y practicó acciones encaminadas a preservar el medio ambiente, para ello las charlas se enfocaron en los temas de: desechos sólidos, reutilizar, reciclar, reducir, situación actual del recurso agua y métodos de purificación de agua.

##### **2.1.2 Objetivos**

###### **a. General**

Transmitir conocimientos por medio de charlas de educación ambiental para concientización de alumnos de los centros educativos y preservación de los recursos naturales.

## **b. Específicos**

Incentivar la participación de los estudiantes, para que sean los transmisores de los conocimientos adquiridos.

Generar un espacio de reflexión donde se visualicen los daños que se le causan al medio ambiente con las diferentes acciones negativas.

Inculcar el manejo adecuado de los desechos sólidos y la aplicación de las 3 erres.

### **2.1.3 Justificación**

La educación a través de sus diferentes medios y enfoques, está orientada a brindar soluciones que promuevan cambios en el comportamiento de las personas de manera positiva, exhortando la formación por medio de charlas de educación que generen conciencia de conservación ambiental.

Por esta razón se ve la necesidad de realizar charlas, las cuales pretenden aplicar y desarrollar diferentes estrategias positivas para la comunidad que generen conciencia ecológica, espacios limpios y agradables, mitigando con ello impactos negativos en el ambiente.

### **2.1.4 Metodología**

Selección de los temas: Los temas que se impartieron en las charlas fueron de acuerdo a los problemas ambientales visualizados durante la elaboración del diagnóstico de la aldea Cojaj, se enlistaron los siguientes temas en el orden impartido:

- Los desechos sólidos.
- ¿Qué es la basura?
- Tipos de desechos.
- Tiempo de descomposición.
- Contaminación por desechos sólidos.
- Reducir, reutilizar y reciclar.
- ¿Qué es el agua?
- Situación actual del recurso agua.
- Porcentaje de agua dulce en el planeta.
- Contaminación del agua.
- Tipos de contaminación.
- Métodos de purificación.

Solicitud de autorización y apoyo: Se solicitó la aprobación de las autoridades educativas para brindar las charlas de educación ambiental.

Elección de los grupos: Los directores de cada uno de los centros educativos establecieron que a los grados de primaria se les impartieran charlas a los niños de cuarto a sexto grado por ser los de mayor comprensión con relación a los temas; en cuanto al nivel básico se cubrieron los grados de primero, segundo y tercero. Por lo tanto las charlas se impartieron en el siguiente orden: a los estudiantes de la escuela No.1, escuela No.2 y para finalizar el INEB. La modalidad en que se impartieron las charlas siguió el orden descrito en el cuadro 2 de la planificación de charlas.

## CUADRO 2 PLANIFICACIÓN DE CHARLAS

No	Actividades	Descripción	Materiales
1	Inscripción de participantes	Se llevó un registro de las personas participantes.	Listado de asistencia, cámara, lapicero y almohadilla.
2	Dinámica	Pasar el paquete: se envuelve un pequeño regalo con muchas capas de papel diferentes, en cada capa se escribe una pregunta, dinámica o penitencia, los participantes pasan el paquete mientras suena una canción y a quien le quede deberá de responder o hacer lo que se le solicite.	Marcador, música, paquete.
3	Conocimientos previos	Realización de preguntas sobre el tema que se iba a tratar para evaluar el nivel de conocimientos.	Papel
4	Nuevos conocimientos	Se inició con la exposición del respectivo tema a tratar.	Computadora, cañonera, papelógrafos, marcadores.
5	Ejercicio	A través de una tarea escrita o práctica se evaluó lo aprendido por los estudiantes.	Papelógrafos, cámara, marcadores.

Fuente: Elaboración propia. Año 2017.

### 2.1.5 Recursos

#### a. Humano

- Alumnos de nivel primario y básico.
- Epesista de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.

#### b. Físico

- Pizarra.
- Papelógrafos.

- Marcadores.
- Imágenes.
- *Masking Tape*.
- Botellas plásticas.
- Latas.

### 2.1.6 Resultados

Se realizó la charla sobre los desechos sólidos y las 3 erres como tema principal y los subtemas a 72 alumnos de la escuela No.1, los estudiantes del nivel primario de la escuela No.2 fueron 86 y del nivel básico 86 jóvenes, cada uno prestó atención e interés por compartir los conocimientos que tenían y de la misma manera adquirir toda aquella información útil para cuidar y proteger el medio ambiente. En cada charla se hizo una evaluación escrita que consistía en 5 preguntas y que cada alumno respondió con base a lo aprendido.

### FOTOGRAFÍA 3 IMPARTIENDO CHARLA EN LA ESCUELA No.1



Tomada por: Claudia Cucul. Año 2017.

#### **FOTOGRAFÍA 4 REALIZANDO SOPA DE LETRAS, SOBRE LOS DESECHOS SÓLIDOS**



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

Charla sobre la situación del agua y métodos de purificación a 76 estudiantes de la escuela No.1, 81 alumnos de escuela No.2 y 79 del nivel básico de telesecundaria. En dicha charla se puntualizaron los factores que provocan contaminación al nacimiento de la aldea, derivado de la falta de interés en su conservación.

#### **FOTOGRAFÍA 5 CHARLA DEL AGUA, ESCUELA No.2**



Tomada por: José Acte. Año 2017.

## FOTOGRAFÍA 6 EVALUACIÓN ESCRITA, INEB TELESECUNDARIA



Tomada por: Jorge Choc. Año 2017.

Se llevó a cabo la realización de 50 manualidades con materiales reutilizables de plásticos, latas, botellas PET y que consistían en porta lapiceros, adornos florales, etc.

## FOTOGRAFÍA 7 REALIZANDO MANUALIDADES



Tomada por: Claudia Alba. Año 2017.

## **2.2 Charla comunitaria para incentivar la cultura ambiental**

### **2.2.1 Introducción**

La cultura ambiental es un medio elemental para preservar el cuidado y conservación del medioambiente, sin duda alguna el combustible para poder vivir mejor en el presente y futuro, propiciando el desarrollo sostenible de las generaciones.

Las presentes generaciones han sido testigos de un crecimiento acelerado en los procesos tecnológicos, que han invadido sin precedentes a todas las clases sociales, beneficiando en mayor parte a la clase alta por la adquisición económica que posee, pero con consecuencias sociales y ambientales en el ámbito rural.

### **2.2.2 Objetivos**

#### **a. General**

Brindar información sobre las 3 erres que son reutilizar, reciclar y reducir para que cada uno de los habitantes practiquen una de ellas en el hogar, haciendo saber que la cultura ambiental es indispensable para que tanto niños, jóvenes y adultos realicen acciones en pro de la conservación y protección del medio ambiente.

#### **b. Específicos**

Promover la cultura ambiental en los comunitarios como medio para la mejoría de su entorno natural.

Crear conciencia sobre los daños ambientales que le causan al medio ambiente y que repercuten en la vida de todos los seres vivos.

### 2.2.3 Justificación

Adoptar una cultura ambiental no es un proceso difícil, puesto que los cambios a realizar son de actitudes y valores en pro del ambiente, cambios que no influirán de modo notorio en nuestro estilo de vida, pero que garantizan un mejor futuro para todos, por lo que de ser posible, hay que contagiar este espíritu a toda las personas, comenzando con la juventud.

### 2.2.4 Metodología

- Se tuvo una asamblea general con los comunitarios para indicarles la importancia de promover la cultura ambiental y lo fundamental que era su participación en la actividad, para lo cual de las 200 personas presentes el 50% confirmaron su asistencia a la charla.
- Después se les informó el día y la hora en que se iba a realizar.
- El 06 de agosto se llevó a cabo la charla tratando temas sobre cultura ambiental y recursos naturales, así también a través de videos e imágenes se les sensibilizó para que tomaran conciencia de la realidad latente de su aldea.
- La charla fue brindada en el idioma *q'eqchi'* por dificultad por parte de la población para comprender el idioma español.

### 2.2.5 Recursos

#### a. Humano

- Epesista de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.
- Comunitarios.

**b. Físico**

- Papelógrafos.
- Pelota.
- *Masking Tape*.
- Marcadores.

**2.2.6 Resultados**

La charla fue impartida a 72 comunitarios de aldea Cojaj en el salón comunal, para ello se utilizaron fotografías que mostraban la realidad ambiental de la aldea, a través del idioma *q'eqchi'* para facilitar su comprensión. Así mismo dentro de la actividad se realizaron preguntas para evaluar el nivel de comprensión, preocupación y acciones en pro de la naturaleza.

**FOTOGRAFÍA 8  
PRESIDENTE DE COCODE TRASLADANDO  
LA INFORMACIÓN EN IDIOMA Q'EQCHI'**



**Tomada por:** Madelyn Mendoza. Año 2017.

## **2.3 Elaboración de abono orgánico**

### **2.3.1 Introducción**

La elaboración de abonos orgánicos es una de las alternativas para aprovechar los residuos vegetales provenientes de las actividades agropecuarias, esto a la vez permite obtener insumos que pueden utilizarse para la fertilización de áreas productivas familiares.

Buscamos la reutilización de los insumos y materiales, para no depender de los materiales externos que muchas veces no se adecuan para la elaboración de los abonos. Por tal razón la aldea Cojaj es un área potencial para conllevar este tipo de proyectos cuando existe actitud e iniciativa de las personas para aprovechar los insumos locales y contribuir al aporte de técnicas para enriquecer el recurso suelo, indispensable en la producción agrícola.

### **2.3.2 Objetivos**

#### **a. General**

Aprovechar los desechos orgánicos y recursos con los que cuentan los pobladores de la aldea Cojaj, para producir un abono de fácil preparación y que coadyuve al cuidado del medio ambiente cuando sea utilizado para la siembra de cultivos.

#### **b. Específicos**

Capacitar a las mujeres en temas de elaboración de abonos y buenas prácticas agrícolas.

### **2.3.3 Justificación**

Las necesidades de una aldea son muy diversas y las alternativas de solución son complejas para su intervención. Formar recurso humano capaz de replicar técnicas de producción es indispensable para que los modelos de producción actuales puedan transformarse y adecuarse a las necesidades existentes. Las áreas productivas de granos básicos principalmente, producen grandes cantidades de residuos vegetales provenientes de cosechas, materiales que pueden aprovecharse para la elaboración de fuentes orgánicas de fertilización para las áreas productivas.

Líderes comunitarios mostraron interés en recibir capacitaciones en cuanto a la producción de abonos orgánicos principalmente para uso en las parcelas propias familiares.

### **2.3.4 Metodología**

- Se convocó a una reunión comunitaria para informar sobre la actividad que se realizaría, en la que participaron únicamente las mujeres de la comunidad, por lo que el grupo objetivo a trabajar fueron ellas.
- A la general se solicitó el apoyo para que una señora diera el espacio en su casa para hacer el abono, debido a que no había otro lugar comunal para hacerlo.
- Se definió hacer la actividad el día 26 de abril en casa de doña Marta Pop y se repartieron los materiales que se necesitaban para la elaboración del abono orgánico.
- Luego se brindó una capacitación inicial para indicar el proceso que conllevaría la elaboración de abono orgánico.

## FOTOGRAFÍA 9 CAPACITACIÓN INICIAL



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

- Se hizo la primera capa con 1 costal de hojas secas que se encontraba en el área, después se aplicó una segunda capa con tierra de 10 cm de espesor y sobre ella estiércol de vaca y por último la ceniza, levadura de cerveza mezclada con panela.

## FOTOGRAFÍA 10 REALIZANDO LAS CAPAS CON LOS MATERIALES



Tomada por: Claudia Alba. Año 2017.

- Esto se repitió dos veces hasta llegar a una altura de 70 cm de altura, seguidamente se cubrió con un *nylon* para que se mantuviera el calor y humedad constante.
- Durante los primeros 7 días se le hizo volteos constantes y estuvieron a cargo del grupo de mujeres.
- Los días 04 de mayo, 09 de mayo y 16 de mayo se hizo un monitoreo de la humedad y temperatura.

### **2.3.5 Recursos**

#### **a. Humanos**

- Epesista de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.
- Mujeres de la aldea.
- COCODE.

#### **b. Materiales**

- 40 libras de estiércol de ganado bovino.
- 1 quintal de suelo fino.
- 50 libras de rastrojo seco o bien cascarilla de café.
- 1 libra de panela.
- 100 gramos de levadura de cerveza.
- 5 litros de agua.
- 7 libras de ceniza.
- Palas.
- Azadón.
- Tablas.
- Costales.
- Termómetro.

### 2.3.6 Resultados

La elaboración de abono orgánico se realizó con 17 mujeres de la aldea, las cuales mostraron motivación e interés por llevar a cabo esta práctica. Primero se les dio una capacitación sobre la importancia y beneficios que tiene los abonos orgánicos sobre los cultivos y el suelo.

**TABLA 14**  
**MONITOREO DE LA HUMEDAD Y TEMPERATURA**

Fecha	Humedad	Temperatura °C
04 de mayo	Ligeramente húmedo	65
09 de mayo	Húmedo	42
16 de mayo	Seco	50

**Fuente:** Datos obtenidos en campo. Año 2017.

**FOTOGRAFÍA 11**  
**PRUEBA DE HUMEDAD, SEGUNDO MONITOREO**



**Tomada por:** Delia Pop. Año 2017.

Durante el proceso de degradación de los materiales, la temperatura y humedad se mantuvo en un rango que permitió su fácil descomposición y la obtención de un producto de calidad.

Después de haber pasado 2 meses, se coló en el cedazo el material para eliminar los restos y de esa manera se obtuvo un quintal y medio de abono orgánico. Esta práctica se transfirió a 10 familias más que aplicaron la metodología.

### **FOTOGRAFÍA 12 ABONO ORGÁNICO FINALIZADO**



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

### **TABLA 15 LISTA DE COTEJO**

<b>No.</b>	<b>Aspecto a calificar</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Existe participación activa de las personas	<b>x</b>	
2	Realizan los volteos constantes	<b>x</b>	
3	Observan cambios del material depositado	<b>x</b>	
4	Durante la elaboración se van resolviendo dudas	<b>x</b>	
5	Se replicó con las demás familias la elaboración de abonos	<b>x</b>	

Fuente: Elaboración propia. Año 2017.

## **2.4 Caracterización de desechos sólidos del puesto de salud, agro ferretería, escuelas e INEB telesecundaria**

### **2.4.1 Introducción**

La aldea Cojaj actualmente está integrada por una gama de servicios entre los cuales se encuentran: puesto de salud, gasolinera, farmacia, agro ferretería, escuelas y telesecundaria que atienden tanto a pobladores locales de la aldea como personas que transitan por la ruta RN-5. La prestación de estos servicios genera residuos sólidos, los cuales no reciben el manejo adecuado luego de su utilización.

### **2.4.2 Objetivos**

#### **a. General**

Caracterizar los desechos sólidos provenientes del puesto de salud, agro ferretería y centros educativos de aldea Cojaj.

#### **b. Específicos**

Definir los días en que se recolectarían los residuos sólidos provenientes de cada lugar de muestreo.

Involucrar al COCODE y jóvenes en la realización de la caracterización a fin de que conozcan el procedimiento y la cantidad de residuos.

Clasificar los residuos sólidos de acuerdo a su origen.

### **2.4.3 Justificación**

Es importante cuantificar y caracterizar los desechos sólidos provenientes de diferentes comercios a fin de tener una base estadística de estos desechos y en futuro se sirva de referencia para

proyectos respecto al manejo de desechos sólidos. La aldea tiene como principal problema la dispersión de desechos sólidos en diferentes áreas de la comunidad, provocando contaminación visual.

#### **2.4.4 Metodología**

- Carta dirigida a usuarios que participaron dentro de la caracterización.
  
- Luego se impartió una charla de inducción acerca de lo que es la caracterización de residuos sólidos, la finalidad, objetivos y los resultados que se esperaban obtener.
  
- Capacitación a los niños que participaron en la caracterización, considerando aspectos como su presentación ante los usuarios seleccionados; el tipo de información a recabar; el trabajo a ejecutar con los residuos recolectados.
  
- Se registró el nombre de la persona responsable y el número de habitantes por usuario a muestrear.
  
- Se enumeraron los usuarios y con base a ello, se identificaron las bolsas colocándoles etiquetas especificando el número de usuario y la fecha.
  
- Se entregaron las primeras bolsas vacías a los propietarios de cada usuario seleccionado, y se les indicó que debían depositar los residuos generados por día.
  
- Diariamente se recogieron las bolsas con residuos, y se les daba la siguiente para otro día.

- Traslado de las bolsas recolectadas al salón comunal lugar donde se realizó la caracterización.

### FOTOGRAFÍA 13 CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

- Determinación de la generación *per cápita* y la generación total diaria de desechos sólidos:
  - a) Se utilizó el total de residuos recolectados por día de muestreo.
  - b) Se pesó diariamente ( $w$ ) la totalidad de las bolsas recogidas durante los días que duró el muestreo.

## FOTOGRAFÍA 14 PESAJE DE LAS BOLSAS



Tomada por: Deisy Rax. Año 2017.

- c) Este peso representó (wt) la cantidad total de basura diaria generada por los usuarios.
- d) En función a los datos recopilados sobre número de personas por usuario (ni), se determinó el número total de personas que intervinieron (Nt) en el muestreo.
- e) Se dividió el peso total de las bolsas (wt) entre el número total de personas (Nt), para obtener la generación *per cápita* diaria promedio (kg/hab/día).

Generación *per cápita* diaria de residuos =  $\text{Peso total de residuos (wt)} / \text{Número total de personas (Nt)}$

- f) Para determinar la generación total diaria se multiplicó la generación *per cápita* por el número de habitantes de la localidad.

Generación total diaria de residuos = Generación *per cápita* diaria de residuos \* Nt (kg/día)

- g) La densidad de la basura se obtuvo dividiendo el peso de la basura (w) entre el volumen del recipiente (V).

Densidad D (kg/m<sup>3</sup>)= Peso del residuo W (kg) / Volumen de la basura V (m<sup>3</sup>)

#### **2.4.5 Recursos**

##### **a. Humanos**

- Epesista de IGAL.
- Miembros de COCODE.
- Jóvenes de Cojaj.

##### **b. Materiales**

- Bolsas.
- Mascarillas.
- Guantes.
- Balanza.
- Recipiente de aluminio.
- Un ciento de bolsas negras.
- 6 costales grandes.
- Cinta métrica.
- Formato de control de desechos sólidos.

## 2.4.6 Resultados

La caracterización de los desechos sólidos se hizo en un período de 4 días abarcando 5 usuarios que fueron los participantes. Cada usuario contribuyó brindando información que se utilizó para obtener los datos que se presentan en las siguientes tablas.

### FOTOGRAFÍA 15 SEPARACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE DESECHOS SÓLIDOS



Tomada por: Juan Acte. Año 2017.

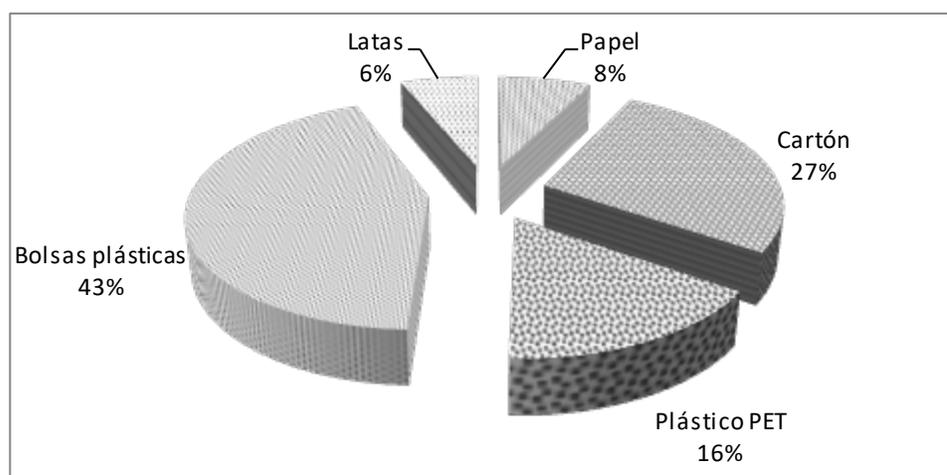
### TABLA 16 CLASIFICACIÓN DE DESECHOS Y PESO

Agro ferretería Cojaj		
Tipo de residuo	Peso (kg)	%
Papel	0.37	8
Cartón	1.36	27
Plásticos PET	0.8	16
Bolsas plásticas	2.16	43
Latas	0.31	6
Volumen (m <sup>3</sup> )	0.12	
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	41.67	
Cantidad diaria (kg)	1.67	
Producción <i>per cápita</i> (kg/persona)	0.14	

Fuente: Datos obtenidos de investigación de campo. Año 2017.

El mayor porcentaje de desechos sólidos provenientes de la agroferretería son las bolsas plásticas y el cartón, esto a razón que son los materiales de mayor uso por ser el comercio más visitado por los comunitarios.

**GRÁFICA 1  
COMPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS, AGRO  
FERRETERÍA**



**Fuente:** Datos obtenidos de investigación de campo. Año 2017.

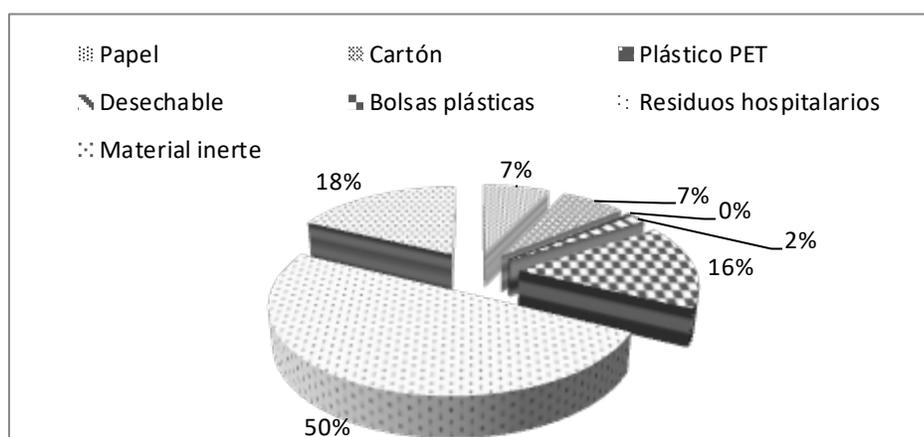
**TABLA 17  
CLASIFICACIÓN DE DESECHOS Y PESO**

Puesto de salud		
Tipo de residuo	Peso (kg)	%
Papel	0.91	7
Cartón	0.88	7
Plásticos PET	0.06	0
Desechable	0.20	2
Bolsas plásticas	2.04	16
Residuos hospitalarios	6.35	50
Material inerte	2.27	18
Peso total (kg)	12.71	
Volumen (m <sup>3</sup> )	0.21	
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	60.52	
Cantidad diaria (kg)	6.35	
Producción <i>per cápita</i> (kg/persona)	0.19	

**Fuente:** Datos obtenidos de investigación de campo. Año 2017.

El puesto de salud aproximadamente atiende al día a 32 pacientes, por lo cual la generación de desechos hospitalarios peligrosos es de un 50% en comparación con los demás desechos generados.

## GRÁFICA 2 COMPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS, PUESTO DE SALUD



**Fuente:** Datos obtenidos de investigación de campo. Año 2017.

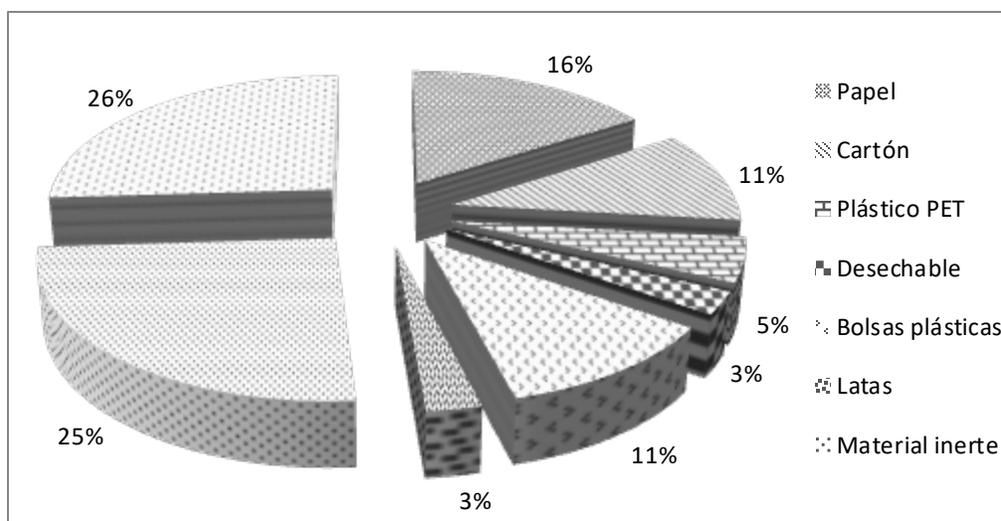
## TABLA 18 CLASIFICACIÓN DE DESECHOS Y PESO

Escuela No.1		
Tipo de residuo	Peso (kg)	%
Papel	5.44	16
Cartón	3.68	11
Plásticos PET	1.76	5
Desechables	0.91	3
Bolsas plásticas	3.86	11
Latas	0.91	3
Material inerte	8.62	25
Materia orgánica	8.84	26
Peso total (kg)	34.02	
Volumen (m <sup>3</sup> )	0.27	
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	126	
Cantidad diaria (kg)	8.50	
Producción <i>per cápita</i> (kg/persona)	0.03	

**Fuente:** Datos obtenidos de investigación de campo. Año 2017.

El mayor tipo de desechos sólidos provenientes de la escuela No.1 corresponde a la materia orgánica con un 26% como se muestra en la gráfica 3, mientras que los de menor proporción son las latas y los desechables hablándose de platos y vasos.

**GRÁFICA 3**  
**COMPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS, ESCUELA No.1**



Fuente: Datos obtenidos de investigación de campo. Año 2017.

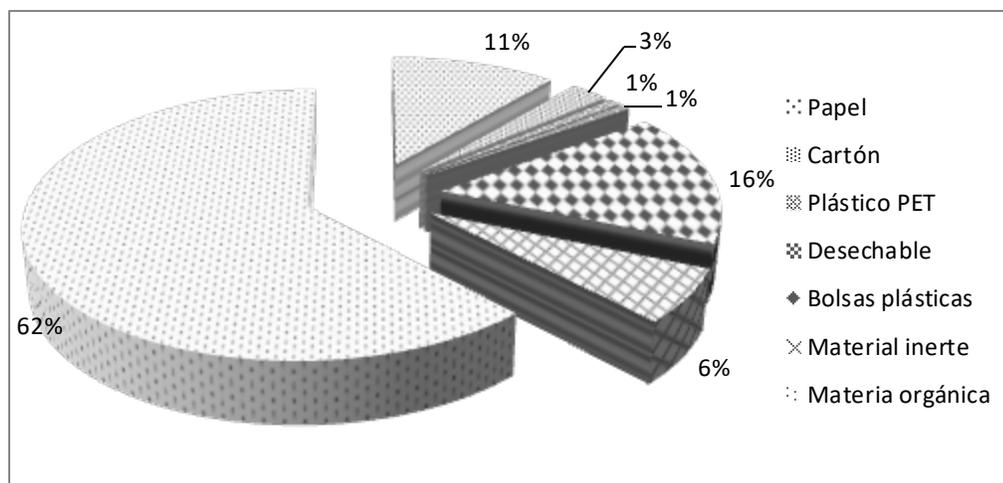
**TABLA 19**  
**CLASIFICACIÓN DE DESECHOS Y PESO**

Escuela No.2		
Tipo de residuo	Peso (kg)	%
Papel	1.87	11
Cartón	0.43	3
Plásticos PET	0.14	1
Desechable	0.11	1
Bolsas plásticas	2.72	16
Material inerte	1.08	6
Materia orgánica	10.43	62
Peso total (kg)	16.78	
Volumen (m <sup>3</sup> )	0.18	
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	93.22	
Cantidad diaria (kg)	4.19	
Producción <i>per cápita</i> (kg/persona)	0.03	

Fuente: Datos obtenidos de investigación de campo. Año 2017.

En la escuela No.2 los desechos que más se generan son materia orgánica en un 62%, su consumo no está basado en desechables y plásticos PET.

**GRÁFICA 4  
COMPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS,  
ESCUELA No.2**



Fuente: Datos obtenidos de investigación de campo. Año 2017.

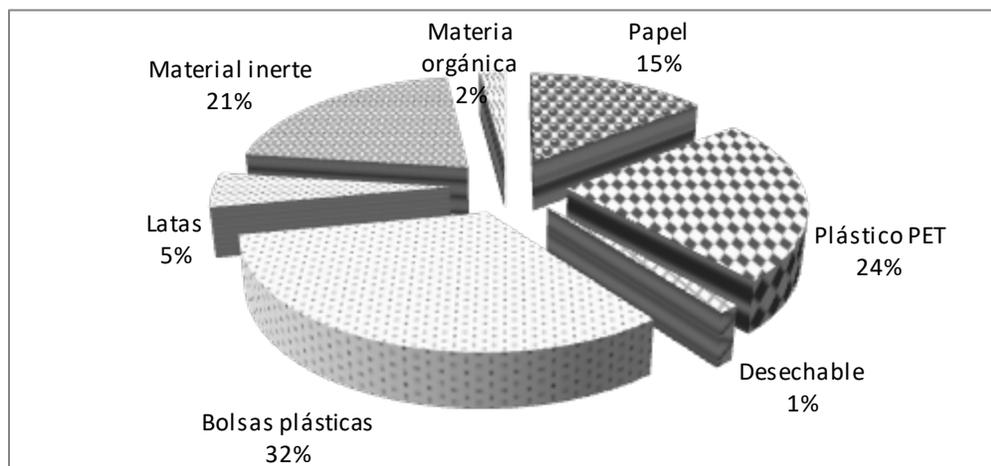
**TABLA 20  
CLASIFICACIÓN DE DESECHOS Y PESO**

INEB TELESECUNDARIA		
Tipo de residuo	Peso (kg)	%
Papel	1.59	15
Plásticos PET	2.58	24
Desechable	0.14	1
Bolsas plásticas	3.54	32
Latas	0.54	5
Material inerte	2.27	21
Materia orgánica	0.23	2
Peso total (kg)	10.89	
Volumen (m <sup>3</sup> )	0.14	
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	77.79	
Cantidad diaria (kg)	2.72	
Producción <i>per cápita</i> (kg/persona)	0.02	

Fuente: Datos obtenidos de investigación de campo. Año 2017.

La caracterización de los desechos del INEB, indican en la gráfica 5 la generación de un 32% de bolsas plásticas, los plásticos PET con el 24% y los desechables en su menor generación de 1%.

### GRÁFICA 5 COMPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS, INEB TELESECUNDARIA



**Fuente:** Datos obtenidos de investigación de campo. Año 2017.

Al finalizar la caracterización, se les entregó a los 28 niños un diploma por su participación y apoyo.

### FOTOGRAFÍA 16 ENTREGA DE DIPLOMAS



**Tomada por:** Nurian Santa María. Año 2017.

## 2.4.7 Evaluación

**TABLA 21**  
**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD, LISTA DE COTEJO**

No.	Aspecto	SI	NO	Observaciones
1	Los desechos son dispuestos en las bolsas entregadas.	X		
2	Utilizan el equipo necesario para su clasificación	X		
3	Son generados en base a su origen los desechos	X		
4	Las bolsas se entregan de manera puntual	X		
5	Se tiene un control de las bolsas	X		

Fuente: Elaboración propia. Año 2017.

## 2.5 Campaña de limpieza en aldea Cojaj

### 2.5.1 Introducción

Las ciudades y grandes poblados generan una cantidad considerable de desechos proveniente de los procesos industriales y actividades humanas, la aldea Cojaj no es la excepción por su ubicación cercana a la cabecera municipal y el gran avance tecnológico que se ha tenido se ha llegado a convertir en un espacio de comercio donde circulan y convergen diferentes personas a lo cual se tiene la visualización de desechos sólidos dispersos por la carretera principal así como de los puntos de acopio para los comunitarios. La jornada de limpieza es una actividad que además de crear conciencia ambiental propicia el interés colectivo para habitar en un medio limpio.

## **2.5.2 Objetivos**

### **a. General**

Mejorar el contacto visual de los comunitarios con su aldea a través de acciones responsables para no desechar la basura en la calle.

### **b. Específicos**

Mantener la limpieza en los alrededores y carretera principal.

Recoger toda la basura observada durante la actividad.

## **2.5.3 Justificación**

Es importante que se realice la jornada de limpieza, para recolectar los residuos de distinta naturaleza, tanto orgánicos como inorgánicos que afectan los alrededores del centro de la aldea y del nacimiento de agua. Su objetivo es reducir el impacto negativo de la basura en la zona de influencia del nacimiento y de espacios utilizados por los comunitarios, con ello evitar la proliferación de vectores y acumulación de distintos tipos de desechos, en especial aquellos que puedan perturbar la calidad de vida.

## **2.5.4 Metodología**

- Se solicitó apoyo a los directores de los centros educativos primarios de aldea Cojaj, para que se unieran a esta actividad.
- Se realizaron 2 jornadas de limpieza en coordinación con la escuela No.1 y escuela No.2.

## FOTOGRAFÍA 17 PROMOVIENDO EDUCACIÓN AMBIENTAL



Tomada por: Ana Cucul. Año 2017.

- La primera campaña se hizo en conjunto con todos los docentes y grados de la escuela No.1, desarrollándose de la siguiente forma: Se convocó a una reunión donde se impartió el tema de “Promoviendo la educación ambiental y valores ecológicos”.
- Después de ello se distribuyeron los espacios, en donde cada grado recogería la basura. Luego se les dieron guantes y bolsas que iban rotuladas de acuerdo a la clasificación de: desechos orgánicos e inorgánicos.
- Al finalizar la recolección las bolsas se trasladaron a las instalaciones de la escuela y los desechos orgánicos se depositaron en un agujero; de los desechos inorgánicos se separaron los vidrios, plásticos, cartón y PET. Los vidrios y PET se vendieron en la recicladora que se ubica en el Caserío Chajquej y lo demás fue transportado en un *pick-up* al basurero municipal de Carchá.

## FOTOGRAFÍA 18 CLASIFICANDO LOS DESECHOS INORGÁNICOS



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

- La segunda campaña fue con 25 alumnos de la escuela No.2 y se hicieron 5 grupos para recolectar los desechos sólidos, de la misma manera se repartieron los guantes y bolsas identificadas para su recolección.

## FOTOGRAFÍA 19 RECOLECTANDO DESECHOS EN LA CALLE



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

## 2.5.5 Recursos

### a. Humanos

- Epesista de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.
- Estudiantes.

### b. Físicos

- Guantes.
- Bolsas negras.
- Escobas.
- Vehículo.
- Balanza.

## 2.5.6 Resultados

Se recolectaron en las áreas de: gasolinera Cojaj a Vista Hermosa, área del puesto de salud, mercado, nacimiento y alrededor de la escuela No.1 y 2. En la primera campaña se recolectaron un total de 47 libras: 2 libras de reciclable, 10 libras de orgánico y 35 libras de inorgánico.

### FOTOGRAFÍA 20 CANTIDAD DE DESECHOS RECOLECTADOS



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

En la segunda campaña de aseo se recolectaron un total de 343 libras divididas: 8 libras de reciclable, 300 libras inorgánicas y 35 libras de orgánico.

Charla a 289 niños de la escuela No.1, sobre el tema de los valores ambientales y la educación ambiental.

### **FOTOGRAFÍA 21 DESECHOS RECOLECTADOS POR ESCUELA No.2**



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

### **FOTOGRAFÍA 22 RECOLECCIÓN EN NACIMIENTO COJAJ**



Tomada por: Roxana Andrade. Año 2017.

## **2.6 Evaluación de aspectos técnicos para un mini relleno sanitario**

### **2.6.1 Introducción**

La disposición final que se le da a los desechos sólidos es un proceso que requiere de conocimiento, estudios e intervención de diferentes actores. Los desechos no solo deben de ser tirados a un espacio baldío sino que se tiene que hacer un análisis para evaluar el sitio, sus condiciones hidrogeomorfológicas como ambientales del lugar. Así como definir el tipo de desechos que se dispondrán, el tratamiento a fin de no generar impactos negativos al ambiente y a la salud de los comunitarios.

### **2.6.2 Objetivos**

#### **a. General**

Evaluar las condiciones del terreno comunal para la construcción de un mini relleno sanitario.

#### **b. Específicos**

Realizar constantes pruebas de infiltración para determinar la capacidad de agua al infiltrarse.

Llevar a cabo un Estudio de Capacidad de Uso de la Tierra.

### **2.6.3 Justificación**

Para la construcción de obras grises es fundamental el contar con bases que establezcan las condiciones favorables para su uso en este caso se tiene la intención de que en un futuro la aldea Cojaj cuente con un mini relleno sanitario para disponer los desechos sólidos generados a nivel de centros educativos y comercios a fin de ir reduciendo las costumbres de quemarla y generar impactos al

suelo y aire. Por ello se ha contemplado realizar el Estudio de Capacidad de Uso de la Tierra para que en base a ello se defina si esas tierras son aptas para esta infraestructura, así como el conocer la capacidad de infiltración por la cuestión de los lixiviados que se generan.

#### **2.6.4 Metodología**

- Se solicitó al comité de cabecilla de tierra un terreno sin uso y que podría ser hábil para su evaluación respectiva.
- Se hizo un recorrido por el terreno para evaluar sus condiciones.
- Luego a través de una estación total marca LEICA y modelo TCR 407 POWER con una precisión angular de 7". Se realizó el levantamiento topográfico del área.

### **FOTOGRAFÍA 23 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA**



**Tomada por:** Roberto Cacao. Año 2017.

**TABLA 22**  
**DATOS DE ÁNGULO Y DISTANCIA DEL**  
**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

MINI RELLENO SANITARIO			
ALDEA COJAJ, SAN PEDRO CARCHÁ			
ÁREA: 821.028 metros cuadrados			
EST	PO	AZIMUT	DISTANCIA (m)
0	1	98°5'16"	41.666
1	2	194°52'46"	20.223
2	3	279°3'48"	41.492
3	0	14°35'55"	19.501

**Fuente:** Datos obtenidos en campo a través de la estación total LEICA. Año 2017.

**a. Prueba de infiltración**

Se ubicaron las coordenadas de los 2 puntos donde se realizarían las pruebas de infiltración. Luego se limpió el área para hacer la abertura de los dos agujeros con diámetro de 20 cm y profundidad de 60 cm.

Después se colocó una regla al inicio del agujero para así llenarlo al límite y luego iniciar con las lecturas cada 30 segundos, 1 minuto, 5, 10 y 30 minutos.

**FOTOGRAFÍA 24**  
**PRUEBA DE INFILTRACIÓN, PUNTO 1**



**Tomada por:** Julio Mendoza. Año 2017.

## **b. Estudio de capacidad de uso de la tierra**

### **1) Fase de gabinete**

- Recopilación de información respecto a: localización geográfica, acceso, extensión, clima, precipitación pluvial, vientos, zonas de vida, etc.
- A través de *arcgis* se elaboraron mapas de unidades fisiográficas, pendientes y uso de la tierra.

### **2) Fase de campo**

- Consistió en caminamientos del área así como observaciones visuales.
- Se hicieron 2 calicatas para medir la profundidad efectiva de los suelos.
- Chequeos de las pendientes máximas con el propósito de corroborar lo que se tiene en gabinete, esto por medio de una brújula.

### **3) Segunda fase de gabinete**

- Luego de haber finalizado con el trabajo de campo se procedió a analizar los datos obtenidos y mediante la matriz de clasificación de uso de la tierra se definió la capacidad del área.

## IMAGEN 1 MATRIZ DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA PARA LA REGIÓN TIERRAS CALIZAS ALTAS DEL NORTE

PENDIENTES (%)					
PROFUNDIDAD DEL SUELO (cm)	< 8	8 - 16	16 - 32	32 - 55	> 55
>90	A	A/Am	Am	Ap	F/Fp
50-90	A	A/Am	Am/Aa	Ap/F	F/Fp
20-50	Am/Aa	Am/Aa	Ss/Am	F	Fp
<20	Aa/Ss	Ss/Am	Ss/F	Fp	Fp

**Fuente:** Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso, INAB. Año 2017.

### Simbología

**A=** Agricultura sin limitaciones.

**Am=** Agricultura con mejoras.

**Aa=** Agroforestería con cultivos anuales.

**Ss=** Sistemas silvopastoriles.

**Ap=** Agroforestería con cultivos permanentes.

**F=** Tierras forestales para producción.

**Fp=** Tierras forestales de protección.

### 2.6.5 Recursos

#### a. Humanos

- Epesista de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.
- Comunitarios participantes.

#### b. Físicos

- Estación total.

- GPS.
- Brújula.
- Metro.
- Estacas.
- Pala.
- Agua.

## IMAGEN 2

### MODIFICACIONES A LAS CATEGORÍAS DE CAPACIDAD DE USO EN FUNCIÓN DE LA PEDREGOSIDAD Y EL DRENAJE

CATEGORÍA SIN FACTORES MODIFICADORES	PEDREGOSIDAD	DRENAJE	CATEGORÍA MODIFICADA
A	No limitante	No limitante	A
		Limitante	A m
	Limitante	No Limitante	Ss
		Limitante	Ss
A m	No limitante	No limitante	A m
		Limitante	Ss/Ap
	Limitante	No Limitante	Ss
		Limitante	Ss
Aa	No limitante	No limitante	Aa
		Limitante	Ss/Ap
	Limitante	No Limitante	Ss
		Limitante	Ss
Ss	Limitante	No Limitante	F/Ep
		Limitante	Ep
Ap	No limitante	No Limitante	Ap
	Limitante	No Limitante	F/Ep
F	No limitante	No limitante	F
	Limitante	No Limitante	Ep

**CASOS ESPECIALES:** En las categorías Ap y F, se considera poco probable la presencia de limitaciones de drenaje; de presentarse, se modifican hacia Ep.  
La categoría Ss por definición ya presenta limitaciones de pedregosidad y/o de drenaje, por lo que su grado de manifestación determina que permanezca como Ss o bien se modifique hacia F o Ep.

Fuente: Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso, INAB. Año 2017.

## 2.6.6 Resultados

**TABLA 23**  
**PUNTOS DE PRUEBAS DE INFILTRACIÓN**

No.	Coordenada X	Coordenada Y	Infiltración básica
1	807827	1722756	1.97 cm/hora
2	807830	1722756	3.49 cm/hora

Fuente: Elaboración propia datos de campo. Año 2017.

**TABLA 24**  
**INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CAPACIDAD DE**  
**USO DE LA TIERRA**

<b>Pendiente mínima</b>	13 %
<b>Pendiente máxima</b>	16 %
<b>Profundidad efectiva</b>	25 cm
<b>Pedregosidad</b>	No limitante
<b>Drenaje</b>	No limitante
<b>Zona de vida</b>	Bosque muy húmedo subtropical frío
<b>Precipitación promedio</b>	2 280 mm
<b>Elevación mínima</b>	1 100 metros sobre el nivel del mar
<b>Elevación máxima</b>	1 800 metros sobre el nivel del mar

Fuente: Elaboración propia de datos obtenidos de campo. Año 2017.

Con base a la matriz de capacidad uso de la tierra se tiene como resultado que las tierras son aptas para agricultura con mejoras y agroforestería con cultivos anuales, con las modificaciones en función de la pedregosidad y drenaje se tiene la misma capacidad de uso de la tierra.

## 2.7 Recuperación de la zona de influencia del nacimiento de agua

### 2.7.1 Introducción

Los recursos naturales son indispensables tanto para los seres que habitan dentro de su medio como de los seres humanos por los servicios ambientales que prestan. La aldea Cojaj al contar con una

sola fuente de abastecimiento de agua para la gran demanda poblacional que existe, requiere de acciones que conserven el nacimiento. Por ello que como actividad se tiene la recuperación de su zona de influencia dando inicio con la toma de muestras de agua para verificar la calidad de agua, conocer la cantidad de agua que se genera por tiempo y la reforestación con especies forestales nativas del área.

### **2.7.2 Objetivos**

#### **a. General**

Recuperar el nacimiento de la aldea a través de acciones encaminadas a su saneamiento y protección en conjunto con los comunitarios.

#### **b. Específicos**

Evaluar mediante un análisis bacteriológico del agua del nacimiento la presencia de coliformes fecales.

Reforestar alrededor del nacimiento con especies nativas y darle un manejo adecuado.

### **2.7.3 Justificación**

El agua como elemento fundamental para la vida es un recurso que todos debemos de velar por su protección, la calidad de agua es determinante para evitar enfermedades gastrointestinales que se puedan dar por la contaminación del agua. Así mismo es indispensable el cuidado por la poca accesibilidad a fuentes de agua que tienen los pobladores del área rural.

## 2.7.4 Metodología

### a. Toma de muestra de agua

- Se dirigió al centro de salud de Carchá por bolsas para depositar la muestra de agua.
- Luego se llevó una hielera para poder guardar a una temperatura media la muestra.
- Se recogió con un recipiente esterilizado la muestra de agua y se depositó en la bolsa, luego se aseguró y guardó en la hielera.
- Se llevó al centro de salud para su respectivo análisis bacteriológico.

### FOTOGRAFÍA 25 TOMA DE MUESTRA, NACIMIENTO COJAJ



Tomada por: Claudia Alba. Año 2017.

### **b. Aforar el nacimiento**

- Se utilizó el método volumétrico el cual consistió en tomar el tiempo que demoraba en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se dividió el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en l/seg.

### **c. Reforestación**

- Se convocó a los comunitarios y personal que apoyarían en la reforestación.
- Limpieza del área con machete y azadón.
- Se definieron las distancias a través del método del tresbolillo el cual consistió en formar triángulos equiláteros con una distancia de 3 metros para luego sembrar cada árbol en uno de los vértices de los triángulos.

## **FOTOGRAFÍA 26 SIEMBRA DE ÁRBOLES EN TRESBOLILLO**



**Tomada por:** Nurian Santa Maria. Año 2017.

## 2.7.5 Recursos

### a. Humanos

- Epesista de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.
- Comunitarios.

### b. Físicos

- Bolsas.
- Guantes.
- Árboles forestales.
- Recipiente volumétrico.
- Estacas.
- Hielera.
- Machete.

## 2.7.6 Resultados

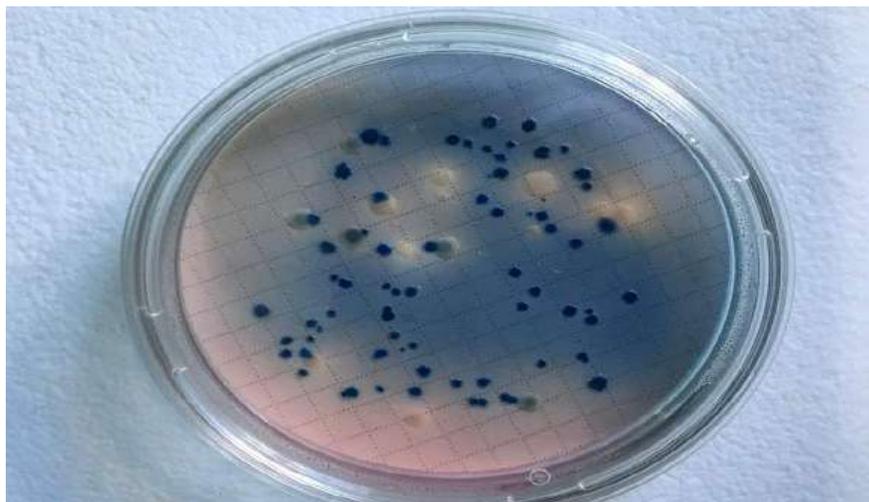
**TABLA 25**  
**RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO**

No.	Lugar	Coliformes Totales	Coliformes Fecales	Cloro mg/l	pH
1	Casa del señor Hudo Coc	01/100 ml	51/100 ml	0	7.8
2	Nacimiento	08/100 ml	61/100 ml	0	7.8
3	Tanque de almacenamiento	07/100 ml	53/100 ml	0	7.8

**Fuente:** Obtenidos de los resultados realizados por el centro de salud, Carchá. Año 2017.

Las tres muestras obtenidas tienen presencia de la bacteria *Escherichia Coli*, debido a que en sus coliformes fecales se observa que esta más de 50 sobre 100mL. Ausencia de cloro por provenir directamente del nacimiento y no existe el uso del método de cloración.

## FOTOGRAFÍA 27 MEMBRANA DE FILTRACIÓN CON COLIFORMES



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

### TABLA 26 AFORO DEL NACIMIENTO, COJAJ

No.	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)	Caudal (l/seg)
1	5	7.32	0.68
2	5	4.19	1.20
3	5	5.49	0.91
Promedio			0.93

Fuente: Datos obtenidos en campo. Año 2017.

Se reforestó un área de 236 metros cuadrados con 150 árboles forestales divididas entre 50 de liquidambar y 100 de *Pinus maximinoi*, para reforestar el área circundante al nacimiento de Cojaj.

## 2.8 Capacitación sobre métodos de purificación y elaboración de filtros

### 2.8.1 Introducción

La extracción de agua por medio de los ríos y nacimientos ha aumentado, pero a su vez su contaminación esta alterada cada vez más por las acciones que realizan los seres humanos contemplando que del 75% de agua que existe en el ser humano solo el 0.01% es

agua dulce y que puede ser aprovechada para consumo humano siempre y cuando pase por un proceso de purificación y desinfección.

La participación comunitaria es notable en los procesos de agua potable y saneamiento básico, aún falta mucho por generar en las comunidades la suficiente capacidad de gestión, que garantice el funcionamiento y sostenibilidad de los sistemas, más aún cuando son ellas mismas quienes deben asumir la inmensa responsabilidad de administrarlos.

## **2.8.2 Objetivos**

### **a. General**

Capacitar a las mujeres para que conozcan y apliquen los métodos de purificación en cada uno de sus hogares para mejorar el saneamiento ambiental del agua.

### **b. Específicos**

Elaborar un modelo de filtro artesanal para que cada una de las participantes lo replique en sus hogares.

Incentivar la aplicación de métodos de purificación fáciles para evitar las enfermedades gastrointestinales en los niños.

## **2.8.3 Justificación**

La purificación del agua es de gran importancia para tener el acceso a un agua más limpia y libre de microorganismos que causan enfermedades en los seres humanos. El aplicar cloro, hervir el agua o pasarla por un filtro de arena, ayuda a disminuir la presencia de patógenos dañinos. En el área rural la aplicación de estos métodos

es muy escasa a razón del desconocimiento y de los problemas que se tienen al no tomar agua que sea apta para consumo humano.

#### **2.8.4 Metodología**

- Se solicitó a Plan International el apoyo para que donarán los materiales necesarios para la elaboración de los filtros.
- Se les hizo lavado a los diferentes tipos de arena por tener demasiada suciedad.

### **FOTOGRAFÍA 28 LAVADO DE ARENA**



**Tomada por:** Nurian Santa Maria. Año 2017.

- Se coordinó con la presidente del comité femenino la asistencia de 12 mujeres para la capacitación.
- Reunión en el lugar que se dispuso para la capacitación y realización del filtro modelo.
- Se llevaron todos los materiales necesarios y se dió la explicación de la funcionalidad de cada uno de ellos.

- Después de haber realizado el filtro artesanal, se procedió a la entrega de los materiales para que cada una de las señoras lo realizará en su casa.
- 3 días después se supervisó en cada hogar de las participantes, para evaluar el uso y buen funcionamiento.

#### **a. Filtros caseros**

En la parte superior se hecho el carbón para absorber los olores, sabores y color; después la arena más fina, dispuesta así con la intención de que los sólidos se retengan en esta parte superior del lecho. Después de la primera capa de arena se agregó una segunda capa de arena gruesa, finalmente una capa de piedrín.

### **2.8.5 Recursos**

#### **a. Humano**

- Epesista de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.
- Mujeres.
- Instituciones financieras.

#### **b. Físicos**

- 12 cubetas de plástico con tapadera.
- 12 tubos PVC y grifos de agua.
- Piedrín, arena gruesa y fina.
- Carbón.
- Manta.

## 2.8.6 Resultados

Con base a la solicitud hecha hacia el gerente de Plan Internacional el licenciado José Gutiérrez se obtuvo el apoyo, por lo cual se proporcionaron: 12 cubetas de plástico, 12 tubos PVC y 12 grifos de agua.

### FOTOGRAFÍA 29 ENTREGA DE LOS INSUMOS POR PLAN INTERNATIONAL



Tomada por: Marysabel Santamaría. Año 2017.

A 12 señoras se les capacitó sobre la utilidad y el mantenimiento que le tenían que realizar a sus filtros para que tuvieran una buena funcionalidad, así mismo se les entrego el material escrito sobre la modalidad para hacer un filtro artesanal purificador de agua.

### FOTOGRAFÍA 30 ENTREGA DE MATERIALES



Tomada por: Marta Pop. Año 2017.

### FOTOGRAFÍA 31 GRUPO DE MUJERES CAPACITADAS, COJAJ



Tomada por: Ana Tzi. Año 2017.

## 2.9 Plan de educación ambiental aplicada para centros educativos del área urbana del municipio de Carchá

### 2.9.1 Introducción

La Unidad de Gestión Municipal ejecutó un plan de educación ambiental para el casco urbano del municipio el cual estuvo

integrado por diversas actividades que lograron el involucramiento, participación y conciencia de los habitantes en implementar acciones que coadyuven a mitigar y reducir los impactos generados en el municipio y que generan problemas ambientales.

Las actividades consistieron en charlas de educación ambiental a docentes y alumnos de los centros educativos del casco urbano, una feria de reciclaje y la armonización del medio ambiente expresada en la elaboración de murales.

## **2.9.2 Objetivos**

### **a. General**

Informar a los docentes de los niveles primario, básico y diversificado del área urbana sobre el proyecto de la planta de tratamiento de desechos sólidos para que se cumpla con su adecuado funcionamiento y la visualización de la problemática ambiental latente en el municipio en cada uno de sus componentes.

### **b. Específicos**

Generar conciencia ambiental en cada uno de los habitantes y hacerlos partícipes de las soluciones a los problemas que enfrenta el municipio de San Pedro Carchá, A.V.

Lograr la participación de los estudiantes, personal administrativo y docente en las acciones previas de clasificación y reciclaje de la basura.

## **2.9.3 Justificación**

En la actualidad cualquier acción ya sea a corto, mediano o largo plazo juega un papel importante en la conservación y

protección del ecosistema, por lo tanto, es fundamental la apropiada ejecución de programas educativos sobre la reutilización de los residuos sólidos y además la puesta en práctica de acciones concretas en pro de éste, porque el correcto uso de los recursos naturales de un país depende en gran parte, de su nivel de educación ecológica.

#### **2.9.4 Metodología**

##### **a. Charlas de educación ambiental enfocada a docentes y estudiantes de los centros educativos del casco urbano del municipio**

- Visita a la supervisión del distrito de Carchá a solicitar el listado de centros educativos.
- Conformación de los grupos para que 2 o 3 establecimientos recibieran la charla los días viernes.
- A través del supervisor del distrito se realizó la convocatoria para que todos asistieran.
- En cada charla se realizó una actividad de ejercitación de los conocimientos adquiridos.

##### **b. Feria del reciclaje en pro al cuidado del medio ambiente**

- Se solicitó el permiso del espacio físico de los alrededores de la municipalidad.
- Se realizó la convocatoria a los centros educativos para la realización de manualidades o diferentes productos con material reutilizable.

- Se contactaron a los medios de comunicación para hacer extensiva la información.
- Invitación a autoridades para que llevarán a cabo la evaluación de la feria del medio ambiente.

**c. Armonización de los procesos educativos a través de la educación ambiental y realización de murales**

- Solicitud del espacio del parqueo de buses de Carcha-Cobán.
- Realización de grupos en nivel primario y medio, distribuidos en dos días para llevar a cabo la acción.
- Se contactaron medios de comunicación para que la información se expandiera y fuera significativa.
- Se estableció el espacio de 3 metros para cada establecimiento.
- Gestión de la pintura para fondo de los espacios a utilizar.
- Traslado de la información a Supervisores de Distrito.

**2.9.5 Recursos**

**a. Humanos**

- Epesista de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.
- Docentes.

**b. Físicos**

- Cañonera.
- Computadora.
- Manualidades.

- Lista de asistencia.
- Lapicero.
- Marcadores.
- Papelógrafos.

### 2.9.6 Resultados

Las charlas fueron impartidas a los centros educativos del área urbana del municipio incluyendo escuelas y colegios. El tema del que se les hablo fueron los desechos sólidos, las 3 erres, la contaminación ambiental y los valores ambientales con base a los proyectos que está realizando la municipalidad y que se requiere que toda la población esté informada y colabore de manera participativa.

En cada una de las charlas se realizaron actividades de manualidades, exposiciones y otras; que fueron de apoyo para que se tuviera una participación activa tanto de docentes como de alumnos.

**TABLA 27**  
**CENTROS EDUCATIVOS PARTICIPANTES**

Centro educativo	Grupo	Cantidad
INEB Chibujbu	Docentes	22
INEB Experimental	Docentes	20
INEB Central	Docentes	
INEB Experimental	Estudiantes	380
Centro Don Bosco Tzacaniha'	Docentes	25
Colegio Don Bosco Salesiano	Docentes	16
Instituto de bachillerato	Estudiantes	140
Escuela bilingüe	Docentes	32
Escuela Marcela Flores	Docentes	
Centro urbano	Docentes	
Escuela de párvulos	Docentes	17
Adolfo Ferriere	Docentes	

**Fuente:** Elaboración propia. EPS 2017.

## FOTOGRAFÍA 32 CHARLA CON DOCENTES, ÁREA URBANA



Tomada por: Ing. Joel Meléndez. Año 2017.

## FOTOGRAFÍA 33 CHARLA A ESTUDIANTES DEL BACHILLERATO



Tomada por: Claudia Alba. Año 2017.

En la feria del reciclaje se tuvo la participación de 5 alumnos por establecimiento y la cantidad de involucrados fue de 14 centros educativos. Durante la actividad hubo exposición y ventas de manualidades utilizables y de adorno de toda clase realizadas con materiales reutilizables.

### FOTOGRAFÍA 34 PRODUCTO REALIZADO POR EL INEB CHIBUJBU



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

Para concientización permanente, los alumnos elaboraron en el parqueo de buses Carchá-Cobán 16 murales con mensajes ambientales para incentivar a las personas a conservar y proteger el medio natural que nos rodea.

### FOTOGRAFÍA 35 ELABORACIÓN DE MURALES AMBIENTALES



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

## **2.10 Juntos recuperamos y protegemos las fuentes hídricas de nuestra microrregión Cojaj**

### **2.10.1 Introducción**

Las fuentes hídricas son recursos naturales renovables que en tiempos actuales se podrían catalogar como recursos no renovables, esto a causa de la sobreexplotación y tiempo de regeneración lenta; integrado a todo ello la contaminación biológica, física y química que tienen las fuentes hídricas en el presente.

En el área rural existe mayor vulnerabilidad a que se produzca la contaminación biológica esto a causa del uso de letrinas en los hogares y que no les brindan un mantenimiento ni la protección idónea para evitar la contaminación a mantos freáticos.

### **2.10.2 Objetivos**

#### **a. General**

Proteger las fuentes hídricas presentes en la microrregión, para seguir preservando el vital líquido que es tan escaso en las áreas rurales y que por la falta de concientización son contaminados causando daños a la salud y al medio ambiente.

#### **b. Específicos**

Reforestar los nacimientos de agua con plantas nativas de la microrregión para facilitar su adaptación al clima y suelo.

Evaluar a través de un análisis bacteriológico las condiciones en las que se encuentra el agua que utilizan las comunidades de Quiha Chimo y San José Bethancourt para su consumo humano.

### 2.10.3 Justificación

La responsabilidad de cuidar y conservar las fuentes hídricas no solamente debe de caer en las autoridades municipales, sino que también forma parte de los COCODES y comunitarios en donde se ubican las fuentes, ya que es corresponsabilidad de todos prevenir cualquier daño que se le puede hacer al ambiente.

En su mayoría el problema de los daños ambientales es que se empieza por erradicar los efectos y no las causas que lo producen, por lo cual se necesita de acciones para recuperar las fuentes hídricas comunales, en miras de proteger el medio ambiente; para incentivar a los COCODES por medio de charlas concientizadoras para el cuidado de las fuentes de agua en pro del beneficio de los comunitarios a fin de mejorar su salud y el ecosistema natural.

### 2.10.4 Metodología

- Realización de un reconocimiento de la cantidad de fuentes hídricas que tiene la microrregión Cojaj.
- Luego se abocó con los COCODES para solicitar la autorización y acompañamiento para medir el área que se iba a reforestar.
- Limpieza del área a reforestar por parte de los comunitarios y realización de los agujeros a una distancia de 3 metros.
- En un *pick-up* se trasladaron los árboles a las comunidades y con apoyo de los comunitarios, se inició la siembra con el método de tresbolillo el cual consistió en formar triángulos equiláteros con una distancia de 3 metros para luego sembrar cada árbol en uno de los vértices de los triángulos.

- Se monitorea constantemente el crecimiento de los árboles.
- Se tomaron 3 muestras de agua de cada nacimiento para su respectivo análisis bacteriológico.

### 2.10.5 Recursos

#### a. Humanos

- Epesista de Ingeniería en Gestión Ambiental Local.
- Comunitarios.

#### b. Físicos

- Bolsas.
- Guantes.
- Árboles forestales.
- Estacas.
- Hielera.
- Machete.

### 2.10.6 Resultados

**TABLA 28**  
**RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO**

No	Lugar	Coliformes Totales	Coliformes Fecales	Cloro mg/l	pH
1	Pileta de agua	02/100 ml	46/100 ml	0	7.8
2	Fuente de agua del nacimiento	03/100 ml	21/100 ml	0	7.8
3	Casa de la señora Rosa Choc	08/100 ml	51/100 ml	0	7.8

**Fuente:** Obtenidos de los resultados realizados por el centro de salud, Carchá. Año 2017.

Con base a lo establecido en la Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR 29001, las fuentes de agua no son aptas para consumo humano por la presencia de coliformes totales y fecales así como la ausencia de cloro y el pH está en el Límite Máximo Permissible. Las características tienen que cumplir con lo indicado en la tabla 29.

**TABLA 29**  
**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS QUE DEBE CUMPLIR EL**  
**AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

Características	LMA	LMP
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT
Cloro	0.5	1.0
Potencial de hidrógeno	7.0 – 7.5	6.5 – 8.5
LMA	Límite Máximo Aceptable	
LMP	Límite Máximo Permissible	

**Fuente:** Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR 29001.

Así mismo con el apoyo de 7 comunitarios se reforesto un área de 400 metros cuadrados con 300 especies forestales, de las cuales 200 fueron liquidambar y 100 de *Pinus maximinoi*.

**FOTOGRAFÍA 36**  
**SIEMBRA DE ÁRBOLES, QUIHA CHIMO**



**Tomada por:** Madelyn Mendoza. Año 2017.

## **2.11 Actividades de oficina realizadas en la unidad de práctica**

Completar el manual de administración, operación y mantenimiento, para la construcción de infraestructura de la planta de tratamiento de desechos sólidos, del área urbana de San Pedro Carchá.

Inspección de comercios y redacción de opinión técnica para instrumentos ambientales.

Cotización de bolsas biodegradables a implementar en el casco urbano del municipio.

Elaboración de biobarda con el apoyo del grupo scout y miembros del MARN.



## **CAPÍTULO 3**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **3.1 Charlas de educación ambiental enfocada a los centros educativos**

En su totalidad fueron 17 charlas las que se impartieron a los alumnos del nivel primario y básico de aldea Cojaj del municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz, el objetivo primordial de ellas era transmitir los conocimientos que aún se desconocían con base a los desechos sólidos, su problemática y daño desmedido que provocan al medio natural. La participación activa de los 480 estudiantes se comprobó con la evaluación escrita así como el uso de crucigramas y sopas de letras, el 70% de ellos asimilaban la teoría, la cual después la aplican en su vida a través de la disminución del uso de desechables y a tirar la basura en la calle.

Asimismo se aprovecharon los desechos sólidos por medio de su transformación en objetos útiles y viables para su uso. La modalidad de evaluación de la actividad, fue la lista de cotejo en la cual se enlistaban aspectos a calificar como era la muestra de interés por conocer y reflexionar más sobre la contaminación ambiental sino se hace un buen uso de todos aquellos materiales que desechamos.

#### **3.2 Charla comunitaria para incentivar la cultura ambiental**

La charla brindada a 72 comunitarios además de incorporar la explicación de información sobre reducir, reutilizar y reciclar también fue un espacio donde cada uno expuso su pensamiento y alternativas que sean aplicadas dentro de la aldea, una de las propuesta consistía en

enlistar todas las prohibiciones que ellos consideraban que generan contaminación en la aldea, estableciendo un monto por incumplimiento. Ya que ellos observaban ello como la única modalidad por la cual las personas realizarían acciones para cuidar los recursos de la aldea.

### **3.3 Elaboración de abono orgánico**

La elaboración de abono orgánico en un 90% requirió del aprovechamiento de los desechos orgánicos que se encuentran en la aldea, su fácil adquisición y bajo costo hizo que las señoras que se capacitaron y participaron en todo el proceso de su elaboración lo replicarán con sus demás familiares; se obtuvo un quintal y medio de abono que fue aprovechado para las siembras de los participantes. Así como lo esencial que es para ellos, el conocer esta metodología que mejoro su visión en cuanto al menor daño que se le causa a la tierra y la mejor producción de cultivos que aunque sea en un mayor tiempo es de alta calidad y nutrición.

### **3.4 Caracterización de desechos sólidos del puesto de salud, agro ferretería, escuelas e INEB Telesecundaria**

El contar con el apoyo del COCODE y centros educativos para realizar esta caracterización fue fundamental, que él presidente de Consejo Comunitario girara una nota informando a los usuarios participantes de la actividad que requería de su colaboración. Los días utilizados para la caracterización fueron 4 en donde se tuvo el apoyo de 28 estudiantes quienes en conjunto, recogían las bolsas y las trasladaban al salón comunal para su respectiva clasificación. La base que tenían los niños para clasificarla era acuerdo a su origen, puesto que anteriormente se les había impartido una charla con la misma temática.

De los 5 usuarios muestreados, la mayor cantidad diaria la tiene la escuela No.1 con 8.50 kg de desechos sólidos de los cuales el 26%

proviene de la materia orgánica y el resto en menor porcentaje de papel, cartón, plásticos PET, desechables, bolsas plásticas, latas y material inerte. La producción *per cápita* de la agro ferretería fue de 0.14 kg/ persona y el puesto de salud de 0.19 kg/ persona estando en similar producción por la cantidad de personas que visitan estos negocios.

### **3.5 Campaña de limpieza en aldea Cojaj**

Los espacios que se cubrieron para recoger la basura en Cojaj fueron aquellos donde se tenía visualización de desechos tirados; así mismo de mayor concentración de personas. En la primera campaña que se realizó se recogieron 47 libras de las cuales 35 eran de tipo inorgánico es decir que iban cartones, botellas de vidrio, metales, etc. En la segunda ocasión se recolectaron 343 libras de las cuales el 87% que equivale a 300 libras eran de tipo inorgánico. Realizando una comparación entre la primera y segunda campaña, en esta última fue donde se recogió mayor cantidad a razón que se hizo una limpieza total del nacimiento y de mayor trayecto en la aldea.

### **3.6 Evaluación de aspectos técnicos para un mini relleno sanitario**

El objetivo general de evaluar un sitio fue para que se tuviera la base para la construcción de un mini relleno sanitario con la información de la generación de desechos sólidos, la única área que se asignó por el COCODE para ser evaluada fue a cercanías del puesto de salud motivo por el cual se hizo la topografía, las pruebas de infiltración y el Estudio de la Capacidad de Uso de la Tierra; informándoles a los del COCODE que esa área por estar cercano a un puesto de salud y a viviendas no podría ser dispuesto para un mini relleno sanitario. De tal forma que a los comunitarios se les hizo la observación y el estudio fue entregado para que ellos considerarán el espacio ya sea para la construcción de un salón comunal u otro proyecto que la municipalidad tuviera para la aldea Cojaj.

Por el momento ese espacio es alquilado por comunitarios para la siembra de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), como resultado del ECUT esas tierras son aptas para la agricultura y agroforestería con cultivos anuales.

### **3.7 Recuperación de la zona de influencia del nacimiento de agua**

Para dar inicios a la recuperación del nacimiento de agua de Cojaj, fue necesario recoger los desechos que estaban en su cauce y sus alrededores, esto para evidenciar el descuido que tienen todas las personas al momento de lavar sus indumentarias. Esta parte de la limpieza estaba dirigida al saneamiento, para proseguir con el análisis bacteriológico que indicó la presencia de coliformes fecales que hacen el agua no apta para consumo humano, que requiere de la aplicación de métodos de purificación tales como el hervir, filtrar y clorar el agua antes de su consumo. El área de reforestación fue de 236 metros cuadrados para lo cual se les indicó el manejo que debían de tener, después de 3 meses se evaluó la altura de cada árbol teniendo así del 100% sembrado 120 que aún seguían en crecimiento.

### **3.8 Capacitación sobre métodos de purificación y elaboración de filtros**

El eje de intervención para la capacitación fue educación y medio ambiente, estos dos ejes fueron aplicados a razón que los pobladores de la aldea Cojaj del municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz; aún tenían desconocimiento de los métodos de purificación que eran fáciles e indispensables para la eliminación de los microbios y bacterias contenidos en el agua pluvial así como procedente del nacimiento de agua.

A través de la capacitación se les explicó los diferentes métodos de purificación que se pueden utilizar para eliminar los gérmenes presentes en el agua, como parte de ello se realizó un filtro modelo que servía para filtrar

el agua a través de arenas, carbón y manta. Resaltando que después de eso debían de hervir o clorar el agua.

### **3.9 Plan de educación ambiental aplicada para centros educativos del área urbana del municipio de Carchá**

El plan de educación ambiental que se aplicó para el municipio de Carchá fue un éxito teniendo críticas constructivas de la labor que está llevando a cabo la municipalidad, esto a razón de que los docentes y alumnos dieron su opinión respecto a los factores que inciden en la contaminación ambiental del municipio y que recae en el uso inadecuado que se le da a los desechos sólidos que provienen de los negocios, escuelas, colegios y mercado. Para ello la solución se encuentra en la próxima planta de tratamiento de desechos sólidos con la que contará el municipio así como la remodelación de las instalaciones del rastro y del botadero municipal a cielo abierto actual.

### **3.10 Juntos recuperamos y protegemos las fuentes hídricas de nuestra microrregión Cojaj**

La microrregión Cojaj cuenta con 3 nacimientos de agua, los que sirven de abastecimiento a los comunitarios mayormente en época de verano, cuando se hicieron los caminamientos para analizar su situación se encontró que la mayoría carecían de árboles a sus alrededores. Por ello se gestionó árboles forestales nativos como liquidambar, cedro y pino para sembrar; resultando la reforestación de 400 metros cuadrados. El compromiso de los comunitarios fue importante para darle continuación al mantenimiento de los árboles sembrados.



## **CAPÍTULO 4**

### **CATEGORIZACIÓN DEL BOTADERO MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, UBICADO A ORILLA DE LA RUTA DEPARTAMENTAL RD AV-1**

#### **4.1 Resumen**

Con base a la investigación realizada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno de Guatemala en el año 2016, planteó que el problema más grave de los desechos sólidos en el país es la disposición final puesto que el 99% de los vertederos registrados no cuenta con los instrumentos ambientales que garanticen su manejo adecuado. La ausencia de criterios técnicos y ambientales para disponer adecuadamente los desechos sólidos, genera impactos ambientales que se convierten más adelante en daños a la salud de los pobladores, alteración de los componentes naturales, contaminación del aire, suelo e impacto visual.

Con la metodología de la Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botadero de Residuos Sólidos, se categorizó el botadero municipal con una ponderación de 77.5 puntos. Por lo cual se ubica en alto riesgo para el factor ambiental y humano.

Las 45 pruebas realizadas en el botadero municipal de San Pedro Carchá están distribuidas desde una capacidad de infiltración muy alta a muy baja. A través de la aplicación de geoestadística se elaboró el análisis de los datos obtener un modelo de predicción que mostrara una estimación de la superficie de los valores de infiltración.

## 4.2 Introducción

El marco legal normativo de Guatemala está regulado por la Constitución Política de la República de Guatemala como ley suprema sobre la que se rige el Estado y demás leyes, allí están establecidos los temas de interés a través de los artículos en función de promover un desarrollo social y ambiental equitativo para su población. Por lo cual en el año 1986 se crea la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente 68-86, con la finalidad de proteger los sistemas naturales con los que cuenta el país y propiciar el desarrollo sostenible.

En el año 2016 se tenía como producción de desechos sólidos para el municipio de Carchá, Alta Verapaz; la cantidad de 17 791 kg/día, distribuida entre comercios, industrias, farmacias, clínicas, centros religiosos, centros educativos, hoteles, viviendas y mercados. La mayor parte de los desechos provienen de las viviendas con 11 837.76 kg/ día con composición de materia orgánica, plásticos PET, pañales, residuos de farmacia, material inerte, entre otros.

El municipio tiene un crecimiento poblacional acelerado y proporcionalmente a esto los desechos sólidos generados aumentan, de tal manera que el botadero municipal a cielo abierto está siendo receptor desde hace 47 años de estos desechos sin ningún sistema técnico y ambiental. Por lo tanto se realizó la investigación titulada “Categorización del Botadero Municipal de San Pedro Carchá, ubicado a orilla de la Ruta Departamental RD AV-1”. El área de estudio corresponde a un área de 12632 m<sup>2</sup> y se ubica en las coordenadas UTM 15P (787529.616, 787607.002, 787646.627, 787556.043, 787525.882 m E), (1709514.71, 1709511, 1709456.08, 1709351.32, 1709464.52 m N).

La investigación tuvo como objetivo principal categorizar el botadero municipal de San Pedro Carchá, para definir el riesgo que presenta para los

pobladores y el impacto hacia el entorno natural. De tal manera que para llegar a cumplir con los objetivos estipulados en la investigación se cumplió con una metodología sistemática, que recabo datos en campo tanto cualitativo como cuantitativo para después ser trabajados en gabinete.

### **4.3 Planteamiento del problema**

El botadero municipal a cielo abierto de San Pedro Carchá, Alta Verapaz ubicado en la ruta Departamental RD AV-1 es el lugar destinado para la disposición final de los desechos provenientes de la cabecera municipal el cual se encuentra en condiciones no idóneas para funcionar, esto debido a la ausencia de criterios técnicos que permitan llevar un control de la contaminación generado por el mismo. Los desechos sólidos son un grave problema que alteran el paisaje natural, degradan los recursos naturales y son generadores de vectores que pueden transmitir enfermedades.

Los impactos negativos que repercuten en la ausencia de controles técnicos sobre la disposición final de los desechos sólidos generan contaminación visual, atmosférica, edáfica, quema esporádica de basura, olores fétidos y criadero de vectores. La cual prevalecerá aunque el botadero municipal quede inhabilitado por lo tanto se requiere determinar el riesgo que presenta para la población y entorno natural, para así iniciar con los procesos técnicos que se requieran para su saneamiento ambiental.

### **4.4 Justificación**

La municipalidad de San Pedro Carchá desde hace aproximadamente 47 años ha dispuesto de un botadero a cielo abierto que se ubica a orilla de la ruta departamental RD AV-1 para la disposición final de los desechos sólidos del casco urbano del municipio el cual no cumple con las condiciones adecuadas. Al inicio de su apertura no existía ninguna

normativa que regulara el establecimiento del mismo, sin embargo en el año 2015 se crea la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos, según Acuerdo Gubernativo No. 281-2015, está regula sus principios en la conservación, protección y mejoramiento del ambiente.

La unidad de Gestión Ambiental Municipal llevó a cabo en el año 2016 un diagnóstico ambiental acerca de la situación actual de los desechos sólidos en el municipio por medio de una caracterización; esto con la finalidad de tener la base para implementar la planta de tratamiento. En el año 2017 se inició con la construcción de este proyecto; que trae como consecuencia la inhabilitación del actual botadero para la disposición final de los mismos, para lo cual se requirió de una investigación que determinara las condiciones en las que se encuentra el botadero, para generar información que sirva de orientación a la municipalidad en cuanto a la toma de decisiones enfocadas a la conservación y preservación del medio ambiente del área de estudio y los recursos aledaños.

#### **4.5 Objetivos**

##### **a. General**

Categorizar el botadero municipal de San Pedro Carchá, A.V.; ubicado a orilla de la Ruta Departamental RD AV-1.

##### **b. Específicos**

Definir el riesgo del botadero municipal a través de la Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botadero de Residuos Sólidos.

Determinar mediante levantamiento topográfico el volumen en metros cúbicos de los residuos existentes en el área de estudio.

Identificar las áreas con mayor capacidad de infiltración en el área de estudio.

Generar propuestas de las medidas de mitigación para el botadero municipal.

## **4.6 Marco Teórico**

### **4.6.1 Antecedentes**

Entre los años de 1980 a 1990 Guatemala inició a tener conciencia sobre la importancia de hacer prevalecer el cuidado del medio ambiente a través de acciones regidas bajo la ley, por lo cual el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales se promulgó con la creación de una Ley la cual fue aprobada mediante el Decreto 68-86.

La existencia de la base legal de la República de Guatemala como tratados internacionales tienen plenamente establecido en cada una de sus legislaciones el manejo de los desechos sólidos con base al tratamiento integral desde su generación hasta la disposición final esto a causa de los problemas generados por la contaminación hacia los componentes ambientales.

La Universidad Rafael Landívar a través del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente cita en su Perfil Ambiental de Guatemala lo siguiente: La principal debilidad o causa del fracaso de muchos proyectos ha sido que las municipalidades no crean capacidades propias para el manejo de los desechos y están sujetas al acompañamiento de una institución cooperante que brinda apoyo.

## **4.6.2 Revisión de Literatura**

### **a. Botadero a cielo abierto**

La Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botadero de Residuos Sólidos lo define como un depósito al descubierto de los desechos que quedan ubicados a orillas de carreteras, ríos y baldíos, donde no se les da un control y tratamiento adecuado, lo cual repercute en las condiciones del entorno en el que se encuentra por ser ente causante de grave contaminación, como los lixiviados que pueden ser filtrados a aguas subterráneas.

### **b. Capacidad de infiltración**

Según Miren Martínez en el documento de hidrología aplicada del año 2004, define la capacidad de infiltración como el proceso a través del cual el suelo absorbe la cantidad máxima de agua con relación a factores como la permeabilidad, humedad del suelo y capacidad de almacenamiento.

### **c. Categorización**

Consiste en clasificar respecto al nivel de riesgo el estado en el que se encuentra un botadero a cielo abierto.

### **d. Clausura de un botadero**

Es la decisiva suspensión que se le da al lugar que se ha dispuesto para la disposición final de los desechos sólidos, esto acompañado de un proceso progresivo de saneamiento y restauración del área afectada debido a la presencia del botadero.

#### **e. Desechos sólidos**

En el año 2007 la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial definió como desecho todo lo producido de una actividad, proveniente de las acciones directas del hombre o antropogénicas. Creándose así una concentración heterogénea que es difícil devolverla a los ciclos naturales.

#### **f. Disposición final**

“Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos, como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura. Constituye la última actividad del sistema de limpieza pública”.<sup>4</sup>

#### **g. Divulgación**

Con base en lo estipulado por la Real Academia Española son las acciones en las que incurre una sociedad, entidad gubernamental o autoridades a fin de hacer accesible la información a un grupo de personas que desconocen de temas de interés público.

#### **h. Educación ambiental**

La Fundación Eco ciudadanos de Guatemala expone a la educación ambiental como el proceso que le permite a los ciudadanos comprender las relaciones de interdependencia con el entorno que los rodea, con base en la formación que fomente una conciencia reflexiva de la realidad biofísica.

---

<sup>4</sup> *Guía técnica para la clausura y conversión de botadero de residuos sólidos*. CONAM, MINISTERIO DE SALUD DIGESA, Organización Panamericana de la Salud. 14.

## **i. Estacionaridad**

“Un proceso o una variable es estacionaria si su desarrollo en el tiempo o en el espacio ocurre de una manera más o menos homogénea, con oscilaciones aleatorias continuas alrededor de un valor medio, en que ni la amplitud media y ni las oscilaciones cambian bruscamente en el tiempo o en el espacio. Así también, un proceso no estacionario cuando no cumple con las características anteriores, es decir que dichas características dependen del origen que es tomado como referencia”.<sup>5</sup>

## **j. Geoestadística**

“La geoestadística comprende a un conjunto de herramientas y técnicas que sirven para analizar y predecir los valores de una variable que se muestra distribuida en el espacio o en el tiempo de una forma continua. Debido a su aplicación orientada a los SIG, también se podría definir como la estadística relacionada con los datos geográficos, de ahí que se le conozca además como estadística espacial”.<sup>6</sup>

## **k. Impacto de la basura**

En una investigación por el Periódico en el año 2017, indica que existe poca formación en el tema de educación ambiental, ya que la enseñanza de la separación de los residuos no es generalizada en el país y sin que la ciudadanía se dé cuenta nos estamos perjudicando a nosotros mismos, generando enfermedades, plagas, etc., asimismo la contaminación de las calles, fuentes acuíferas, aire y debilitamiento de la capa de ozono.

---

<sup>5</sup> Martín Díaz Viera. *Geoestadística aplicada*. Instituto de Geofísica y Astronomía, CITMA, Cuba. 2002.

<sup>6</sup> Moral García. *Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales*.

## I. Infiltración

“La infiltración se define como el proceso por el cual el agua penetra por la superficie del suelo y llega hasta sus capas inferiores. Si se aplica agua a determinada superficie de suelo, a una velocidad que se incrementa en forma uniforme, tarde o temprano se llega a un punto en que la velocidad de aporte comienza a exceder la capacidad del suelo para absorber agua y, el exceso se acumula sobre la superficie, o escurre si las condiciones de pendiente lo permiten”.<sup>7</sup>

### m. Infiltración básica

En el 2017 el Servicio de conservación de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos definió como infiltración básica como un valor instantáneo de la velocidad en la que el suelo se ha saturado y no varía en un periodo de tiempo determinado.

### n. Kriging

“*Kriging* es un procedimiento geoestadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores z. Implica una investigación interactiva del comportamiento espacial del fenómeno representado por los valores z antes de seleccionar el mejor método de estimación para generar la superficie de salida”.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Juan Pablo Flores. *Diseño hidrológico en zanjas de infiltración*. [http://eias.entalca.cl/Docs/pdf/Publicaciones/manuales/c\\_modulo\\_curva\\_infiltracion.pdf](http://eias.entalca.cl/Docs/pdf/Publicaciones/manuales/c_modulo_curva_infiltracion.pdf). (05 de agosto de 2017).

<sup>8</sup> <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/3d-analyst/how-kriging-works.htm> (13 de junio de 2018)

## **ñ. Lixiviado**

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales establece que los lixiviados son líquidos que se generan en los sitios de disposición final, los mismos son de alto riesgo para los mantos acuíferos y suelo.

## **o. Manejo ambiental para control de vectores**

“La OMS define el manejo ambiental para el control de vectores como la planificación, organización, implementación y monitoreo de actividades para la modificación y manipulación de factores ambientales o su interacción con el hombre con miras a prevenir o minimizar la propagación de vectores y reducir el contacto entre patógenos, vectores y el ser humano”.<sup>9</sup>

## **p. Manejo inadecuado de los desechos sólidos**

“Los desechos se acumulan o se esparcen en nuestras comunidades, se ven y huelen muy mal y crean una situación desagradable y perjudicial para la salud. Si los desechos no se clasifican, su cantidad y los problemas que ocasionan aumentan más de lo debido. Cuando los desechos dañinos como baterías y pilas usadas y desechos médicos se mezclan con papel y restos de comida, la mezcla se convierte en algo difícil y peligroso de manejar”.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> *Manejo ambiental para control de vectores*. OMS. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/resources/envmanagement/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/resources/envmanagement/es/) (10 de junio de 2018)

<sup>10</sup> *Manejo inadecuado de los desechos y desechos mezclados*. [http://es.hesperian.org/hhg/A\\_Community\\_Guide\\_to\\_Environmental\\_Health:Manejo\\_inadecuado\\_de\\_los\\_desechos\\_y\\_desechosmezclados.\\_](http://es.hesperian.org/hhg/A_Community_Guide_to_Environmental_Health:Manejo_inadecuado_de_los_desechos_y_desechosmezclados._) (27 de julio de 2017)

**q. Medidas de mitigación**

Son las acciones de prevenir, controlar, atenuar, restaurar y compensar el impacto ambiental, con el fin de asegurar la sostenibilidad de los recursos naturales involucrados y la protección del medio ambiente.

**r. Método de Porchet**

La empresa Sigma Permea señala que el método Porchet o también llamado método a nivel constante, en la que la velocidad de infiltración se mide manteniendo un nivel de agua constante. Las pruebas se realizan por medio de la excavación de agujeros cilíndricos en el suelo.

**s. Problemática**

La problemática ambiental que prevalece en el país se ve a diario reflejado en los noticieros a causa del acelerado crecimiento poblacional, el consumismo y los patrones de producción cada vez más altos, esto ha ocasionado como resultado un aumento en la generación de desechos sólidos.

**t. Recolección de desechos**

Se le denomina a la acción que realiza el ente municipal o empresa encargada de trasladar los desechos sólidos recolectados en las áreas urbanas, hacia el terreno en el que se desechan o bien llevarlas al relleno sanitario.

#### **u. Relleno sanitario**

“Lugar donde se efectúa la disposición final de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, de acuerdo con técnicas de ingeniería para su adecuado confinamiento. Comprende la compactación, cobertura con tierra u otro material inerte por lo menos diariamente, además del control de los gases y lixiviados con el fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población”.<sup>11</sup>

#### **v. Saneamiento ambiental**

En relación con los desechos sólidos el saneamiento ambiental está determinado como la ejecución de principios de ingeniería para darle la compactación y sellado a los desechos, así como la construcción de sistemas necesarios para mitigar los impactos ambientales, sociales y económicos que se generan.

#### **w. Segregadores**

Conjunto de personas que generalmente se encuentran dentro de un botadero a cielo abierto y que se dedican a la búsqueda, recuperación y venta de materiales reciclables.

#### **x. Variable regionalizada**

“Es una variable medida en el espacio por consiguiente posee una estructura de correlación, así mismo se encuentra definida como una variable aleatoria la cual asume diferentes valores de  $Z$  según la posición “ $X$ ” de la región  $S$ . La cual representa pares de coordenadas  $(x_i, y_i)$ ”.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Martín Díaz Viera. *Geoestadística aplicada*. Instituto de Geofísica y Astronomía, CITMA, Cuba. 2002. Página 32.

## y. Variograma

Es un gráfico de semivarianza que agrupa pares de datos en intervalos de distancia y dirección simultáneamente iguales, el cual da un panorama de la relación existente entre los valores más similares y cercanos unos de otros.

“Si el muestreo involucra dos direcciones  $(x_i, y_i)$  el variograma es el instrumento más indicado para la estimación de la dependencia de las muestras. El variograma es una herramienta básica de soporte a las técnicas de *kriging*, la cual representa cuantitativamente la variación de un fenómeno regionalizado en el espacio”.<sup>13</sup>

## z. Velocidad de infiltración

En la Guía Útil para Comparar las Prácticas de Manejo de Cultivo elaborado por el Programa de Investigación del Cambio Climático, denomina a la velocidad de infiltración como la velocidad en la que el agua penetra de manera vertical en el suelo.

## 4.7 Metodología

### 4.7.1 Área geográfica

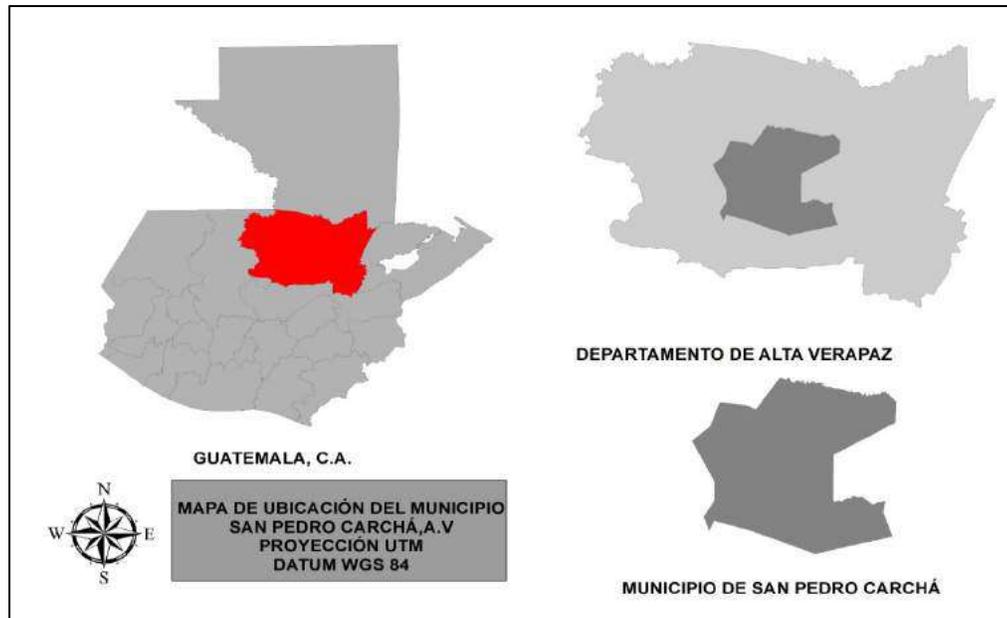
“El municipio de San Pedro Carchá, se encuentra situado en el departamento de Alta Verapaz, cabecera de Cobán, al norte de la república de Guatemala, colinda al norte con los municipios de Chisec y Fray Bartolomé de las Casas, al oriente con Cahabón, Lanquín, Senahú y San Juan Chamelco, al occidente con Cobán”.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Ibíd. Página 34.

<sup>14</sup> Magda Karina, Marroquín Pérez. *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*, municipio de San Pedro Carchá, 3.

**MAPA 2**  
**MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ,**  
**LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA; AÑO 2018**



**Fuente:** Elaboración propia con base de datos del MAGA. Año 2018.

#### 4.7.2 Ubicación del área de estudio

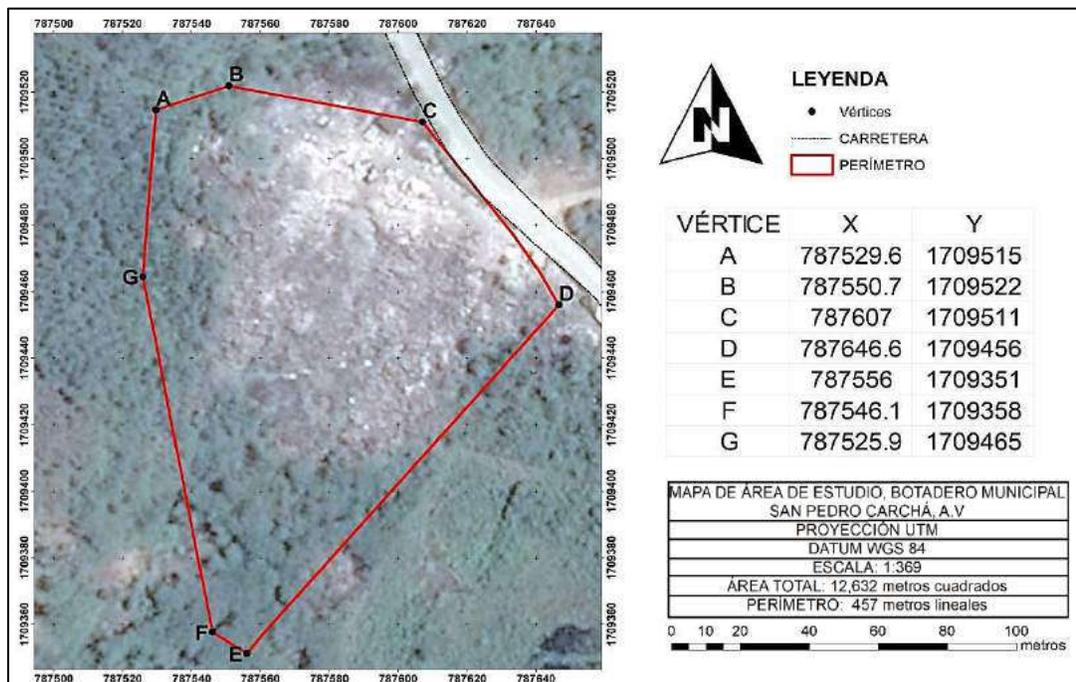
El área de estudio limita al Norte: Ruta Departamental AV-1; Sur: Nacimiento Searcopec; Este: Ruta Departamental AV-1; Oeste: Finca Tzacaniha. La tabla 30 indica las coordenadas en las que se ubica el botadero municipal.

**TABLA 30**  
**COORDENADAS DE UBICACIÓN DEL ÁREA**  
**DE ESTUDIO**

VÉRTICE	X	Y
A	787529.616	1709514.71
B	787550.748	1709521.95
C	787607.002	1709511
D	787646.627	1709456.08
E	787556.043	1709351.32
F	787546.081	1709357.69
G	787525.882	1709464.52

**Fuente:** Datos obtenidos en campo. Año 2017.

### MAPA 3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL BOTADERO MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, A.V



**Fuente:** Elaboración propia con base de datos del MAGA. Año 2018.

#### 4.7.3 Características climáticas

Según el diagnóstico socioeconómico del municipio de Carchá elaborado en el año 2009, sus condiciones climatológicas están influenciadas por su altura sobre nivel del mar de 1 280 msnm, por lo cual se tiene un clima cálido y húmedo, su temperatura media anual oscila entre 19.7°C y 25.4°C, los meses lluviosos son de mayo a enero.

#### 4.7.4 Zona de vida

Con base a la clasificación de zonas de vida del sistema de Holdrige el municipio de San Pedro Carchá se ubica en la zona de vida de Bosque Muy Húmedo Subtropical (frío) el cual se caracteriza por lluvias promedio de 2 280mm y elevaciones mínima de 1 100 y máxima de 1 800.

#### 4.7.5 Nivel de investigación

##### a. Mixta

Consistió en un proceso práctico metódico de investigación que recopiló datos cuantitativos y cualitativos que fueron analizados para la obtención de conocimientos inferidos del estudio de investigación.

#### 4.7.6 Variables

Las variables que se estudiaron durante el desarrollo de la investigación para la categorización del botadero son las que se muestran en la tabla 31.

**TABLA 31  
VARIABLES DE ESTUDIO**

<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>
Área que abarca.	m <sup>2</sup>
Volumen de desechos existentes en el botadero.	m <sup>3</sup>
Precipitación anual.	mm
Temperatura media anual.	° C
Perfil del suelo	metros
Infiltración básica.	cm/minuto

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

#### 4.7.7 Geoestadística

La geoestadística se ejecutó en 3 etapas que fueron:

- Análisis exploratorio de datos: se exploraron los datos de la infiltración básica sin las propiedades geográficas.
- Análisis estructural: se generó el variograma con el programa *ArcgIs* 10.3 para evaluar la variabilidad espacial presente.

- Predicciones: a través del variograma se realizó un mapa de predicción tipo gaussiano con transformación logarítmica de segundo orden.

#### **4.7.8 Muestreo**

“La cantidad de puntos más recomendada es de 100, pero con ajustes de semivariograma se pueden utilizar como mínimo 45 puntos. Es importante recordar que a mayor número de puntos, mayor será el número de pares para el cálculo de las semivarianzas y teóricamente, mayor será la precisión de las estimaciones de las semivarianzas”.<sup>15</sup>

##### **a. Tamaño de la unidad de muestreo**

Con base a lo que establece la geoestadística y por utilizar un ajuste de semivariograma, se tomaron 45 puntos de muestreo que se distribuyeron en una grid de manera equidistante cada 20 metros.

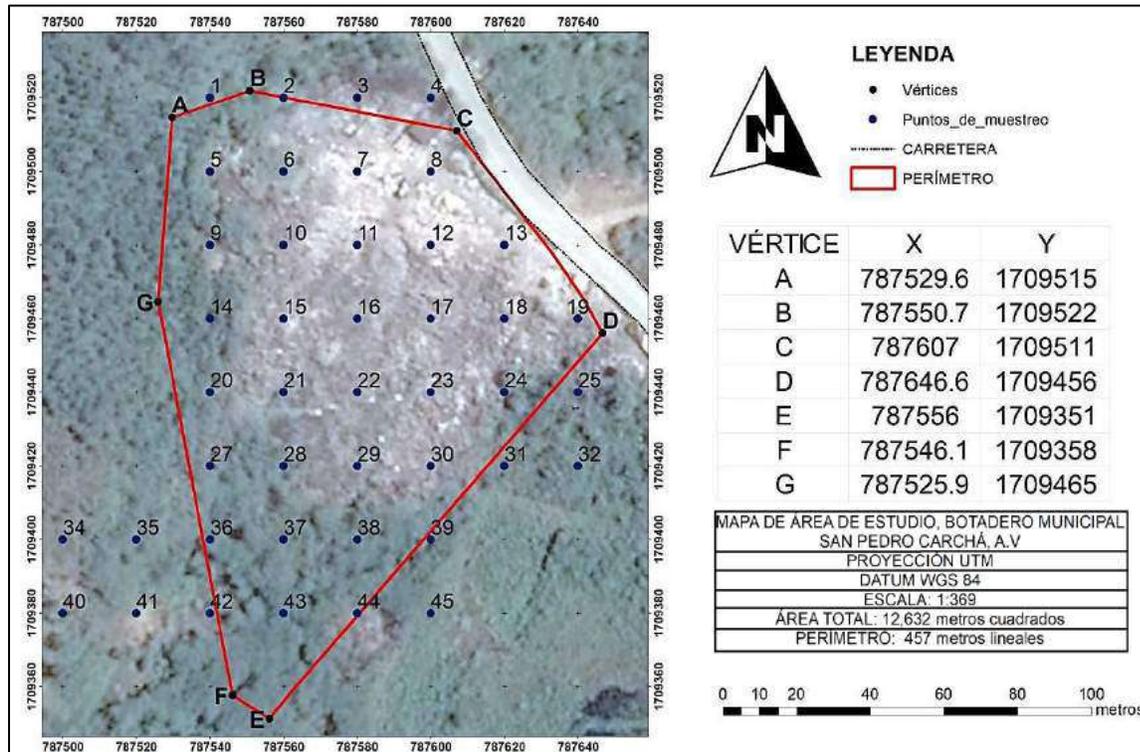
##### **Criterios para la selección de los puntos de muestreo**

- Ausencia de afloramiento de rocas.
- No hubiera combustión de desechos sólidos.
- El área no fuera inestable.
- En la parte sur del perímetro no se realizaron pruebas de infiltración, por falta de accesibilidad y riesgo a derrumbe de desechos sólidos.

---

<sup>15</sup> Ramón Giraldo Henao. *Introducción A La Geoestadística*, Colombia: 2010,17.

## MAPA 4 PUNTOS DE MUESTREO



**Fuente:** Elaboración propia con el programa Arcgis 10.3. Año 2018.

### b. Modelo estadístico

El modelo estadístico que se aplicará a la investigación hace referencia al semivariograma, establecido por la siguiente ecuación:

$$(\gamma h) = \frac{1}{2} E[Z(x_i) - Z(x_i - h)]^2$$

El cual puede ser estimado mediante

$$(\gamma h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{Nh} [Z(x_i) - Z(x_i - h)]^2$$

### c. Análisis de la información

Los datos de la infiltración básica fueron procesados por el programa *Arcgis* 10.3 a través de su herramienta *Geoestatistical Analyst*, la cual proporcionó las estadísticas numéricas de la moda, media, mediana, kurtosis, histograma, diagrama de dispersión y línea de tendencia.

## 4.7.9 Levantamiento de información

### a. Trabajo topográfico

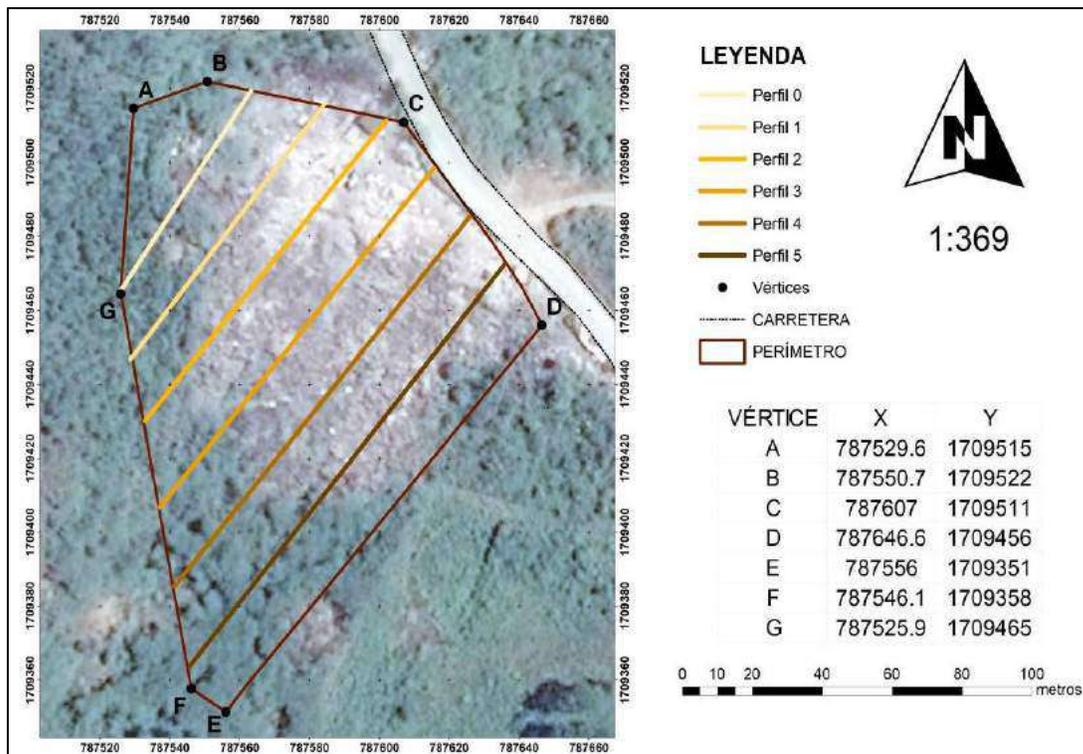
Se procedió a un estudio de reconocimiento preliminar del botadero para ubicar los límites.

Luego a través de una estación total marca LEICA y modelo TCR 407 *POWER* con una precisión angular de 7". Se realizó el levantamiento topográfico del área.

Por medio del programa *Autocad* se extrajeron los datos a través de los cuales se generaron las curvas de nivel cada 5 metros, con el polígono perimetral del botadero y las curvas se hizo en *arcgis* 10.3 un Modelo de Elevación Digital (DEM) para obtener en tercera dimensión las elevaciones.

Después de obtener el DEM se realizaron 6 perfiles los cuales se ubican dentro del polígono por ser el punto donde hay mayor acumulación de desechos sólidos y que el interés de esto es calcular el volumen de los mismos. En el mapa 5 se observa que los perfiles están orientados hacia el noroeste.

## MAPA 5 PERFILES DEL MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL



**Fuente:** Elaboración propia con el programa *Arcgis* 10.3. Año 2018.

Con el método de los discos se hizo el cálculo del volumen final, para ello se generó el área de cada perfil y se multiplicó por la longitud que poseían, esto daba el volumen de cada uno y después se sumaban para obtener la totalidad.

Fórmula para la obtención de volumen

$$V1 = (m1 + m2) / 2 * l1.$$

V = Volumen.

m1 = área perfil 1.

m2 = área perfil 2.

m = va a variar dependiendo de cuantos perfiles se tengan, para este estudio son 6.

l1 = longitud 1.

## FOTOGRAFÍA 37 COLOCACIÓN DE LA ESTACIÓN TOTAL



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

## FOTOGRAFÍA 38 LEVANTAMIENTO DE PUNTOS



Tomada por: Francisco Valiente. Año 2017.

### **b. Conteo de camiones y pesaje de las bolsas desechadas a diario en el botadero municipal de Carchá**

Se acudió a la dirección municipal de servicios públicos de la municipalidad de Carchá, para conocer la ruta y horario en que los camiones trasladan los desechos sólidos al botadero

municipal. En dicha dirección se brindó un cronograma estipulando el horario de traslado de los camiones al botadero.

Luego se definió una semana para ir a diario a cuantificar los vehículos y camiones que llegaban a depositar los desechos al botadero municipal, estipulado así el horario de 8:00 am a 3:00 pm.

### **FOTOGRAFÍA 39 CONTEO DE CAMIONES**



**Tomada por:** Héctor López. Año 2017.

#### **c. Obtención de información**

Se solicitó a la estación meteorológica de Cobán los datos de precipitación y temperatura media mensual-anual, para hacer un análisis de las variaciones que han existido en los últimos 10 años así como la influencia que tienen estos fenómenos atmosféricos en el botadero municipal de Carchá.

En cuanto a estudio geológico realizado a cercanías del botadero municipal de San Pedro Carchá, se tiene un informe que indica la siguiente geología:

“La geología y geomorfología local están constituidos por un paisaje típicamente kárstico donde las dolinas al unirse van formando úvalas que desarrollan suelos tipo “terra rossa” y algunas veces también han sido rellenadas por algún evento piroclástico extenso que ha podido alcanzar estos terrenos calcáreos. “En algunos afloramientos es posible identificar las tendencias de la estratificación de la roca, los fragmentos de caliza que constituyen la brecha son de tipo mudstone cristalina de tonalidad gris a gris claro, se observaron zonas con vetillas de calcita y algunos rellenos amorfos calcáreos. También son visibles en afloramientos rellenos de arcillas oxidadas como suelo residual superficial”.<sup>16</sup>

Para el análisis del suelo se realizó un perfil, dos calicatas en donde se visualizaron los horizontes, color y zonas de transición.

**TABLA 32**  
**UBICACIÓN DEL PERFIL DE SUELO Y**  
**CALICATAS**

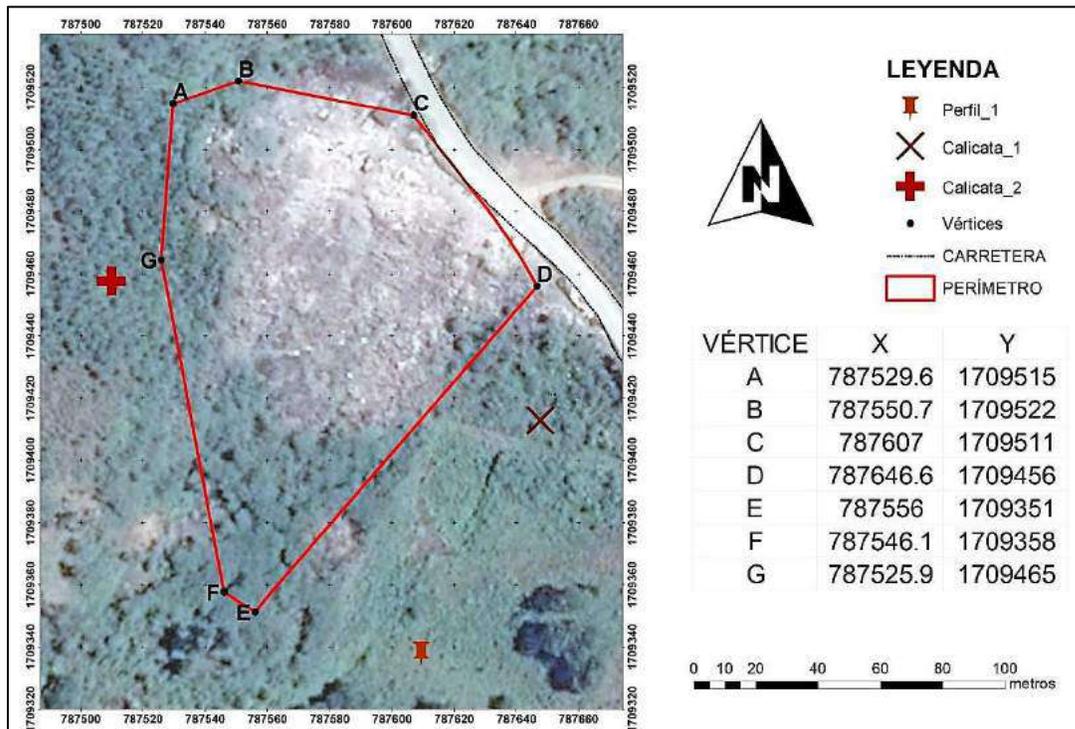
<b>Tipo</b>	<b>Coordenada X</b>	<b>Coordenada Y</b>
Perfil 1	787609.468	1709337.754
Calicata 1	787647.786	1709412.896
Calicata 2	787509.942	1709457.682

**Fuente:** Datos obtenidos en campo. Año 2018.

---

<sup>16</sup> Jorge, Romero. *Informe técnico integrado de los estudios de prospección geotécnica y pruebas de permeabilidad, geología y análisis estructural, investigación geofísica y topografía local*. San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Guatemala: 2016.

## MAPA 6 PERFILES DE SUELO Y CALICATAS



Fuente: Elaboración propia con el programa Arcgis 10.3. Año 2018.

### d. Método de Porchet para obtener la capacidad de infiltración básica

La capacidad de infiltración del suelo estuvo relacionada a la rapidez con que se introducía el agua en el suelo y que estuvo inducida por una serie de condiciones como las siguientes:

- La intensidad de la lluvia, como un factor externo a las propiedades del área.
- Características físicas del suelo.
- Contenido de humedad.
- Tipo de desechos sólidos acumulados.

“El método de Porchet radica en que en la superficie se excava un cilindro de radio conocido y se llena hasta una altura  $h$ , de tal forma que se miden los niveles de la lámina de agua en tiempos muy próximo”.<sup>17</sup>

Ecuación para obtener la capacidad de infiltración

$$f = \frac{R}{2 \cdot (t_2 - t_1)} \cdot \ln \left( \frac{2h_1 + R}{2h_2 + R} \right)$$

$f$ = infiltración básica.

$R$ = radio.

$h_1$ =altura de lámina de agua en el tiempo mayor de lectura.

$h_2$ = altura de lámina de agua en el tiempo menor de lectura.

$t_1$ = tiempo menor acumulado como referencia.

$t_2$ = tiempo mayor acumulado como referencia.

### **Ejemplo**

#### **Punto 5 (máxima infiltración básica)**

$$f = 15 / 2(119.4 - 85.4) * \ln (2(32.5) + 15) / (2(3) + 15)$$

$$f = 0.22 * 1.34$$

$$f = 0.2948 \text{ cm/min}$$

### **Desarrollo del método**

Primero con el GPS se ubicaron las coordenadas y señalaron los 45 puntos de muestreo.

---

<sup>17</sup> Infiltración. [http://caminos.udc.es/info/ asignaturas/grado\\_itop/415/pdfs/Capitulo%206.pdf](http://caminos.udc.es/info/ asignaturas/grado_itop/415/pdfs/Capitulo%206.pdf). (25 de septiembre de 2017).

## FOTOGRAFÍA 40 UBICACIÓN DE COORDENADAS



Tomada por: Julio Mendoza. Año 2017.

Luego se procedió a limpiar el área para hacer la abertura de los agujeros con diámetros variados de 8 a 15 centímetros y profundidades de 50 a 75 centímetros, estos datos variaron a razón que en unas partes había mayor acumulación de desechos sólidos por lo cual se requerían de diámetros más anchos y de profundidades altas para encontrar el suelo.

## FOTOGRAFÍA 41 LIMPIEZA DEL ÁREA



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

Después de tener listo el agujero se llenó de agua al margen de una regla que estaba colocada en el suelo y así iniciar con la toma de lecturas cada 0.10, 0.15, 0.20 y 0.30 segundos; 1, 2, 3, 5 y 10 minutos.

### **FOTOGRAFÍA 42 TOMA DE MEDIDAS DEL AGUJERO**



**Tomada por:** Madelyn Mendoza. Año 2017.

Se utilizó una tabla para la tabulación de datos en el cual se colocó el número de lectura, intervalo, tiempo acumulado, la lectura y la diferencia de lectura con respecto al anterior. Observar tabla 39 en anexos.

### **FOTOGRAFÍA 43 ABERTURA DE AGUJERO EN LA PARTE ALTA DEL BOTADERO MUNICIPAL**



**Tomada por:** Madelyn Mendoza. Año 2017.

#### e. Aplicación de boleta de observación de campo

La boleta de observación de campo del cuadro 7 que se encuentra en anexos, se aplicó en un periodo de 3 días con duración de 2 horas por día. Observándose directamente aspectos que se encuentran alrededor e interior del botadero municipal hablándose de la presencia de vectores perros (*Canis lupus familiaris*) y zopilotes (*Coragyps atraus*), afluencia de vehículos, grupo de segregadores y actividades de separación de desechos sólidos.

#### 4.7.10 Metodología para la categorización de un botadero según la prioridad de la clausura

Para categorizar el botadero se utilizó como referencia la Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botaderos de Residuos Sólidos elaborada por la Organización Panamericana de la Salud en el año 2004.

La metodología contempló primero la evaluación de los aspectos e impactos que causan daño al medio ambiente y ser humano, con base a criterios generales de tiempo de actividad del botadero, características socioeconómicas y repercusiones a la salud. Luego se asignó la puntuación establecida, cuyo valor máximo alcanzará un punteo de 100.

“Al impacto que ocasiona al ser humano se le asigna el mayor valor (60%) distribuido en la siguiente forma: 40% del total para aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud; 20% a la cercanía a viviendas o poblados; y 40% al impacto que ocasiona al ambiente en general, distribuido en 15% por la presencia de residuos peligrosos, 10% por cantidad de residuos y área que ocupa el botadero, 10% por tiempo de actividad del botadero y 5% por las características geofísicas del sitio”.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Organización Panamericana de la Salud. *Guía técnica para la clausura y conversión de botadero de residuos sólidos*. CONAM, MINISTERIO DE SALUD DIGESA, 29.

### CUADRO 3 METODOLOGÍA PARA CATEGORIZAR EL BOTADERO MUNICIPAL

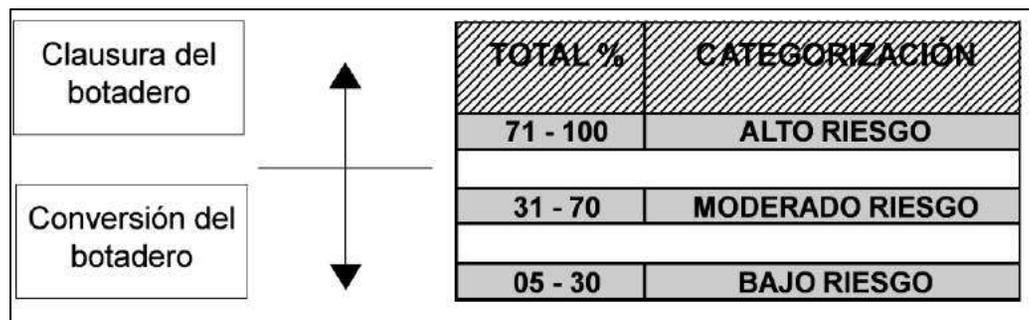
1. Cantidad de residuos y área que ocupa								
Calidad	Botadero pequeño		Botadero mediano		Botadero grande		Botadero muy grande	
Puntaje	2		5		8		10	
Superficie que abarca	Hasta 0.99 ha	0.5	1 - 4.9 ha	1	5 – 9.9 ha	2	10 – 30 has o más	3
Cantidad diaria de residuos que se arrojan	Hasta 20t/día	----	20-50t/día	2	50 a 100tn/día	3	+de 100t/día	3
Cantidad aproximada de residuos acumulados	Hasta 15t	1	Hasta 55t	2	Hasta 600t	3	+de 600t	4
2. Presencia de residuos peligrosos								
Calidad	Ninguno		Poco		Moderado		Abundante	
Puntaje	0		5		10		15	
Arrojo de residuos hospitalarios	Nulo	0	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños establecimientos de salud	2.5	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños y medianos establecimientos de salud	5	Recolectados, transportados y arrojados en el botadero por unidades destinadas exclusivamente a este servicio	7.5
Arrojo de residuos industriales	Nulo	0	Cantidad mínima	2.5	Cantidad moderada	5	Cantidad considerable	7.5
3. Tiempo de actividad del botadero								
Calidad	Botadero reciente		Botadero medianamente reciente		Botadero antiguo		Botadero muy antiguo	
Puntaje	2		5		8		10	
Tiempo de actividad del botadero	Hasta 1.9 años		De 2 a 4.9 años		De 5 a 9.9 años		+ de 10 años	

4. Cercanía a poblados a viviendas									
Calidad	Favorable		Medianamente favorable		Poco favorable		Desfavorable		
Puntaje	1		7		14		20		
Cercanía a viviendas	Apartado más de 500 m de las viviendas más cercanas		Apartado hasta 500m de las viviendas más cercanas		Colindante a viviendas periféricas		Dentro de la población		
5. Por las características geofísica de la zona									
Calidad	Favorable		Medianamente favorable		Poco favorable		Desfavorable		
Puntaje	0		2		4		5		
Precipitación pluvial total anual	Muy seco Menor a 100mm	0	Seco 100 – 500mm	1	Moderado 500 -1500mm	2	Húmedo + de 1500mm	2	
Temperatura promedio anual	Frío 0°C -11°C	0	Moderado 12°C -18°C	1	Cálido 19°C -24°C	2	Muy cálido 25°C -40°C	1	
Condiciones geológicas e hidrogeomorfológicas	Estable (**) y no existe curso de agua subterránea en el sitio o está a una profundidad mayor de 10m.	0					No estable y existe curso de agua subterránea en el sitio a una profundidad menor de 10 metros de la superficie	2	
6. Aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud									
Calidad	Bajo riesgo		Moderado riesgo		Alto riesgo		Muy alto riesgo		
Puntaje	0		13		27		40		
Actividad de segregación	No existe	0	Mínima	3	Moderada	9	Intensa	10	
Crianza de aves y ganado porcino	No existe	0	Mínima	4	Moderada	9	Intensa	10	
Presencia de vectores	Mínima	0	Poca	3	Abundante	9	Muy abundante	10	

Quema de basura	No existe	0	Quema esporádica	3		0	Quema indiscriminada	10
** La condición de estabilidad o inestabilidad geológica se refiere a sí son áreas geológicas vulnerables.								

**Fuente:** Guía técnica para la clausura y conversión de botadero de residuos sólidos. CONAM, MINISTERIO DE SALUD DIGESA, Organización Panamericana de la Salud. Año 2004.

### IMAGEN 3 CUADRO DE CATEGORIZACIÓN DE BOTADERO



**Fuente:** Guía técnica para la clausura y conversión de botadero de residuos sólidos. Año 2004.

#### 4.7.11 Recursos

- Estación Total.
- Prisma.
- Ortofotos.
- Programa *Arcgis*.
- Programa *Autocad*
- Tubo de metal con diámetro de 8 cm.
- Agua.
- Cubeta.
- GPS.
- Lapiceros.
- Cinta métrica.
- Varas.

### 4.8 Análisis y discusión de resultados

#### 4.8.1 Categorización del botadero municipal de San Pedro Carchá, A.V ubicado a orilla de la ruta departamental RD AV-1

La metodología para categorizar el botadero municipal de Carchá con la Guía Técnica para la Clausura, requirió del análisis de 6 criterios los cuales se desglosan a continuación:

##### a. 1er criterio: cantidad de residuos y área que ocupa

El área que abarcan los desechos acumulados y dispersos en el botadero es de 1.26 hectáreas, la mayor presencia se ubica en la parte donde existe mayor acumulación de desechos sólidos que con el pasar de los años se han ido compactando. Así mismo por ser una dolina en la que se encuentra el botadero, los desechos son arrastrados por el viento y llevados a la parte baja del botadero.

El botadero a cielo abierto de Carchá recibe diariamente la cantidad de 58 toneladas de desechos sólidos, que provienen del casco urbano y de personas individuales de Carchá y en un porcentaje más bajo el municipio de Chamelco y Santa Cruz que terminan de completar con 18.3 toneladas a diario para hacer un total de 76.3 toneladas de desechos acumulados diariamente.

**TABLA 33**  
**CONTEO Y PESAJE DE VEHÍCULOS Y CAMIONES**

Tipo de vehículo	Viajes	Unitario (ton)	Diario (ton)	Mensual (ton)
<i>Pick-up</i>	10	0.4	4	120
Camión de volteo	3	6	18	540
Compactador	2	18	36	1080
Camión de carrocería	1	7.5	7.5	225
Camión	1	10.8	10.8	324
		<b>Total</b>	<b>76.3</b>	<b>2 289</b>

Fuente: Datos obtenidos en campo. Año 2017.

Las 76.3 toneladas diarias de desechos sólidos que se depositan en el botadero a cielo abierto corresponden a los 4 200 usuarios inscritos en los tres municipios como lo visualiza la tabla 34. Sin embargo se enfatiza que además de la totalidad, se tiene un aproximado de 25 usuarios no inscritos que de la misma manera depositan los desechos sólidos en el basurero.

**TABLA 34**  
**REGISTRO DE USUARIOS QUE DEPOSITAN SUS DESECHOS EN EL BOTADERO DE CARCHÁ**

Procedencia	Cantidad de ton/diaria	Usuarios
San Pedro Carchá	58	2 891
San Juan Chamelco	10.8	1 068
Santa Cruz Verapaz	7.5	241
<b>TOTAL</b>	<b>76.3</b>	<b>4 200</b>

Fuente: Datos obtenidos de la Dirección de Servicios Públicos. Año 2018.

## FOTOGRAFÍA 44 CAMIÓN QUE TRANSPORTA LOS DESECHOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ VERAPAZ, A.V



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

### **b. 2do criterio: presencia de residuos peligrosos**

En Carchá existen gasolineras que utilizan el servicio de recolección de desechos sólidos para disponer de todo el material obtenido durante las actividades de laborales. También hay talleres que prestan servicios de mecánica y hacen cambio de aceite por lo que se genera aceite quemado que puede quedar impregnado en botes y papeles que son llevados al botadero municipal de Carchá.

Las farmacias y clínicas son usuarios que depositan en poca proporción desechos comunes; jeringas, guantes, algodón, etc.

## FOTOGRAFÍA 45 COMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS ACUMULADOS



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

### c. 3er criterio: tiempo de actividad del botadero

Indagando con personal de la municipalidad de Carchá y pobladores se tiene conocimiento que el botadero tiene un aproximado de 47 años de estar establecido en ese lugar, durante los primeros años de funcionamiento era receptor de los desechos sólidos de los municipios de Carchá y San Juan Chamelco pero con el pasar de los años se incorporaron los desechos provenientes de Santa Cruz Verapaz.

### d. 4to criterio: cercanía a viviendas

Las viviendas aledañas al botadero municipal se encuentran a menos de 500m, ubicadas al norte y de lado izquierdo cuando uno se dirige al municipio de San Juan Chamelco.

Por la cercanía al botadero las viviendas están propensas a sufrir las consecuencias que se dan por la combustión de los desechos sólidos, mayor sensibilidad a percibir los olores

desagradables y que por acción del viento se tenga el arrastre de desechos sólidos.

**e. 5to criterio: por las características geofísicas de la zona**

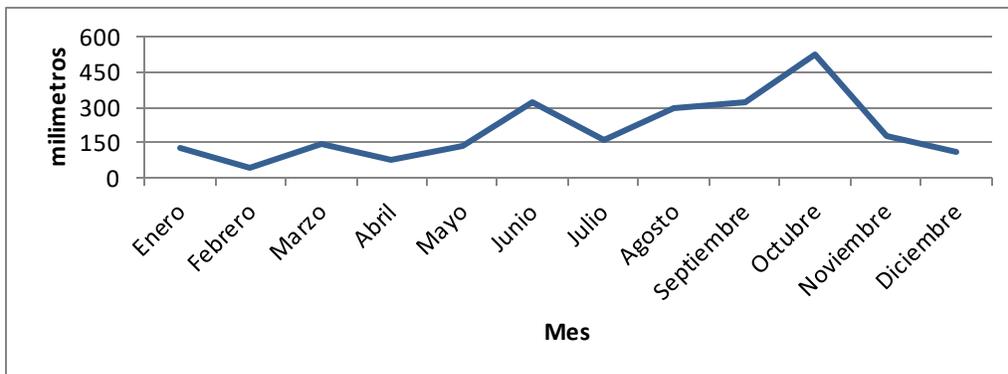
En la gráfica 6 se indica la precipitación de los últimos años que ha estado entre los 1 500 a 3 000 mm datos generados desde la estación meteorológica Cobán. Los basureros a cielo abierto al estar sometidos a fuertes lluvias generan un problema grave para el suelo y el manto acuífero, debido a que con las precipitaciones los desechos se cuejan generando así líquidos compuestos por sustancias tóxicas y peligrosas que contaminan.

**GRÁFICA 6**  
**PRECIPITACIÓN ANUAL; ESTACIÓN METEOROLÓGICA**  
**COBÁN, UBICADA EN LA PISTA DE ATERRIZAJE**  
**DE COBÁN, ALTA VERAPAZ**

**Fuente:** Elaboración propia con base a datos de la estación meteorológica de Cobán. Año 2018.

En el año 2017 la más alta precipitación fue en octubre con 524.6 mm, para este mes el suelo presento una mayor saturación por la infiltración de agua. Esto nos da una pauta que se generaron bastantes lixiviados en proporción a lo que se infiltraba entre los desechos sólidos.

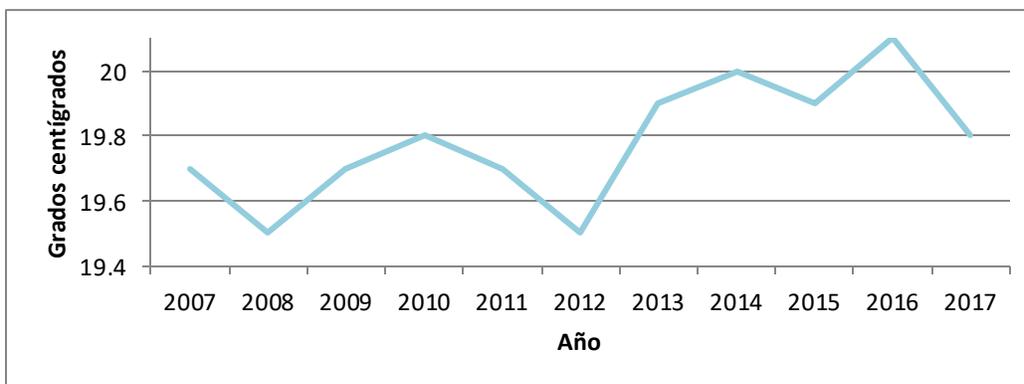
### GRÁFICA 7 PRECIPITACIÓN MENSUAL; ESTACIÓN METEOROLÓGICA COBÁN, UBICADA EN LA PISTA DE ATERRIZAJE DE COBÁN, ALTA VERAPAZ



**Fuente:** Elaboración propia con base a datos de la estación meteorológica de Cobán. Año 2018.

La gráfica 8 indica las temperaturas medias anuales que van del año 2007 al 2012 estas se mantuvieron entre los 19.5 y 19.8 grados centígrados, pero a inicios del año 2013 las temperaturas fueron incrementándose por el fenómeno del cambio climático. Lo cual ha repercutido desde los 4 años atrás; ya que con mayor frecuencia se han dado los incendios en el botadero municipal.

### GRÁFICA 8 TEMPERATURA MEDIA ANUAL; ESTACIÓN METEOROLÓGICA COBÁN, UBICADA EN LA PISTA DE ATERRIZAJE DE COBÁN, ALTA VERAPAZ

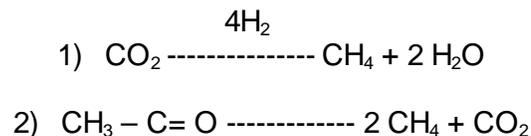


**Fuente:** Elaboración propia con base a datos de la estación meteorológica de Cobán. Año 2018.

En la gráfica 9 se observa un incremento de temperatura a partir del mes de abril hasta septiembre, la revisión bibliográfica de la tesis elaborada por Judith Vásquez respecto a una auditoría ambiental del relleno sanitario de la zona 3 ubicado en la Ciudad Capital explica:

“Que en los botaderos a cielo abierto se genera un proceso biológico en el cual la materia orgánica es degradada por bacterias que no requieren oxígeno para su metabolismo, toda esa descomposición genera una mezcla gaseosa formada por metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y pequeñas proporciones de otros gases, como sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) y amoníaco (NH<sub>3</sub>)”.<sup>19</sup>

“En la primera reacción del CO<sub>2</sub> que se produce durante las primeras fases de la descomposición, por adición de hidrógeno, se forma metano y agua. En la segunda reacción, por acción del calor, el ácido acético se rompe dando lugar a la formación de metano y bióxido de carbono”.<sup>20</sup>

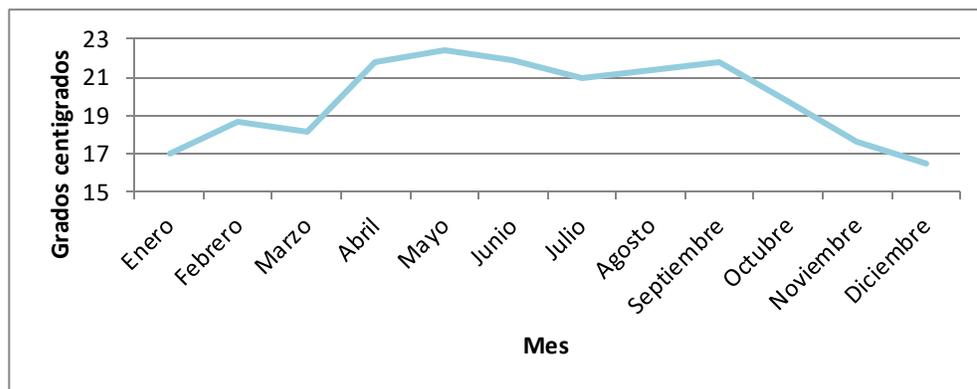



---

<sup>19</sup> Auditoría ambiental del relleno de la zona 3. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_4255.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_4255.pdf) (25 de septiembre de 2018).

<sup>20</sup> Efecto de los basureros sobre el suelo. <http://www.posgrado.unam.mx/sites/default/files/2016/04/13-1411.pdf> (25 de septiembre de 2018).

**GRÁFICA 9**  
**TEMPERATURA MEDIA MENSUAL; ESTACIÓN**  
**METEOROLÓGICA COBÁN, UBICADA EN**  
**LA PISTA DE ATERRIZAJE DE COBÁN,**  
**ALTA VERAPAZ**



**Fuente:** Elaboración propia con base a datos de la estación meteorológica de Cobán. Año 2018.

La quema indiscriminada de desechos sólidos aumenta la temperatura dentro de los mismos, con lo cual los gases producidos pueden llegar a los límites de inflamabilidad y punto de inflamación, generando así incendios de mayor magnitud afectando la vida de los segregadores que a diario realizan la clasificación de los desechos sólidos.

**TABLA 35**  
**NIVEL DE INFLAMACIÓN DE LOS GASES PRODUCIDOS**  
**EN BOTADERO A CIELO ABIERTO**

Gas	Límites de Inflamabilidad en aire por volumen %		Punto de inflamación
	Inferior %	Superior %	
Metano	5	15	187.8 °C
Sulfuro de hidrógeno	4	44	No aplica
Amoniaco	15	30	630°C
Dióxido de Carbono	No aplica		

**Fuente:** <http://www.linde-gas.ec/en/images/HOJA%20DE%20SEGURIDADcm.pdf>. Año 2018.

## Análisis de perfil de suelo

El análisis del suelo se dio por medio de un perfil de suelo y dos calicatas que están descritas en el cuadro 4.

### FOTOGRAFÍA 46 MEDICIÓN DEL PERFIL DE SUELO



Tomada por: Nurian Santa Maria. Año 2017.

### CUADRO 4 DESCRIPCIÓN DE PERFIL DE SUELO Y CALICATAS

<b>Perfil de suelo 1</b>	Presenta un suelo arcilloso con profundidades efectivas de 15 a 25 centímetros, el horizonte A cubre una distancia de 50 cm y una zona de transición para pasar a la arcilla con 35 cm.
<b>Calicata 1</b>	En una profundidad de 10 cm había materia orgánica procedente de las hojas de los pinos y suelo negro, luego se tenía solamente suelo rojo.
<b>Calicata 2</b>	La altura de la calicata fue de 1 metro, por estar a un costado del botadero municipal en los primeros 20 centímetros de excavación se encontró <i>nylon</i> , botellas plásticas y envases de vidrio. Después se visualizó una capa de suelo negro que medía 30 centímetros, una zona de transición de color rojo oscuro y de último roca caliza en proceso de meteorización.

Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

**f. 6to criterio: aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud**

Dentro de las actividades que se llevan a cabo en el botadero municipal se encuentran segregadores como se observa en la fotografía 48, que realizan la clasificación de los desechos PET, botellas, plásticos, latas; para después venderla y obtener un ingreso económico.

**CUADRO 5  
OBSERVACIÓN DE ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**

Aspectos	SI	NO	Ubicación	Observaciones
Viviendas cerca del botadero	x		Menos de 500 m.	
Crianza de aves	x		Viviendas	
Presencia de ganado porcino		x		
Perros a los alrededores	x		Interior de basurero	Aproximadamente de 5 a 10 perros.
Zopilotes	x		Interior de basurero	Aunque algunos se logran visualizar a orilla de la ruta.
Fuentes de agua	x		250 metros	Nacimiento Searcopec que abastece al municipio de Carchá.
Afluencia del tránsito de vehículos	x		Ruta Departamental	
Prevalencia de niños trabajando	x		Interior de basurero	Los niños acompañan a sus padres a clasificar los desechos.
Presencia constante de grupos humanos	x		Interior de basurero	Los que se encargan de clasificar y vender los desechos reciclables.
Realizan la separación de desechos sólidos como fuente de ingreso.	x		Interior de basurero.	
El botadero colinda con propiedades privadas.	x		10 metros.	
Contaminación visual	x		Interior de basurero.	Lo perciben los conductores.

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

Así mismo existe la presencia de vectores como los zopilotes (*Coragyps atratus*), perros (*Canis lupus familiaris*) y otros en menor proporción. La quema que se da es indiscriminada debido a que los mismos segregadores realizan la quema de los desechos para disminuir el volumen.

La crianza de aves se desarrolla en cada una de las viviendas cercanas al botadero y los demás animales mencionados en el párrafo anterior están dentro del botadero para cazar alimentos de subsistencia. En cuanto al recurso hídrico se encuentra un nacimiento ubicado a 250 metros de distancia, esta fuente de agua es la que suministra el vital líquido a los pobladores del área urbana del municipio.

La ruta es muy transitada por pilotos que se dirigen del municipio de Carchá a Chamelco y viceversa, dado por la tranquilidad y la nula congestión de tráfico. Pero la impresión que se llevan los conductores es mala a causa de la contaminación visual que se observa así como olores fétidos que se generan en el botadero.

### **FOTOGRAFÍA 47 PRESENCIA DE SEGREGADORES**



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

## FOTOGRAFÍA 48 COMBUSTIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

Para la categorización del botadero se utilizó la metodología para categorizar el botadero municipal como referencia de la Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botadero de Residuos Sólidos, con base a eso se obtuvo un puntaje de 77.5 que en comparación con el cuadro de rangos de categorización se sitúa en el nivel de alto riesgo.

Los criterios generales que incidieron en este nivel de riesgo y que le dieron mayor puntuación al botadero son: en primer lugar el botadero no solamente recibe desechos sólidos de Carchá sino que de los municipios de Santa Cruz y Chamelco, a diario es receptor de 76.3 toneladas por lo que es una cantidad grande que abarca diferentes tipos de desechos sólidos; el consumismo ha generado que las personas compren y viertan más desechos que los que se tenían en los años anteriores por lo cual en la actualidad hay un aproximado de 16 481 metros cúbicos.

Los arrojos de desechos industriales los generan en máxima cantidad las gasolineras y talleres mecánicos que su trabajo incluye más la manipulación de materiales y residuos que son dañinos al medio ambiente; también influye el

tiempo de actividad del botadero ya que han pasado 47 años y no se han tomado medidas para mitigar la contaminación, es un problema grave que necesitara de tiempo y recursos necesarios para revertir los daños causados; por último la presencia de segregadores y viviendas cercanas hacen un llamado a que se tomen medidas prontas para su saneamiento.

## CUADRO 6 CATEGORIZACIÓN DEL BOTADERO MUNICIPAL

<b>1. Cantidad de residuos y área que ocupa</b>		<b>Puntuación</b>
Superficie que abarca	1.26 hectáreas	1/3
Cantidad diaria de residuos que se arrojan	76.3 toneladas	3/3
Cantidad aproximada de residuos acumulados	16 481 metros cúbicos	4/4
<b>2. Presencia de residuos peligrosos</b>		<b>Puntuación</b>
Arrojo de residuos hospitalarios	Recolectados conjuntamente con residuos domésticos de pequeños establecimientos de salud.	2.5/7.5
Arrojo de residuos industriales	Cantidad moderada	5/7.5
<b>3. Tiempo de actividad del botadero</b>		<b>Puntuación</b>
Tiempo de actividad del botadero	Aprox. 47 años	10/10
<b>4. Cercanía a poblados a viviendas</b>		<b>Puntuación</b>
Cercanía a viviendas	Colindante a viviendas periféricas	14/20
<b>5. Por las características geofísica de la zona</b>		<b>Puntuación</b>
Precipitación pluvial total anual	2262.32 mm	2/2
Temperatura promedio anual	19.78°C	2/2
Condiciones geológicas e hidrogeomorfológicas	El manto acuífero se encuentra a 13.50 metros con base al estudio de Pruebas de Lugeon.	0/2
<b>6. Aspectos socioeconómicos y riesgos a la salud</b>		<b>Puntuación</b>
Actividad de segregación	Intensa	10/10
Crianza de aves y ganado porcino	Mínima	4/10
Presencia de vectores	Muy abundante	10/10
Quema de basura	Quema indiscriminada	10/10
<b>TOTAL DE PUNTUACION</b>		<b>77.5/100</b>

**Fuente:** Datos obtenido en campo. Año 2018.

#### **4.8.2 Riesgo del botadero municipal a través de la Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botadero de Residuos Sólidos**

Con base a la categorización realizada para el botadero municipal, se encuentra en un alto riesgo por los impactos y repercusiones que se tienen al medio ambiente como a la población. En las visitas de campo realizadas se observó que para la época de verano existe mayor probabilidad de que los incendios sean de gran magnitud esto a causa de las altas temperaturas que se tienen y de la descomposición de los desechos.

En lo que va del año 2018 se tiene registro de 2 incendios que han sido en las fechas del 11 de mayo y 12 de junio, los cuales posiblemente fueron provocados por los segregadores que realizan la quema de los desechos sólidos. Esos incendios no han dejado secuelas como pérdidas humanas ni más daños debido a la pronta acción que tienen las autoridades de controlar el fuego.

#### **FOTOGRAFÍA 49 QUEMA ESPORÁDICA DE LOS DESECHOS SÓLIDOS**



**Tomada por:** Madelyn Mendoza. Año 2017.

También se observó como lo muestra la fotografía 51 que debido a la necesidad económica que tienen las personas, se ponen en riesgo a sufrir quemaduras de segundo y tercer grado por las grandes llamas que se forman al momento que los desechos se están quemando.

### **FOTOGRAFÍA 50 RIESGOS DE SUFRIR QUEMADURAS**



**Tomada por:** Madelyn Mendoza. Año 2017.

En la fotografía 52 se indica la inestabilidad que presentan los desechos sólidos depositados en el área y que ponen en riesgo la vida de los recicladores ellos se encuentran en el botadero la mayor parte del día. A causa de la necesidad se arriesgan a adentrarse a las áreas donde existe mayor acumulación de desechos sólidos que no están bien compactados.

## FOTOGRAFÍA 51 RIESGO A LA INESTABILIDAD DE DESECHOS SÓLIDOS



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

Otro riesgo es la contaminación por desechos sólidos hacia el ambiente, generan olores fétidos que son desagradables para los pobladores que viven a cercanías del botadero y de los conductores que transitan por la ruta. La acción del viento también se encarga de arrastrar desechos como bolsas de plástico, papel, *duroport*, cartón, etc., hacia terrenos cercanos y ser atrapados en las ramas de los árboles. Los lixiviados generados por el lavado de los desechos sólidos, pueden propiciar la contaminación de las aguas subterráneas.

### 4.8.3 Determinación del volumen en metros cúbicos de los residuos existentes en el área de estudio

Los 6 perfiles que se realizaron en el DEM fueron la base para obtener 5 discos, con los cuales se calcularon las áreas para generar por último los volúmenes que darían la cantidad total de desechos sólidos acumulados. De los aproximadamente 47 años que lleva el botadero municipal de Carchá, se estima que hay un volumen de 16 481 metros cúbicos de desechos sólidos en 12 632 metros

cuadrados de área que tiene el botadero. Dada la localidad de una dolina en la que se encuentra el botadero, las acumulaciones de los desechos sólidos están dispersas en la parte sur y por la combustión que se realiza se ha disminuido el volumen de los mismos.

**TABLA 36**  
**CÁLCULO DEL VOLUMEN TOTAL**

V1= $(226 + 332)/2 * 9 = 2\ 511\ m^3$	
V2= $(332 + 418)/2 * 9 = 3\ 375\ m^3$	
V3= $(418 + 470)/2 * 8 = 3\ 552\ m^3$	
V4= $(470 + 507)/2 * 8 = 3\ 908\ m^3$	
V5= $(507 + 538)/2 * 6 = 3\ 135\ m^3$	
<b>TOTAL</b>	16 481 m <sup>3</sup>

**Fuente:** Datos obtenidos a través del DEM y con el programa *Arcgis* 10.3

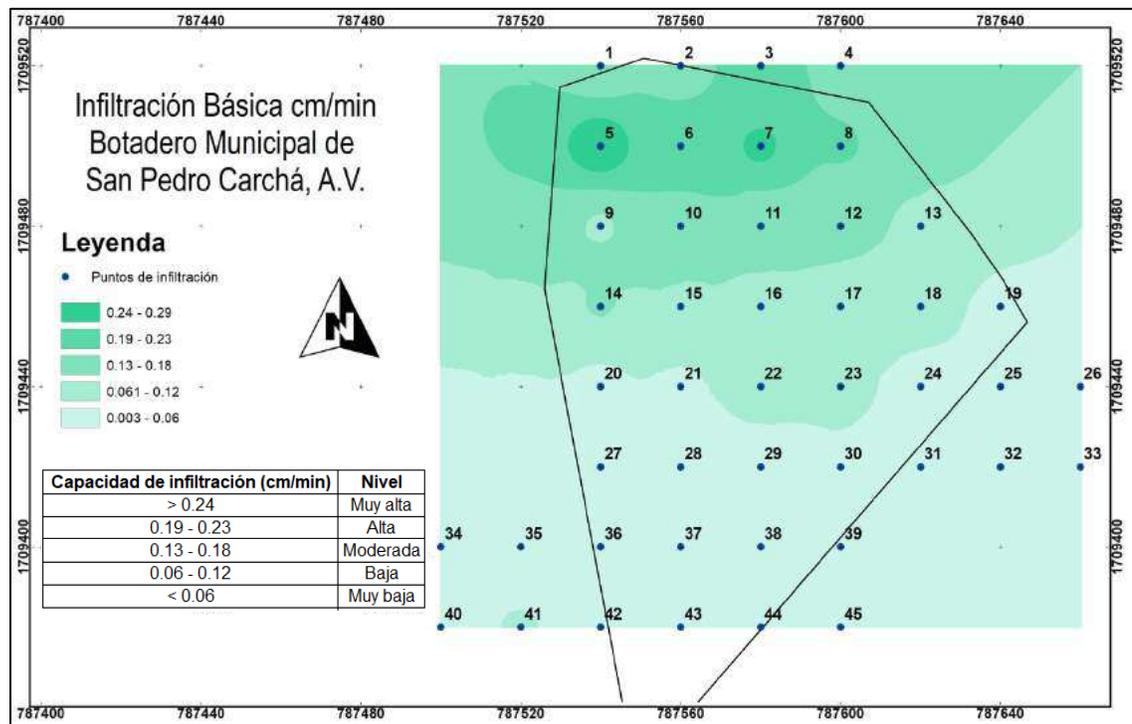
#### 4.8.4 Áreas con mayor capacidad de infiltración

Las áreas altas que se ubican al norte del botadero municipal contienen mayor capacidad de infiltración básica, en rangos de 0.19 a 0.29 cm/min por encontrarse material de desechos sólidos como agujas, plásticos, desechables, *nylon*, entre otros; los cuales al poseer espacios grandes aumentan y facilitan el paso del agua. En los puntos de muestreo sureste y suroeste, donde no existen desechos sólidos el nivel de capacidad de infiltración es baja y muy baja en valores de 0.06 a 0.12 cm/min.

El punto 5 tiene la máxima capacidad de infiltración de 0.29 cm/min se encuentra localizado en la parte noroeste del botadero municipal y el punto 45 la mínima que es de 0.003 cm/min al sureste del área de estudio. Por medio de los datos se infiere que la mayor

generación de lixiviados se encuentra en el área noroeste que tiene pendiente alta y mayor acumulación de desechos sólidos.

## MAPA 7 INFILTRACIÓN BÁSICA PARA LOS PUNTOS DE MUESTREO, EN EL BOTADERO MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, A.V.



**Fuente:** Elaboración propia con el programa *Arcgis* 10.3. Año 2018.

En la tabla 37 están enlistadas las 45 pruebas de infiltración con su respectiva capacidad de infiltración básica dada en cm/min, como se describió anteriormente el rango de los valores es semejante para el área norte del botadero y con mayor pendiente. El definir las áreas con mayor capacidad de infiltración radica en que al momento de realizar infraestructuras destinadas al saneamiento del botadero, tales como la colocación de una membrana geotextil ya se tendrá conocimiento respecto a la dirección norte-sur en que se deberá de distribuir.

**TABLA 37**  
**CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN BÁSICA**

No.	X	Y	cm/min	No.	X	Y	cm/min
1	787540	1709520	0.13	24	787620	1709440	0.04
2	787560	1709520	0.14	25	787640	1709440	0.02
3	787580	1709520	0.21	26	787660	1709440	0.02
4	787600	1709520	0.15	27	787540	1709420	0.01
5	787540	1709500	0.29	28	787560	1709420	0.02
6	787560	1709500	0.21	29	787580	1709420	0.03
7	787580	1709500	0.25	30	787600	1709420	0.06
8	787600	1709500	0.18	31	787620	1709420	0.02
9	787540	1709480	0.11	32	787640	1709420	0.007
10	787560	1709480	0.16	33	787660	1709420	0.005
11	787580	1709480	0.15	34	787500	1709400	0.04
12	787600	1709480	0.14	35	787520	1709400	0.01
13	787620	1709480	0.11	36	787540	1709400	0.02
14	787540	1709460	0.12	37	787560	1709400	0.008
15	787560	1709460	0.11	38	787580	1709400	0.04
16	787580	1709460	0.09	39	787600	1709400	0.01
17	787600	1709460	0.08	40	787500	1709380	0.05
18	787620	1709460	0.09	41	787520	1709380	0.07
19	787640	1709460	0.05	42	787540	1709380	0.02
20	787540	1709440	0.05	43	787560	1709380	0.02
21	787560	1709440	0.05	44	787580	1709380	0.06
22	787580	1709440	0.09	45	787600	1709380	0.003
23	787600	1709440	0.08				

Fuente: Datos obtenidos a través del método de Porchet. Año 2018.

**a. Análisis exploratorio de datos**

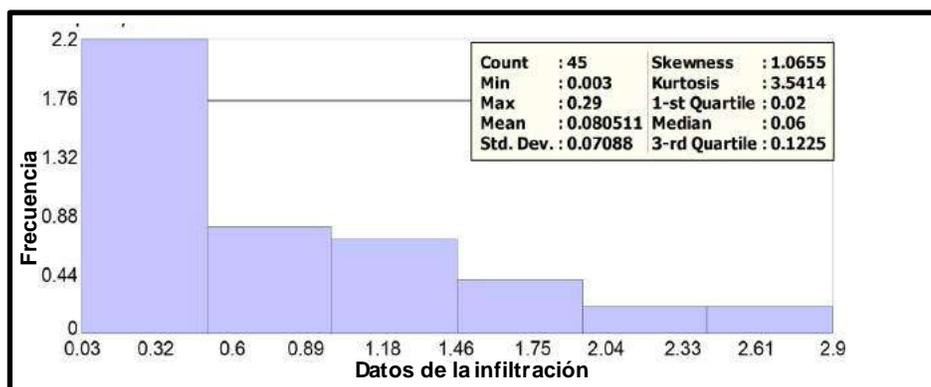
En esta primera etapa del análisis geoestadístico se exploraron los datos sin ser georeferenciados, por lo cual se determinó a través de un histograma las siguientes medidas numéricas: la media, el máximo, mínimo, la kurtosis y los cuantiles.

## 1) Histograma

El histograma muestra en el eje X los datos de las 45 pruebas de infiltración y en el eje Y la frecuencia de los mismos. Para este caso se notó que la mayoría se ubica entre el rango de 0.03 a 0.6 cm/min.

En estadística para tener una distribución normal de datos la kurtosis debe presentar un valor de 3, sin embargo para el análisis de los 45 datos de infiltración básica en cm/min es de 3.54. Por lo cual en la distribución de los datos no se visualiza una campana, sino una asimetría sesgada positivamente con una media de 0.08 y mediana 0.06.

**GRÁFICA 10**  
**HISTOGRAMA SIN TRANSFORMACIÓN**



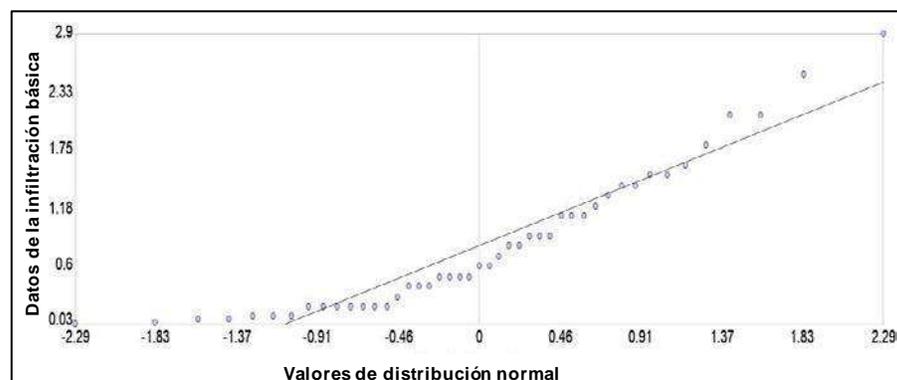
**Fuente:** Elaboración a través del programa *Arcgis 10.3* con *Geoestatistical Analyst*. Año 2018.

## 2) Normal QQPlot

La gráfica 11 normal de Cuantil-Cuantil (QQPlot) sin transformación, sirvió para comparar las similitudes existentes entre la distribución de los datos de infiltración y la distribución normal. Los cuantiles fueron representados por los puntos tomados a intervalos de las pruebas de infiltración sin ninguna modificación.

En el eje X están los valores de la distribución normal y en el eje Y los correspondientes a los datos de la infiltración básica, en este caso se logra visualizar que no se tiene una distribución normal ya que los datos no se alinean con la línea de referencia de 45°, por lo tanto hay cierto desvío de los puntos en el diagrama.

### GRÁFICA 11 NORMAL QUANTIL-QUANTIL PLOT SIN TRANSFORMACIÓN

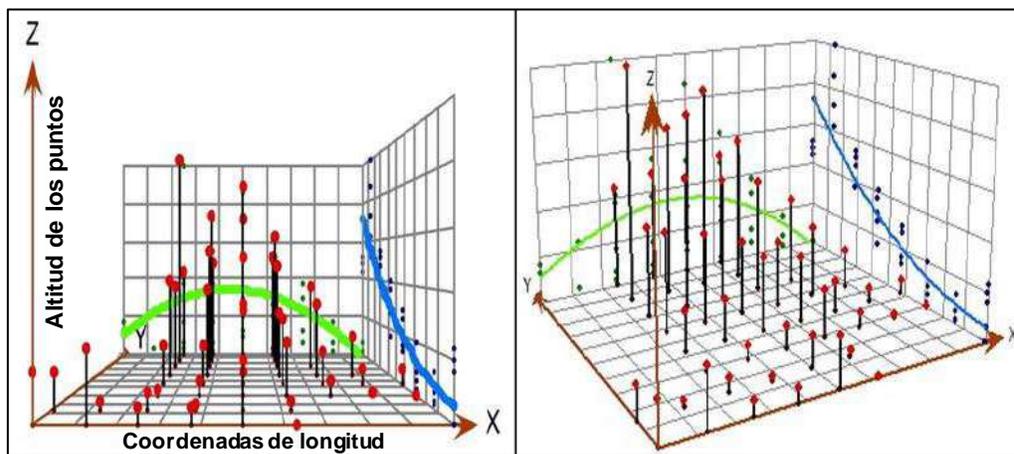


**Fuente:** Elaboración a través del programa *Arcgis 10.3* con *Geoestatistical Analyst*. Año 2018.

### 3) Línea de tendencia

El gráfico 12 muestra una perspectiva tridimensional de los datos en un plano donde Y representa la latitud, X la longitud y Z la altitud de los puntos como un diagrama de dispersión. La línea verde indica la tendencia en este-oeste y la azul representa la dirección norte-sur.

## GRÁFICA 12 LÍNEA DE TENDENCIA DE INFILTRACIÓN BÁSICA CM/MIN



Fuente: Elaboración a través del programa *Arcgis 10.3* con *Geoestatistical Analyst*. Año 2018.

### b. Análisis estructural

El modelo Kriging es el más usado para el análisis de aspectos ambientales, como es el caso de las pruebas de infiltración realizadas en el botadero municipal de Carchá.

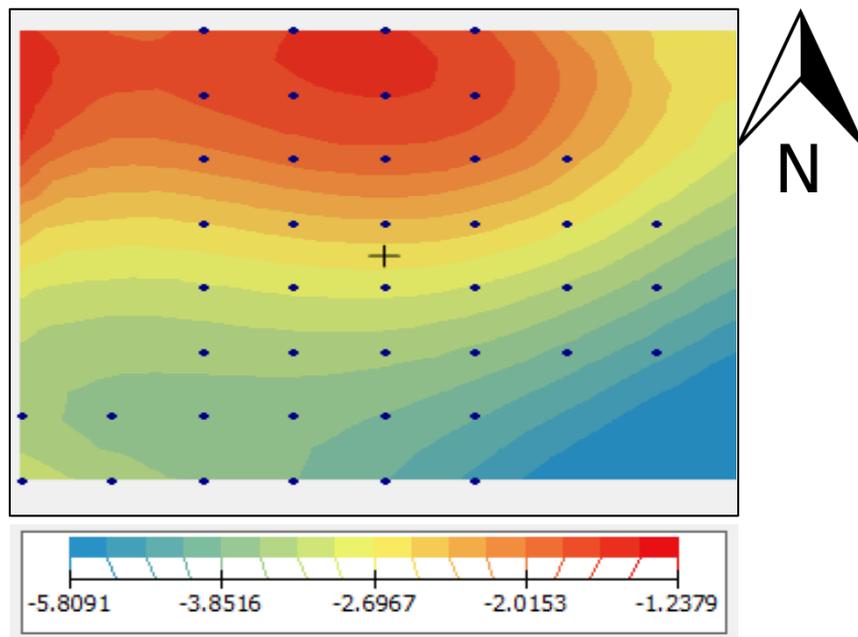
El Kriging ordinario utiliza la transformación puntual de sus datos en una distribución normal lo cual crea un modelo que permite predecir los más cercanos a los reales al momento de ir a campo y realizar las mismas pruebas.

Así mismo se toma en consideración el espacio geográfico en el que se ubican los puntos de infiltración, por lo que analiza el comportamiento espacial de la infiltración en el área de estudio.

El cálculo de la Función Kernel tipo gaussiano permitió hacer la selección del núcleo que mejor se adaptó a la superficie y que cubrió la mayoría de los puntos de infiltración. Esto indica que tal como se visualiza en la gráfica 13 y en la escala de la

tonalidad de los colores, en donde existe más densidad de los puntos de infiltración es en el color celeste que indica 5.8091 mientras que el rango de la escala disminuye de menor densidad existente.

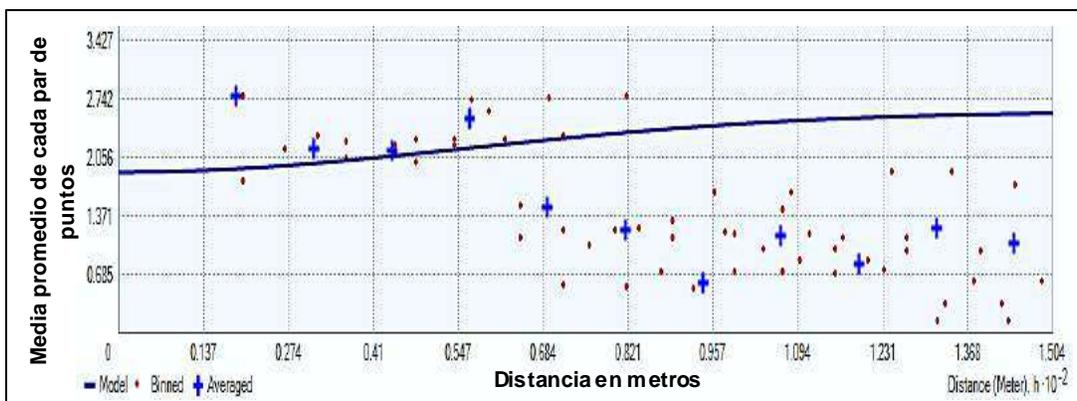
**GRÁFICA 13**  
**FUNCIÓN KERNEL TIPO GAUSSIANO**  
**DE SEGUNDO ORDEN**



**Fuente:** *Geoestatistical Wizard*, elaboración con el programa *Arcgis 10.3*. Año 2018.

El semivariograma crea una superficie de predicción la cual funciona como base para el modelo de salida, también grafica la varianza de los pares de datos en función de la distancia. El gráfico 14 muestra la distancia máxima y la forma en que cada punto influye sobre otro a diferentes distancias. Las cruces azules indican la variación media en cada par de puntos. Es así como en el eje X se tienen los valores de las distancias en metros y en Y los valores de la media promedio de cada par de puntos.

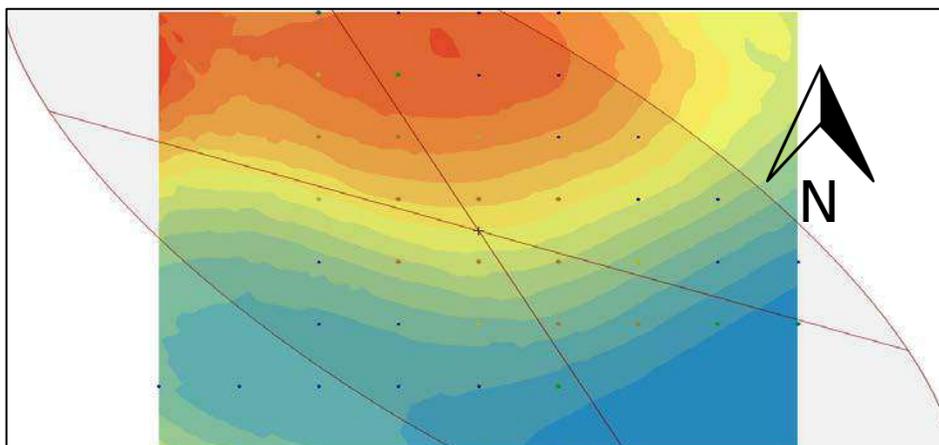
## GRÁFICA 14 SEMIVARIOGRAMA DE INFILTRACIÓN CM/MIN



Fuente: *Geoestatistical Wizard*, elaboración con el programa *Arcgis 10.3*. Año 2018.

La gráfica 15 sobre la búsqueda de vecinos, muestra una elipse dividida en 4 partes que engloba los puntos con mayor similitud de infiltración básica y que están ubicados a 45° fuera del eje central. Esto sirvió para hacer el modelo de Kriging y ajustar los datos a una predicción con el menor error posible. La búsqueda de vecinos está definida por los parámetros de elipse: ángulo, eje mayor y eje menor.

## GRÁFICA 15 BÚSQUEDA DE VECINOS, EN 4 SECTORES CON 45° DE SALIDA PARA EL CÁLCULO DE LA INFILTRACIÓN CM/MIN

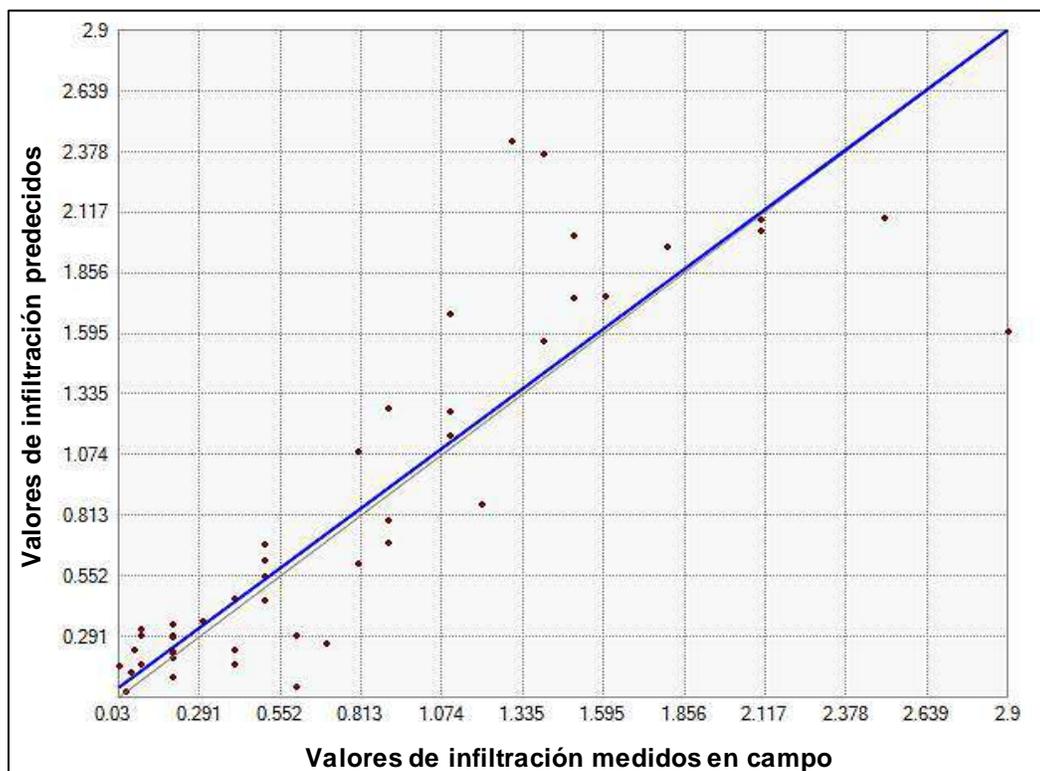


Fuente: *Geoestatistical Wizard*, elaboración con el programa *Arcgis 10.3*. Año 2018.

La gráfica 16 muestra la predicción del modelo Kriging ordinario logarítmico de segundo orden, tipo Gaussiano de la infiltración cm/min.

En el eje X se ubican los datos de la infiltración medida en campo y en el eje Y los valores de predicción del modelo, la línea gris es el resultado de la infiltración básica que existe en cada punto de muestreo y la azul es la predicción que el modelo Kriging ordinario logarítmico hizo para las 45 pruebas de infiltración.

**GRÁFICA 16**  
**PREDICCIÓN DEL MODELO KRIGING ORDINARIO**  
**LOGARÍTMICO DE SEGUNDO ORDEN, TIPO**  
**GAUSSIANO DE LA INFILTRACIÓN CM/MIN**



Fuente: *Geoestatistical Wizard*, elaboración con el programa *Arcgis 10.3*. Año 2018.

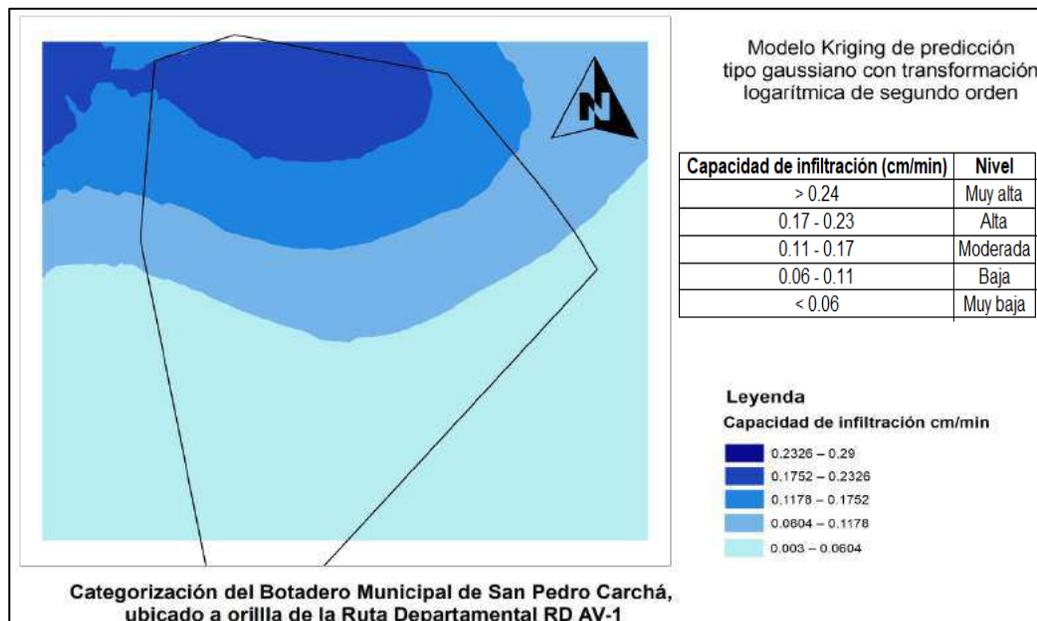
El programa generó la función de regresión  $(0.98571091563682 * x + 0.00429829775839637)$  utilizada para realizar la gráfica 16.

### c. Predicción

El modelo Kriging tipo gaussiano con transformación logarítmica de segundo orden es el más confiable al momento de repetir las mediciones en campo. En el mapa 7 se visualizó de manera distinta el comportamiento de la infiltración en la parte norte con respecto al mapa 8 del modelo de predicción, para este caso los datos ya están ajustados a un semivariograma el cual se encargó de que se tuviera una distribución normal que predijera confiablemente los datos de campo.

En cuanto a mayor intensidad de color que se tenga en el mapa, se está indicando la alta capacidad de infiltración en esa área y que conforme disminuya esa intensidad la capacidad es menor, para el área de estudio el modelo gaussiano sigue prediciendo mayor capacidad en lo azul que es la parte alta de donde hay más acumulación de desechos sólidos.

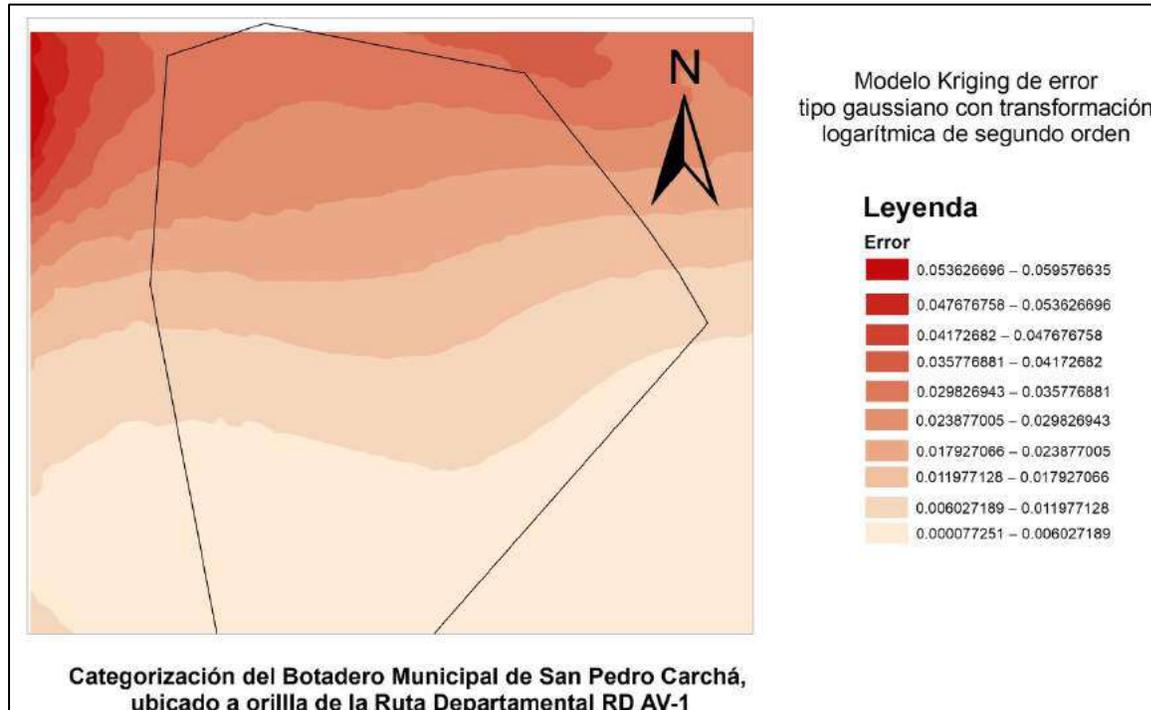
## MAPA 8 PREDICCIÓN CON TRANSFORMACIÓN LOGARÍTMICA TIPO GAUSSIANO



Fuente: Elaboración con el programa Arcgis 10.3 Año 2018.

Para otros estudios se realizó el mapa 9 de predicción el cual conforme la intensidad de rojo aumenta, se tiene mayor error de milésimas en el valor de los datos, por lo consiguiente en el lado norte del botadero se tendría más 0.05 cm/min esto debido a que en esta parte siempre hay acumulación de desechos sólidos. Mientras en la parte sur el error es más bajo y las variaciones de la capacidad de infiltración son mínimas.

### MAPA 9 PREDICCIÓN DEL ERROR CON TRANSFORMACIÓN LOGARÍTMICA TIPO GAUSSIANO



Fuente: Elaboración con el programa Arcgis 10.3 Año 2018.

#### 4.8.5 Propuestas de mitigación para el botadero municipal

Informar a las autoridades municipales de los resultados obtenidos en la investigación del botadero municipal sobre la categorización de alto riesgo que presenta, para desarrollar campañas de comunicación dirigida a los ciudadanos con la finalidad de crear conciencia y elaborar planes de ayuda al ambiente hablándose de la clasificación de los residuos en el hogar.

Comunicar a los ciudadanos del cierre del botadero municipal, delegando a la oficina de comunicación social hacer pública la información por medio de una reunión oficial, redes sociales y medios publicitarios. También se debe informar las sanciones que se impondrán a las personas que continúen depositando sus desechos en el antiguo botadero, las cuales podrán estar regidas bajo el reglamento para el funcionamiento y administración del servicio municipal de recolección, manejo y disposición final de desechos sólidos de la municipalidad de San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

En el capítulo I del régimen sancionatorio tiene contemplado en los artículos 40 y 41 lo siguiente copiado literalmente:

“Artículo 40. Prohibiciones. Para la prestación regular del servicio, la conservación del medio ambiente y la preservación del ornato y la limpieza, se prohíbe a la población en general:

- a) La disposición de desechos en la vía pública o en lugares no autorizados para tal fin.
- b) Depositar o abandonar residuos sólidos de cualquier tipo en lotes baldíos, a cielo abierto o en cuerpos de aguas superficiales o subterráneas, sistemas de drenaje, alcantarillado o en fuentes públicas, barrancos, propiedades particulares, cuencas hidrográficas y otros que puedan ser perjudiciales y atentatorios a la salud de las personas y signifiquen un deterioro al medio ambiente.

- c) Quemar a cielo abierto o en lugares no autorizados, cualquier tipo de desechos.
- d) Abandonar o depositar en la vía pública animales muertos o sustancias peligrosas corrosivas, inflamables, salitrosas o cualquier otra de ilícito comercio y/o que despidan olores desagradables.
- e) Depositar desechos sólidos en los recipientes y cestos para residuos instalados en calles, parques, plazas u otras áreas verdes, espacios abiertos y depósitos de mercados; cuando se tiene obligación de contratar el servicio municipal para ello.
- f) Mezclar desechos sólidos y de manejo especial con residuos peligrosos.

Artículo 41. Imposición de sanciones. Las infracciones al artículo anterior serán sancionadas por el Juzgado de Asuntos Municipales, sin perjuicio de la aplicación de otras leyes. El infractor deberá pagar una multa de Cien Quetzales (Q100.00) a Cinco Mil Quetzales (Q5, 000.00) dependiendo la gravedad de la falta. En el caso de personas o empresas concesionarias, además de lo anterior, emitirá sanciones que van desde una amonestación hasta la solicitud de cancelación de la Concesión ante el Honorable Concejo Municipal<sup>21</sup>.

Realizar una jornada de limpieza de los desechos sólidos y materiales cercanos ubicados al este de la entrada, para trasladarlos a la masa de desechos sólidos del botadero municipal.

Coordinar con la Unidad de Saneamiento Ambiental de la Dirección de Salud un programa de control de vectores mosca (*Musca doméstica*), zancudos (*Culicidae sp*), zanates (*Quiscalus sp*), perros (*Canis lupus familiaris*), gatos (*Felis catus*), etc.) que se encuentran en el botadero municipal.

Implementar contra cunetas en la parte alta del botadero a fin de evitar que las aguas superficiales recarguen las cunetas ubicadas en la periferia este y oeste. A través de estas dos

---

<sup>21</sup> Reglamento para el funcionamiento y administración del servicio municipal de recolección, manejo y disposición final de desechos sólidos de la municipalidad de San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

infraestructuras se estará dando un manejo adecuado a la escorrentía superficial, disminuyendo así la cantidad de infiltración de lixiviados hacia los mantos acuíferos subsuperficiales.

#### **IMAGEN 4**

### **MODELO DE CONTRACUNETA ELABORADA DE CEMENTO**



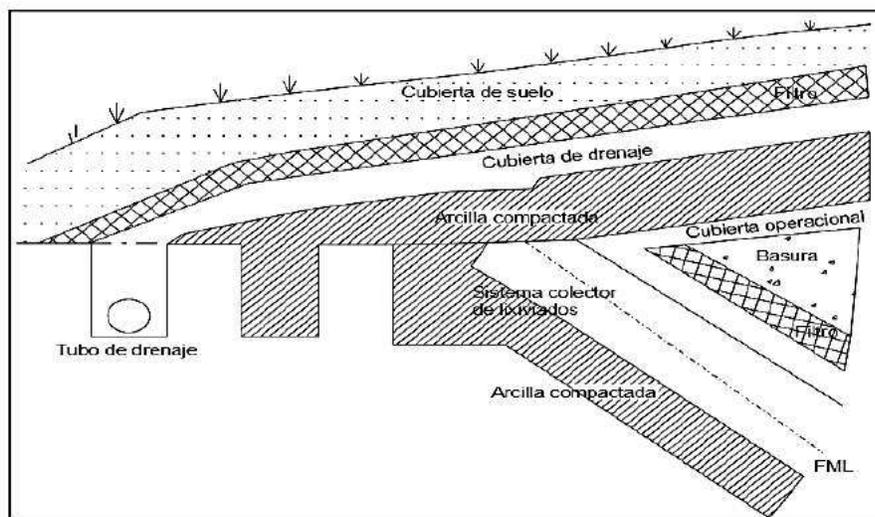
**Fuente:** C.A. Disponible en: <https://pt.slideshare.net/luchegas/obras-de-drenaje/16>. Año 2018.

Construir una caseta de 2x2 metros con materiales prefabricados y lámina, en la entrada principal del botadero municipal con la finalidad de implementar un control del ingreso de las personas que depositan sus desechos en dicho lugar.

Conformar una barrera viva con árboles de follaje denso y rápido crecimiento en el perímetro del botadero municipal actual, para evitar la contaminación visual que perciben los ciudadanos que circulan por la ruta departamental y retener los olores fétidos producidos dentro el botadero. Entre las especies que se pueden mencionar están: sauce blanco (*Salix alba*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), árbol del paraíso (*Eleagnus angustifolia*).

Para evitar el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas se deberán construir pozas de lixiviados para darles un tratamiento de recirculación, por lo cual la municipalidad de San Pedro Carchá deberá realizar un proyecto de investigación que determine la cantidad de lixiviados producidos con base a las áreas de mayor capacidad de infiltración del botadero municipal, esto para establecer las dimensiones de largo, ancho y profundidad que requieran las poza de lixiviados. Después de tener determinado la generación de lixiviados por día, se podrá hacer un sistema de impermealizado y drenaje como lo muestra la imagen 5.

### IMAGEN 5 SISTEMA DE IMPERMEALIZADO Y DRENAJE DE LIXIVIADOS



**Fuente:** Guía técnica para la clausura y conversión de botadero de residuos sólidos. Año 2004.

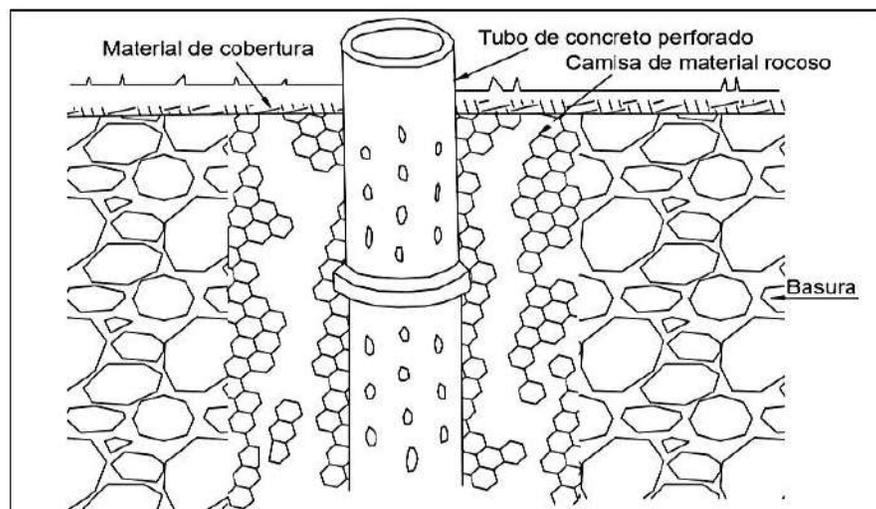
#### Manejo del biogás

“Para el manejo apropiado del biogás, la técnica más empleada es el de chimeneas o pozos de venteo pasivos. Con esta técnica, una vez concluido el sellado final de los residuos, se perforan los pozos de 40 a 60 cm de diámetro hasta que alcancen por lo menos 75% del espesor de los residuos dispuestos. Luego se colocan tubos de PVC o de concreto de

10 cm como mínimo con perforaciones laterales y rellenas con grava. En el extremo superior de estos drenes y como mínimo a 1,5 m sobre el nivel de la cobertura final, se instalará un quemador que deberá estar en combustión permanente para controlar el biogás y los olores del mismo”.<sup>22</sup>

Según lo que se investigó para un botadero de categoría alta se debe realizar un manejo del biogás para controlar los gases que se generan y así evitar los incendios esporádicos e imprevistos en el área de estudio. Para lo cual en el párrafo anterior se citó que se tienen que perforar pozos de 40 a 60 centímetros de diámetro estas dimensiones va a variar para el botadero de Carchá, primero se debe conocer el espesor de los desechos sólidos. Se tienen que colocar los tubos PVC y grava o arena para que tenga consistencia. El modelo sería como la imagen 6.

### IMAGEN 6 POZO CON ESTRUCTURA DE MALLA



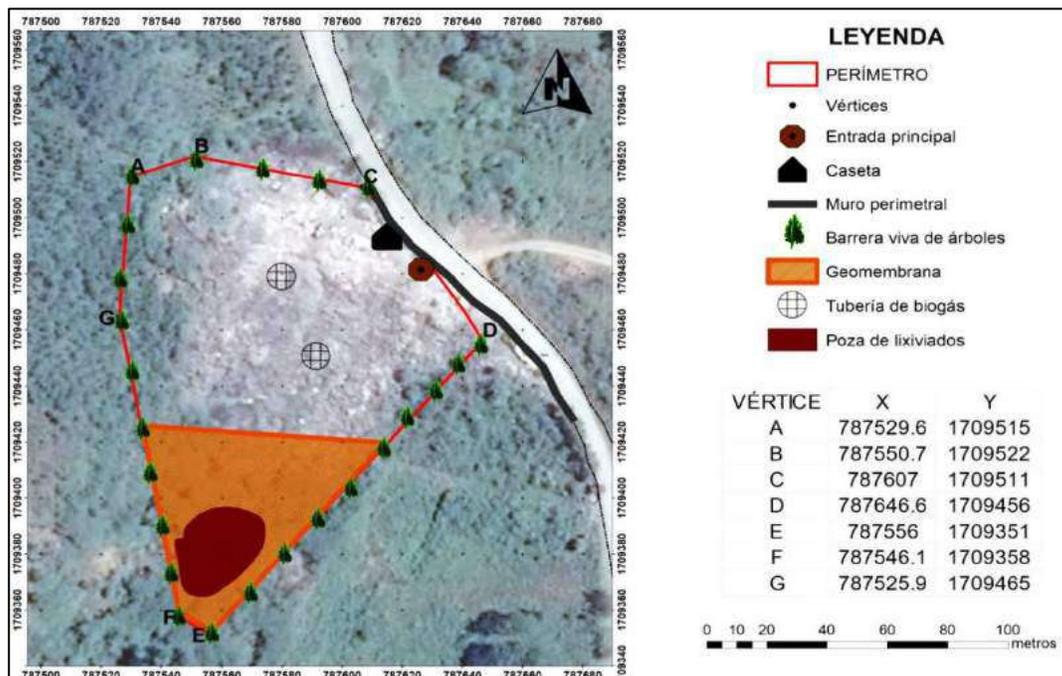
**Fuente:** Guía técnica para la clausura y conversión de botadero de residuos sólidos. Año 2004.

<sup>22</sup> Organización Panamericana de la Salud. *Guía técnica para la clausura y conversión de botadero de residuos sólidos*. CONAM, MINISTERIO DE SALUD DIGESA, 29.

Para complementar lo establecido en las medidas de mitigación anteriores, se realizó un mapa de propuesta indicando la ubicación de cada una de las infraestructuras que requiere el botadero municipal para darle un manejo a los gases y lixiviados producidos. Por lo cual en la parte sureste se ubicó la poza de lixiviados que se encargará de recibir los líquidos provenientes del norte del botadero, en la parte media se consideraron establecer dos tuberías de biogás por existir mayor acumulación de desechos sólidos, la geomembrana en la parte baja para impermeabilizar el suelo y evitar la infiltración de la poza de lixiviados.

Los árboles se sembrarán en la periferia del botadero para conformar una barrera viva que serviría para contrarrestar los olores producidos y aislar la contaminación visual, por último la ubicación de la caseta para control del ingreso de personas y vehículos.

### MAPA 10 PROPUESTA DE CLAUSURA PARA EL BOTADERO MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, A.V



Fuente: Elaboración propia con el programa Arcgis 10.3 Año 2018.

#### **4.9 Conclusiones de la investigación**

El botadero municipal de San Pedro Carchá con base a su categorización de 77.5 puntos se ubica en el rango de Alto Riesgo, el establecer a que riesgo pertenece brinda información sobre lo peligroso e impactante que es el botadero actual. Por lo mismo afecta al entorno natural que lo rodea hablándose de paisaje, bosque, ríos, nacimientos donde se generan vectores que pueden ser causantes de enfermedades de los pobladores que tienen viviendas en la periferia de la ruta Departamental RD AV-1.

Por el alto riesgo que presenta el botadero, este deberá de ser clausurado después de no ser requerido más como receptor de los desechos sólidos, es importante concluir con los riesgos más latentes que se tienen actualmente y que si no se toman acciones sostenibles podrían provocar daños irreversibles. El principal riesgo es para el suelo debido a que directamente en el recaen todos los desechos que en conjunto con las precipitaciones generan lixiviados en la parte norte del botadero y por la alta capacidad de infiltración pueden causar la contaminación de aguas subterráneas. También el riesgo a incendios de gran magnitud, la contaminación visual y atmosférica.

El volumen de desechos sólidos acumulados que tiene el botadero actual es aproximadamente 16 481 metros cúbicos, de los cuales el mayor volumen se encuentra en la parte norte. En la parte sur los desechos sólidos se encuentran en menor volumen a razón que son empujados por los mismos recicladores y maquinaria que ingresa al botadero.

El área norte del botadero presenta los valores más altos de capacidad de infiltración, esto concluye que en un minuto se puede absorber de 0.29 a 0.24 cm de agua. La máxima infiltración básica es para el punto 5 que tiene capacidad de 0.29 cm/min mientras que el punto

45 ubicado en el sureste tiene la menor infiltración de 0.003 cm/min. Los datos obtenidos en campo identifican las áreas de mayor infiltración con lo cual se puede conocer que en el lado noroeste hay más producción de lixiviados siendo de interés para la colocación de tuberías que transporten los líquidos a una poza de lixiviados y así evitar la contaminación de aguas subterráneas.

El botadero municipal actual cuenta con un muro perimetral que lo separa de la orilla de la carretera sin embargo las medidas de mitigación tienen que ser inmediatamente ejecutadas para proteger la vida natural de la fauna y flora, así como la de los pobladores. Es por ello necesario construir una caseta de control que permita vigilar que se cumpla con la inhabilitación del botadero, plantar una barrera viva con casuarina, palo blanco para aislar la contaminación visual.

#### **4.10 Recomendaciones de la investigación**

El consejo municipal deberá asignar recursos económicos para realizar estudios enfocados en análisis de la calidad de los suelos, análisis físicos, químicos y bacteriológicos de las aguas subterráneas.

A la municipalidad de San Pedro Carchá se le recomienda que inmediatamente después que se tenga por finalizada la construcción de la planta de tratamiento de desechos sólidos, se clausure definitivamente el botadero municipal para iniciar con las propuestas de las medidas de mitigación.

Los segregadores que se encuentran actualmente en el botadero, deberán de ser considerados para trabajar dentro de la planta de tratamiento de desechos sólidos como los clasificadores. Esto como una fortaleza por los años de estar realizando esta actividad de clasificar los desechos tienen mayor experiencia.

En coordinación con la UGAM y la dirección departamental de educación se debe ejecutar un programa de educación ambiental dirigida a los establecimientos educativos y COCODES para informarles de los impactos negativos que causa el botadero municipal tanto al entorno natural como a los pobladores. De tal manera que ellos propongan alternativas que desde su punto de vista son fundamentales considerar al clausurar el botadero.

#### 4.11 Presupuesto de investigación

**TABLA 38**  
**PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Días</b>	<b>Costo U</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Recurso humano</b>	7	Persona	4	Q. 40.00	Q. 1 120.00
<b>Recurso técnico</b>	2	Persona	4	Q.300.00	Q. 2 400.00
<b>Auxiliar</b>	1	Persona	2	Q. 75.00	Q. 150.00
<b>Alquiler estación Total</b>	1	Aparato	2	Q.352.00	Q. 704.00
<b>Mascarillas</b>	4	Unitario	----	Q. 75.00	Q. 300.00
<b>Guantes</b>	1	Caja	----	Q. 73.00	Q. 73.00
<b>Guantes de hule</b>	5	Pares	----	Q. 20.00	Q. 100.00
<b>Transporte</b>	5	Día	----	Q 200.00	Q. 1 000.00
<b>Balanza</b>	1	Unitario	----	Q. 40.00	Q. 40.00
				<b>TOTAL</b>	<b>Q. 5 887.00</b>

Fuente: Elaboración propia. Año 2018.



## CONCLUSIONES

Con la presentación de los resultados obtenidos en el diagnóstico, el involucramiento de los comunitarios fue notorio por participar en las actividades programadas para la aldea Cojaj. Las charlas ambientales, talleres, jornadas de limpieza, etc., contribuyeron a minimizar la problemática ambiental de los desechos sólidos y contaminación del agua.

Las diversas actividades que se desarrollaron dentro de la aldea, permitieron la promoción de una participación activa donde, tanto hombres como mujeres tuvieron la oportunidad de expresar sus opiniones con base a la problemática ambiental. Propiciando así un espacio de reflexión en cuanto a las acciones que se deben realizar para crear un uso sustentable de los recursos naturales.

Las actividades realizadas dentro del período de 8 meses generaron empoderamiento en los comunitarios, en cada actividad ellos ejecutaron los procedimientos necesarios para obtener resultados favorables y exitosos.

La elaboración de abono orgánico realizado por las señoras, permitió la adquisición de una metodología nueva para la comunidad en cuanto a elaborar el abono y luego replicar los conocimientos adquiridos; para la comunidad se tuvieron productos tangibles como la reforestación del nacimiento, la fabricación de filtros artesanales que fueron importantes para que las familias empezarán a utilizar métodos de purificación, con base al resultado del análisis bacteriológico hecho al nacimiento, el agua no es apta para consumo humano.

El alto riesgo que presenta el botadero municipal de San Pedro Carchá determinado a través de la metodología establecida por la Guía Técnica para la Conversión y Clausura de Residuos Sólidos, concluyó en proporcionar información, con relación al volumen de 16 481 metros cúbicos aproximados de desechos sólidos, los 4 200 usuarios que depositan la cantidad de 76.3 toneladas diarias de desechos provenientes de los municipios de Carchá, San Juan Chamelco y Cobán.

Las pruebas de infiltración realizadas en el botadero municipal, muestran en la parte norte mayor capacidad de infiltración notándose valores de 0.16 a 0.29 cm/min.

## RECOMENDACIONES

A la municipalidad de Carchá se le recomienda continuar con las charlas educativas ambientales para el área rural como urbana, con la finalidad de generar cambios actitudinales en la población.

Propiciar talleres sociales participativos donde se involucre a COCODES para hacerles saber las funciones, derechos y obligaciones que tienen como autoridades máximas de la aldea y crear enlaces con entes civiles que incidan en el desarrollo económico y productivo de las comunidades.

Socializar a través del Consejo Municipal de Desarrollo la creación de un comité de medio ambiente oficializado ante la municipalidad, para que todas las comunidades posean uno y capacitarlos sobre las acciones que se tienen que emplear en dicho comité.

Creación e implementación por parte de la unidad de gestión ambiental municipal un stand informativo, con el fin de que los ciudadanos del área urbana y rural observen e informen del estado actual del medio ambiente que los rodea, y sean partícipes de un cambio por medio de la sensibilización colectiva.



## BIBLIOGRAFÍA

- Arce Canahuí, Angel. (comp.). *Determinación de la velocidad de infiltración a través de método de infiltrometro de doble cilindro y del cilindro de Porchet*. Práctica de Laboratorio. Centro Universitario del Norte-Universidad de San Carlos de Guatemala. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala: Carrera de agronomía, 2017.
- Barrillas, Judith. *Auditoría ambiental del relleno sanitario de la zona 3*. 2015. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02\\_4255.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_4255.pdf) (05 de agosto de 2017).
- Cruz, Jorge Rene de la. *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel reconocimiento*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal, 1982.
- Díaz Viera, Martín. *Geoestadística aplicada*. Cuba: Instituto de Geofísica y Astronomía, 2002.
- Flores, Juan Pablo. *Curvas de infiltración*. [http://eias.utalca.cl/Docs/pdf/Publicaciones/manuales/c\\_modulo\\_curva\\_infiltracion.pdf](http://eias.utalca.cl/Docs/pdf/Publicaciones/manuales/c_modulo_curva_infiltracion.pdf) (05 de octubre de 2017).
- Henao, Ramón. *Introducción a la geoestadística. Correlación espacial muestral y ajuste de modelos*. Colombia: Departamento de estadística, 2010.
- Infiltración*. [http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado\\_itop/415/pdfs/Capitulo%206.pdf](http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/415/pdfs/Capitulo%206.pdf) (25 de septiembre de 2017).
- Manejo ambiental para control de vectores*. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/resources/envmanagement/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/resources/envmanagement/es/) (10 de junio de 2018).
- Manejo inadecuado de los desechos y desechos mezclados*. [http://es.hesperian.org/hhg/A\\_Community\\_Guide\\_to\\_Environmental\\_Health:Manejo\\_inadecuado\\_de\\_los\\_desechos\\_y\\_desechosmezclados](http://es.hesperian.org/hhg/A_Community_Guide_to_Environmental_Health:Manejo_inadecuado_de_los_desechos_y_desechosmezclados) (27 de julio de 2017).

Marroquín Pérez, Magda Karina. *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión, municipio de San Pedro Carchá*. Licenciatura en Administración de Empresas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de Ciencias económicas, 2009.

Municipalidad de San Pedro Carchá. *Misión de la municipalidad de San Pedro Carchá*. <http://municarcha.gt/ley-de-informacion-publica/decreto-57-2008-articulo-10/05-mision-y-vision/> (13 de marzo de 2017).

Organización Panamericana de la Salud. –OPS-. *Guía técnica para la clausura y conversión de botadero de residuos sólidos*. Lima, Perú: OPS., 2004.

Romero, Jorge. *Informe técnico integrado de los estudios de prospección geotécnica y pruebas de permeabilidad, geología y análisis estructural, investigación geofísica y topografía local*. San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Guatemala: Dirección Municipal de Planificación, 2016.

Say Chaman, Antonio Benjamín. *Manejo de la basura y su clasificación*. [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07\\_1989.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/07/07_1989.pdf) (25 de febrero de 2018).



V.º B.º

---

Adán García Véliz  
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa  
Bibliotecario

## **ANEXOS**



## FOTOGRAFÍA 52 OBTENCIÓN DE LA TIERRA NEGRA



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

## FOTOGRAFÍA 53 ACTIVIDAD DE CONVIVENCIA CON NIÑOS



Tomada por: Claudia Alba. Año 2017.

**FOTOGRAFÍA 54  
LIMPIEZA DEL CAUCE DEL  
NACIMIENTO**



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

**FOTOGRAFÍA 55  
GRUPO DE NIÑOS COLABORANDO CON  
RECOGER LOS DESECHOS**



Tomada por: Alfredo Pacay. Año 2017.

**FOTOGRAFÍA 56**  
**TRASLADO DE LAS BOLSAS RECOLECTADAS**  
**AL BOTADERO DE CARCHÁ**



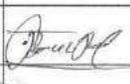
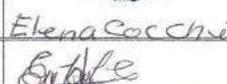
Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

**FOTOGRAFÍA 57**  
**PARTICIPANTES EN LA REFORESTACIÓN**  
**DE QUIHA CHIMO**



Tomada por: Claudia Alba. Año 2017.

## IMAGEN 7 LISTADO DE ASISTENCIA, ABONO ORGÁNICO

No.	Nombre (K'ab'a)	Firma (Juch')
1	Manuela Coc Che	
2	Herlinda Caal	
3	Carmen chon loó	
4	Carlota Caal	
5	Candelaria loó Tiul	
6	Albina loó Tiul	
7	Petrona Pop Coc	
8	Maria Chon Coc	 <i>Maria chon coc</i>
9	Elena Pop Coc	 <i>Elena Pop Coc</i>
10	Maria Yaxcal Pop	 <i>maria yaxcal pop</i>
11	Ericka Maribel Esperanza Pop Coc	
12	Elvira Cocul	
13	Elena Coc Che	 <i>Elena Cocchi</i>
14	Estela Alvarado	 <i>Estela</i>
15	Elvira Coc	
16	Marta Elizabeth Poc kal	 <i>Marta Elizabeth Poc kal</i>
17	Marta Pop	  <i>Marta Pop</i>

Fuente: Datos obtenidos de trabajo de campo. Año 2017.

**IMAGEN 8**  
**CONTROL DE ACTIVIDAD, EVALUACIÓN DE**  
**ASPECTOS TÉCNICOS**



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Extensión Universitaria



**PROGRAMA DE ACTIVIDADES**  
**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MULTIDISCIPLINARIO**  
**ALDEA COJAJ, CARCHÁ A.V**

**CONTROL DE ACTIVIDADES**

Fecha: 26 / 08 / 17

Actividad: Evaluación de aspectos técnicos

Lugar: Aldea Cojaj

Número de participantes: 10

Nombre del responsable y/o representante del grupo: \_\_\_\_\_

Roberto Manuel Casco Tzi

Firma: 

Sello:



Responsable(s) de la actividad: Madelyn Mendoza

**IMAGEN 9**  
**CONTROL DE ACTIVIDAD, JORNADA DE LIMPIEZA**



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Extensión Universitaria



**PROGRAMA DE ACTIVIDADES**  
**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO**  
**ALDEA COJAJ, CARCHÁ A.V**

**CONTROL DE ACTIVIDADES**

Fecha: 14 / 07 / 17

Actividad: Jornada de Recolección de desechos

Lugar: Cojaj

Número de participantes: 25

Nombre del responsable y/o representante del grupo: \_\_\_\_\_

Roberto Manuel Cecas Tri

Firma: [Handwritten Signature]

Sello



Responsable(s) de la actividad: Madelyn Mendoza

**IMAGEN 10**  
**CONTROL DE ACTIVIDAD, REFORESTACIÓN**  
**NACIMIENTO COJAJ**



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Dirección General de Extensión Universitaria



**PROGRAMA DE ACTIVIDADES**  
**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MULTIDISCIPLINARIO**  
**ALDEA COJAJ, CARCHÁ A.V**

**CONTROL DE ACTIVIDADES**

Fecha: 01 / 07 / 17

Actividad: Reforestación de nacimiento

Lugar: Aldea Cojaj

Número de participantes: 6

Nombre del responsable y/o representante del grupo: Alfredo Tzi Coc  
Roberto Manuel Casas Tzi

Firma: 



Responsable(s) de la actividad: Madelyn Mendoza

**.IMAGEN 11  
CONTROL DE ACTIVIDAD, CHARLA PARA UNA  
CULTURA AMBIENTAL COMUNITARIA**



**PROGRAMA DE ACTIVIDADES  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
ALDEA COJAJ, CARCHÁ A.V**

**CONTROL DE ACTIVIDADES**

Fecha: 06 / 08 / 17

Actividad: Charla las 3 eras y cultura ambiental.

Lugar: Salon Comunal Cojaj

Número de participantes: 72

Nombre del responsable y/o representante del grupo: \_\_\_\_\_

Roberto Manuel Cacao Tzi

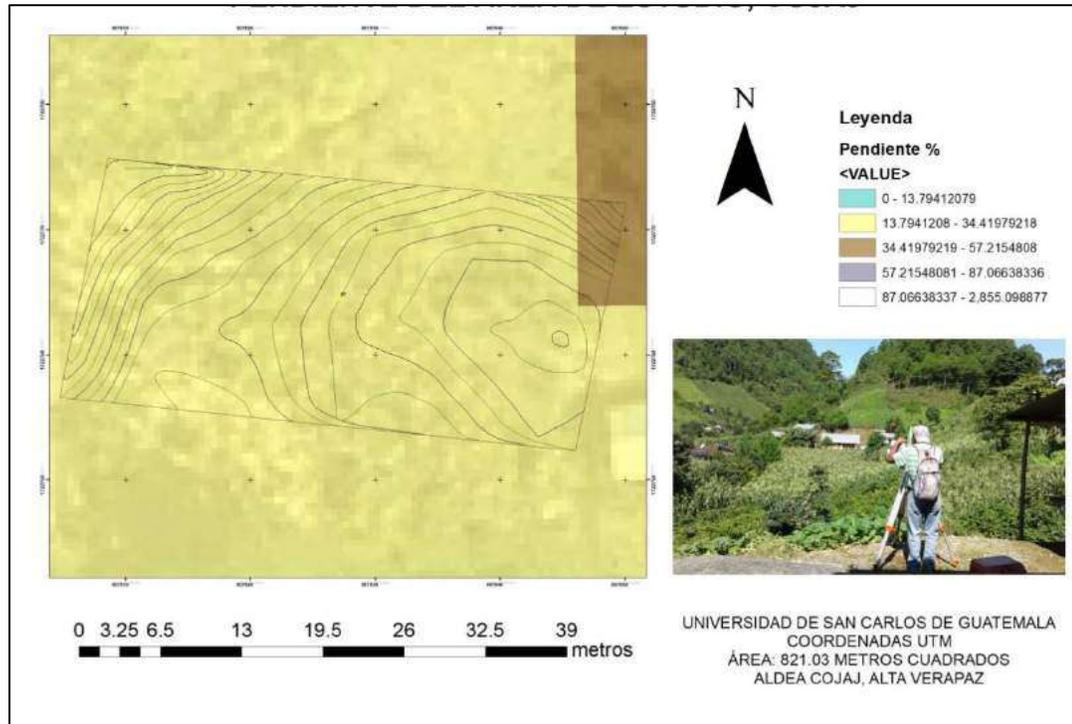
Firma: \_\_\_\_\_

Sello: \_\_\_\_\_



Responsable(s) de la actividad: Madelyn Mendoza

## MAPA 11 PENDIENTE DEL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración propia con datos de campo. Año 2017.

## FOTOGRAFÍA 58 ENTRADA PRINCIPAL AL BOTADERO MUNICIPAL



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

**FOTOGRAFÍA 59**  
**VISTA FRONTAL ACTUAL DEL BOTADERO**  
**MUNICIPAL**



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

**FOTOGRAFÍA 60**  
**ABERTURA DE AGUJERO EN LA**  
**PARTE ALTA DEL BOTADERO MUNICIPAL**



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

## FOTOGRAFÍA 61 LLENADO DEL AGUJERO



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

## FOTOGRAFÍA 62 TOMA DE LECTURA DESCENSO DE AGUA



Tomada por: Julio Mendoza. Año 2017.

### **FOTOGRAFÍA 63 EQUIPO Y MATERIAL DE CAMPO**



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

### **FOTOGRAFÍA 64 USUARIOS AJENOS DEJANDO DESECHOS SÓLIDOS**



Tomada por: Madelyn Mendoza. Año 2017.

**TABLA 39  
TABULACIÓN DE DATOS**

No.	Intervalo	Tiempo acumulado	Lectura	Diferencia de lectura

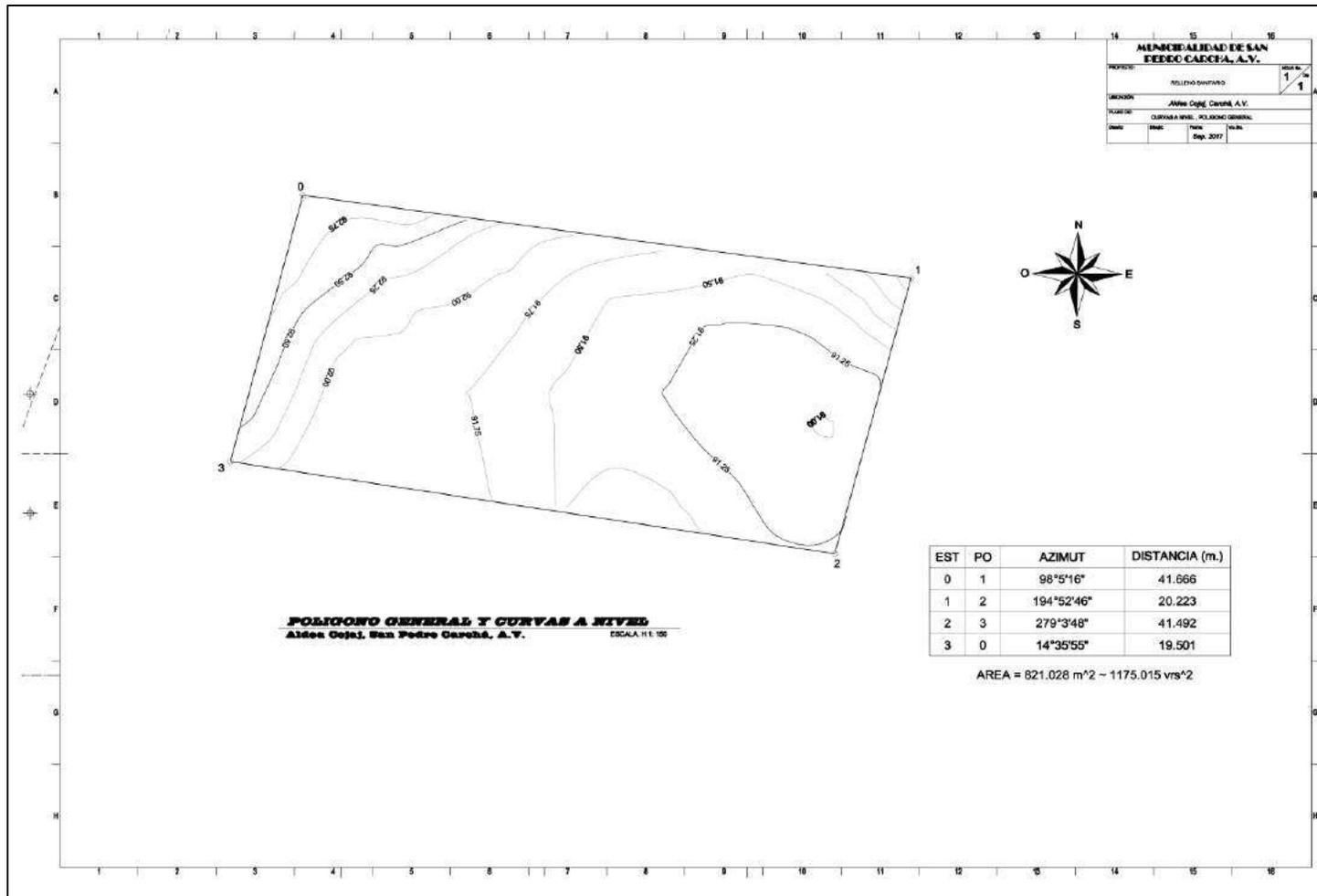
Fuente: Elaboración propia. Año 2017.

**CUADRO 7  
BOLETA DE OBSERVACIÓN DE ASPECTOS  
SOCIOECONÓMICOS**

Aspectos	SI	NO	Ubicación	Observaciones
Viviendas cerca del botadero				
Crianza de aves				
Presencia de ganado porcino				
Perros a los alrededores				
Zopilotes				
Fuentes de agua				
Afluencia del tránsito de vehículos				
Prevalencia de niños trabajando				
Presencia constante de grupos humanos				
Realizan la separación de desechos sólidos como fuente de ingreso.				
El botadero colinda con propiedades privadas.				
Contaminación visual				

Fuente: Elaboración propia. Año 2017.

## IMAGEN 12 CURVAS A NIVEL, POLÍGONO COJAJ



**Fuente:** Elaboración propia con datos de campo. Año 2017.

**CUADRO 8  
CALENDARIO DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN**

ACTIVIDADES	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7			
	Semanas																											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Reconocimiento del área de estudio	■	■	■																									
Levantamiento topográfico				■																								
Presentación de investigación				■																								
Elaboración del perfil topográfico con Autocad				■																								
Trabajo de campo				■	■	■	■																					
Solicitud de datos estadísticos sobre precipitación y humedad al INSIVUMEH							■	■																				
Realizar pruebas de infiltración					■	■	■	■																				
Trabajo de gabinete									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Elaboración propia. Año 2017.

**USAC  
CUNOR**  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Norte



No. 268-2018

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:

**INFORME FINAL DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO, REALIZADO EN LA MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHÁ Y ALDEA COJAJ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

Presentado por el (la) estudiante:

**MADELYN SUZETTE MENDOZA SANTA MARIA**

Autoriza el

**IMPRIMASE**

Cobán, Alta Verapaz 25 de Octubre de 2018.

  
Lic. Erwin Gonzalo Eskensy Morales  
DIRECTOR

