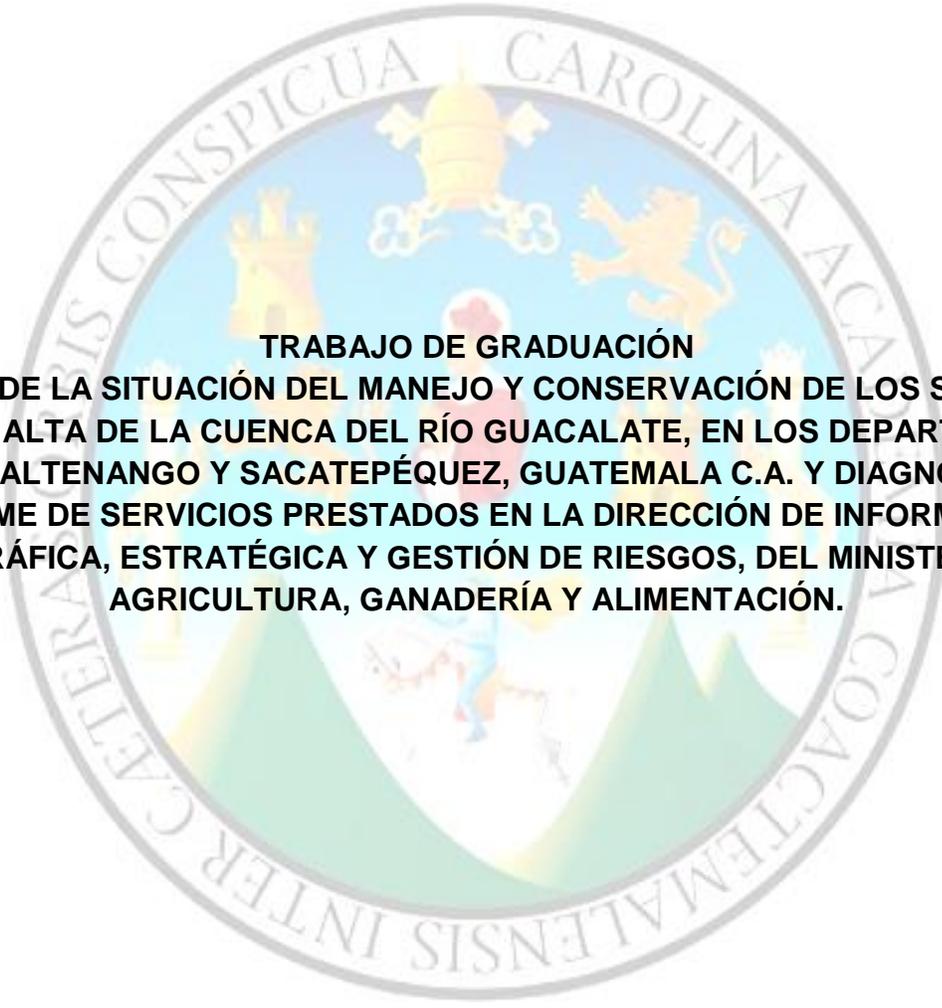


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue background, a yellow crown at the top, and a yellow lion on the right. The shield is set against a light blue background with a yellow sun and a yellow cross. The shield is flanked by two yellow lions. The entire emblem is surrounded by a circular border containing the Latin motto: "SICUT ERAT IN TERRA CAROLINA ACACIA COACTEMALENSIS INTER CETERA".

TRABAJO DE GRADUACIÓN
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO GUACALATE, EN LOS DEPARTAMENTOS DE CHIMALTENANGO Y SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A. Y DIAGNÓSTICO E INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS EN LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, ESTRATÉGICA Y GESTIÓN DE RIESGOS, DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN.

CLAUDIA CECILIA SAPUT COJ

GUATEMALA, AGOSTO 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO GUACALATE, EN LOS DEPARTAMENTOS DE CHIMALTENANGO Y SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A. Y DIAGNOSTICO E INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS EN LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, ESTRATÉGICA Y GESTIÓN DE RIESGOS, DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

CLAUDIA CECILIA SAPUT COJ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERA AGRÓNOMA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA, AGOSTO 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara	DECANO
Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara	VOCAL I
Ing. Agr. MSc. César Linneo García Contreras	VOCAL II
Ing. Agr. MSc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz	VOCAL III
Per. Agr. Josué Benjamín Boche López	VOCAL IV
Br. Rut Raquel Curruchich Cumez	VOCAL V
Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón	SECRETARIO

GUATEMALA, AGOSTO 2015

Guatemala, Agosto 2015

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación: **Análisis de la situación del manejo y conservación de los suelos de la parte alta de la cuenca del río Guacalate, en los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez, Guatemala, C.A. y diagnóstico e informe de servicios prestados en la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación** como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Claudia Cecilia Saput Coj

TODO LO PUEDO EN CRISTO QUE ME FORTALECE (Fil 4:13)

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS: por ser lo más maravilloso que tengo, por llenar mi vida día a día con su amor, su paciencia, por no dejarme sola en ningún momento, por acompañarme en cada paso que doy, porque conocerlo fue lo mejor que me pudo pasar en la vida. Porque sin el yo no soy nada, porque sin el mi vida estaría vacía, al único merecedor de todo honor, gloria y amor porque es todo mi centro, mi padre, mi amigo. Porque él ha permitido que yo este donde estoy, porque un día me dio la oportunidad de conocerlo más, porque me dio la oportunidad de alcanzar algún día su salvación. Porque cada paso que doy sea para él. Este triunfo es solo para él.

JESUS: Porque le hice una promesa, que mi carrera iba a ser para él, cinco años más tarde me da la oportunidad de cumplir este sueño, esta meta que le entrego con todo mi corazón. Sin su amor yo no sería nada. Gracias por todo.

ESPIRITU SANTO: Por acompañarme cada momento de mi vida, por estar conmigo cada vez que estuve triste, alegre, entusiasmada, con miedos, por ser mi guardián, mi protector, mi conexión al cielo, porque ellos tres son uno y son mi TODO.

A MI PADRE: Por ser el mejor ejemplo de lucha, por ser ese apoyo incondicional, ese hombre que día con día luchó y se cansó por sacarme adelante, por enseñarme a ser fuerte, por darme cada día de mi vida una sonrisa, por su amor, entrega, dedicación, esfuerzo, esmero, a ese hombre que tuve la bendición de tener como padre, a ese hombre del cual estoy sumamente orgullosa. Te amo.

A MI MADRE: Por ser la mujer que más me ama, por ser esa mujer incansable, esa mujer que diario vi luchar hasta el cansancio por mí, por apoyarme, alentarme, estar conmigo todos los días, porque esta lucha fue nuestra madre, y este día, este día te digo que gracias a ti, lo hemos logrado. Te amo.

MIS HERMANOS: Porque los amo, por su apoyo, su ánimo, su ayuda, su ejemplo ya que de cada quien he aprendido algo:

Carlos, tu nobleza y tu sonrisa en las adversidades

Edwin, tu perfeccionismo y tu entusiasmo

Victor, tu carisma para cada día

Reyna, a poner a la familia antes que todo, a amar con muchas fuerzas y a esforzarme siempre eres mi mejor ejemplo

Angela: a sonreír aunque el día este gris, a luchar aunque no queden fuerzas

MIS SOBRINOS: Analy, Sherlyn, Ludving, Diego y Alessandro que este triunfo sea un ejemplo de perseverancia y amor, ya que siempre me recuerdan mi niñez y hacer feliz a toda la familia.

MIS CUÑADOS: Ingrid, Debora, Lidia y Manolo, por su apoyo y llegar a complementar nuestra familia.

RODOLFO FUENTES: Por enseñarme a madurar, a confiar en mi misma, a tomar las cosas con calma y siempre a seguir luchando. Gracias por sus consejos, cariño, confianza y amor, es una de las personas más especiales en mi vida. Lo Amo.

MIS AMIGOS Y AMIGAS: a todas esas personas con las que compartí desde mi infancia, a mis amigos de básico, de la universidad, han llegado como un don de Dios, una gran bendición y una gran alegría, gracias por escucharme, ayudarme, apoyarme, y sobretodo brindarme su amor y confianza, en especial a Paola Marroquín, Analiess García, Marco Pablo Juracan, Rudy Marroquín, Diego Castañeda, Diego Santiago, Ana Castañeda, Mariano Martinez, Melvin Navarro, Melissa Toledo, Joel Toledo, Carlos Donniss, Ricardo Rivas, Ulises Armas, Carolina Medina, Wendy Samayoa, Nancy Bran, Benjamin Rivera, Gerson Arias, Linda Leal, Ixchebel Noj, Lourdes Ozaeta, Nehemias Serech, Daniel Figueroa y a cada uno de los que en su momento han formado parte de mi vida, gracias por tantas alegrías y experiencias vividas.

USAC: Por abrir sus puertas y darme la oportunidad de formarme profesionalmente, más que una universidad es mi casa de estudios, del cual puedo estar completamente orgullosa.

FAUSAC: Por formarme como una profesional para el servicio del prójimo, porque en ella encontré las ciencias que ayudan a forjar mi conocimiento en este campo, gracias por ser mi segundo hogar por varios años.

MIS ABUELOS Y ABUELAS: Por ser ellos mis raíces, personas de gran experiencia y lealtad.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios: Porque tomada de su mano pude culminar esta primera meta

Mis padres: Por su amor, sus principios, valores, y enseñanzas que me proporcionaron

Mis hermanos y hermanas: Por sus consejos, apoyo y amor.

Mis asesores Ing. Msc. Hugo Antonio Tobías e Ing. Agr. Rudy Vásquez, por compartir sus conocimientos conmigo, por haber confiado en mí, y ayudarme en todo el proceso a pesar de sus limitaciones de tiempo, siempre hicieron el espacio para esta investigación, gracias por su apoyo, sus correcciones y por todo lo que han aportado a mi vida, con mucha admiración.

Mis supervisores Ing. Agr. Horacio Ramírez e Ing. Pedro Peláez por su apoyo en este proceso, por siempre alentarme a seguir adelante.

DIGEGR: Por permitirme realizar mi ejercicio profesional supervisado, por todo su apoyo incondicional, por sus enseñanzas y experiencias.

Al personal de la DIGEGR: por apoyarme siempre, transmitirme sus experiencias y compartir conmigo todos los días, en especial a Ing. Rudy Vásquez, Ing. Rovoham Monzón, Dr. Miguel Duro, Ing. William González, Rafael López, Inga. Agr. Judith del Cid, Ing. Agr. Rogelio Pacheco, Ing. Agr. Cesar García, Ing. Agr. Oscar Hernández, Ing. Agr. Manuel Tum. Inga. Agr. Dunia López, Inga. Agr. Linda Leal y a todos los demás compañeros de trabajo.

A mis compañeros de estudios, mis amigos, por compartir conmigo este proceso de formación, alegría, tristeza y victoria, a Ana Castañeda por ser mi amiga casi mi hermana a pesar de ser tan distintas, Diego Castañeda por apoyarme todos los días a vivir en un mundo real, por tanta ayuda y cariño, Mariano Martínez por siempre estar ahí para escucharme y ser esa persona incondicional que siempre estuvo ahí para recordarme el amor de Jesus, Diego Santiago por ser esa persona que siempre tuvo un abrazo para mí y ser un amigo excepcional, Joel Toledo por ser quien me escuchara, apoyara y siempre se preocupara por mí, Melissa Morales por compartir momentos de frustración, alegría gracias a todos por su cariño, con mucho amor y agradecimiento.

A todos los ingenieros que fueron parte de mi proceso de formación académica, siempre estaré agradecida por sus conocimientos transmitidos, especialmente a los ingenieros: Dr. Marvin Salguero, Ing. Msc. Hugo Tobías, Ing. Willy Quintana, Ing. Edwin Cano, Ing. Mario Méndez, Ing. Mario Saravía, Ing. Marino Barrientos, Ing. Dimitri Santos, Ing. Juan Herrera, Ing. David Juárez, Ing. Roderico Estrada, Ing. Agr. Rolando Lara, Ing. Carlos López, Inga. Agr. Mirna Ayala, Ing. Agr. Daniel Dubón y a todos los que me apoyaron siempre.

A todos los presentes, por compartir conmigo esta alegría y darle realce a este momento.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
1 CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, ESTRATÉGICA Y GESTIÓN DE RIESGOS, DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN:	3
1.2 OBJETIVOS:	3
1.2.1 General:	3
1.2.2 Específicos:.....	3
1.3 METODOLOGÍA:.....	4
1.3.1 Fase inicial de gabinete:	4
1.3.2 Fase de campo	4
1.3.3 Fase de gabinete final	4
1.4 RESULTADOS:.....	6
1.4.1 El Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA):	6
1.4.2 Planeamiento:	9
1.4.3 Funciones del MAGA:.....	11
1.4.4 Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo DIGEGR	13
1.4.5 Funciones de la DIGEGR:	15
1.4.6 Organización y funciones de la dirección:	16
1.4.7 Integración de la DIGEGR	19
1.4.8 Proyectos	20
1.5 DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL:	24
1.5.1 Estado actual de la dirección:.....	24
1.5.2 Estado del bien inmueble de la dirección	27
1.5.3 Análisis FODA.....	28
1.5.4 Cumplimiento de resultados esperados	31
1.5.5 Limitantes principales:	33
1.6 CONCLUSIONES:	35
1.7 RECOMENDACIONES:	36
1.8 BIBLIOGRAFÍA:	37
2 II. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO GUACALATE, EN LOS DEPARTAMENTOS DE CHIMALTENANGO Y SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.....	39
2.1 PRESENTACIÓN:	41
2.2 MARCO TEÓRICO	42

2.2.1	Marco Conceptual:.....	42
2.2.2	Marco Referencial:.....	59
2.3	OBJETIVOS:	68
2.3.1	General:	68
2.3.2	Específicos:.....	68
2.4	METODOLOGÍA:	69
2.4.1	Análisis de la cobertura vegetal y uso de la tierra de la parte alta de la cuenca:	69
2.4.2	Establecimiento de la situación actual del manejo y conservación de los suelos.....	69
2.4.3	Proponer técnicas para el manejo de los suelos.....	77
2.4.4	Formular lineamientos para el manejo y conservación de las clases de suelos.....	77
2.5	RESULTADOS:	78
2.5.1	Análisis de la Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra del area de estudio.....	78
2.5.2	Análisis de la Situación de la parte alta de la cuenca del río Guacalate:.....	87
2.5.3	Cálculo de la pérdida de suelo por medio de la ecuación USLE:	103
2.5.4	Grupos de Manejo	106
2.5.5	Lineamientos para el manejo y conservación del suelo:	121
2.6	CONCLUSIONES:	125
2.7	RECOMENDACIONES:	126
2.8	BIBLIOGRAFÍA:	127
2.9	ANEXOS:	131
2.9.1	Pérdidas de Suelo en la parte alta de la cuenca del río Guacalate	131
2.9.2	Prácticas de conservación de suelos encontradas en el area de estudio	134
3	CAPITULO III. INFORME DE SERVICIOS PARA LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, ESTRATÉGICA Y GESTIÓN DE RIESGOS, DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN.....	141
3.1	PRESENTACIÓN:	143
3.2	SERVICIO NO. 1: APOYO AL TRABAJO DE CAMPO Y GABINETE, DE LOS ESTUDIOS SEMIDETALLADOS DE SUELOS DE LOS DEPARTAMENTOS DE ESCUINTLA Y GUATEMALA.	144
3.2.1	Objetivos:	144
3.2.2	Metodología:	144
3.2.3	Resultados:.....	148
3.3	SERVICIO NO. 2: COOPERACIÓN EN LAS ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN Y DIGITALIZACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA ESTRATÉGICA Y GESTIÓN DE RIESGO DIGEGR	160
3.3.1	Objetivos:	160
3.3.2	Metodología:	161
3.3.3	Resultados:	162

CONTENIDO**PÁGINA**

3.4 ANEXOS:	165
-------------------	-----

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Análisis FODA del personal del proyecto de taxonomía y gestión de riesgo	28
Cuadro 2: Análisis FODA por el personal del laboratorio de información geográfica.....	29
Cuadro 3: Análisis FODA por el personal Directivo de la DIGEGR	30
Cuadro 4: Número de habitantes por municipio de la parte alta de la cuenca del río Guacalate.....	62
Cuadro 5: Representatividad de los órdenes de suelo de la parte alta de la cuenca del río Guacalate	65
Cuadro 6: Requerimientos para calcular las pérdidas de suelo con la herramienta N-Spect	71
Cuadro 7: Valores asignados a las categorías de uso, según la clasificación reconocida por N-Spect	73
Cuadro 8: Descripción de los grupos hidrológicos	73
Cuadro 9: Características de los raster para utilizar en N-Spect	74
Cuadro 10: Clasificación de categorías por precipitación utilizadas por N-Spect.....	75
Cuadro 11: Resultados de la entrevista sobre el interés de realizar prácticas de conservación de suelos	93
Cuadro 12: Resultados de la entrevista sobre la realización de prácticas de conservación de suelos	93
Cuadro 13: Resultados de la entrevista sobre el asocio de prácticas de conservación de suelo	94
Cuadro 14: Resultados de la entrevista sobre el uso de la pendiente para realizar las siembras	95
Cuadro 15: Resultados de la entrevista sobre la realización de curvas a nivel.....	95
Cuadro 16: Prácticas de conservación de suelos encontradas en el area de estudio	101
Cuadro 17: Clasificación de pérdidas de erosión de suelos	103
Cuadro 18: Pérdidas de suelo por polígonos de las consociaciones del area de estudio.....	105
Cuadro 19: Características relevantes para la Clasificación de suelo por su capacidad de fertilidad.....	106
Cuadro 20: Clasificación de unidades de manejo, con áreas y porcentajes	106
Cuadro 21: Lineamientos generales por grupos de manejo de la parte alta de la cuenca del río Guacalate	121
Cuadro 22A: Detalle de las pérdidas de suelo por cada uno de los polígonos de las consociaciones	131
Cuadro 23: Descripción de lugares en los cuales se apoyó para la lectura de calicatas	150
Cuadro 24: Representación de base de datos y calculos para la realización de la gráfica de infiltración	153
Cuadro 25: Listado de pruebas de infiltración realizadas en el departamento de Escuintla.	155
Cuadro 26: Coordenadas de ubicación de los monolitos realizado en Escuintla	156
Cuadro 27: Listado de las pruebas de compactación realizadas en el departamento de Escuintla.....	157
Cuadro 28: Lecturas de la compactación del suelo de 0 a 18 pulgadas de profundidad.	157
Cuadro 29: Descripción morfológica de la calicata No. 50408	157
Cuadro 30: Formato del ejercicio de identificación de Unidades Cartográficas de Suelos (UCS)	163
Cuadro 31: Formato del ejercicio de identificación de la Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso	163

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1: Mapa de Ubicación de la DIGEGR	6
Figura 2: Estructura Organizacional de la DIGEGR	19
Figura 3: Resultados de la encuesta del cumplimiento de las funciones de la DIGEGR por area	31
Figura 4: Resultados de la encuesta sobre el cumplimiento de las funciones de la DIGEGR	31
Figura 5: Resultados de la encuesta realizada sobre los recursos de la DIGEGR	34
Figura 6: Sumatoria del total de resultados a la encuesta sobre los recursos necesarios de la DIGEGR	34
Figura 7 Principales tipos de degradación del suelo.....	45
Figura 8 Erosión causada por la acción del agua.	46
Figura 9: Representación del asocio de maíz con frijol como practica de conservación de suelos	51
Figura 10: representación de la rotación de cultivos como practica de conservación de suelos	51
Figura 11: Representación del cultivo de coberturas, a) Cobertura muerta b) Cobertura viva	52
Figura 12: Representación de Terrazas Individuales.....	56
Figura 13: Mapa de ubicación de la parte alta de la cuenca del río Guacalate	59
Figura 14: Mapa de Municipios de la parte alta de la cuenca del río Guacalate	61
Figura 15: Mapa de Zonas de Vida de la parte alta de la cuenca del río Guacalate	66
Figura 16: Mapa de Grandes Paisajes de la parte alta de la cuenca del río Guacalate.....	67
Figura 17: Ingreso de la información a la interfaz de N-Spect.....	76
Figura 18: Representación de las formas de uso de la tierra en el municipio de Sumpango Sacatepéquez	78
Figura 19: Cultivo de maíz en pendientes inclinadas en San Andrés Itzapa.....	79
Figura 20: Avance de la Frontera Agrícola en San Andrés Itzapa.....	79
Figura 21: uso de la tierra en áreas de la parte alta de la cuenca en Parramos	79
Figura 22: Uso de la tierra en áreas de Sacatepéquez.....	80
Figura 23: Cultivo de maíz y bosque en Pastores, Sacatepéquez	80
Figura 24: Representación en porcentajes del uso de la tierra de la parte alta de la cuenca del río Guacalate ..	81
Figura 25: Representación en porcentajes de la capacidad de uso de la tierra del area de estudio	82
Figura 26: Representación en porcentajes de la intensidad de uso de la tierra del area de estudio	83
Figura 27: Mapa de Uso de la Tierra de la parte alta de la cuenca del río Guacalate.....	84
Figura 28: Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra de la parte alta de la cuenca del río Guacalate	85
Figura 29: Mapa de intensidad de uso de la cuenca alta del río Guacalate	86
Figura 30: cultivos encontrados en la parte alta de la cuenca del río Guacalate	92
Figura 31: Cultivo de repollo con cárcavas debido a la erosión de suelos	96
Figura 32: cultivo de maíz, a las orillas del rio sin prácticas de conservación de suelos	97
Figura 33: Entrevistas realizadas a los agricultores en la parte alta de la cuenca del Río Guacalate	97
Figura 34 áreas cultivadas de maíz administradas por la asociación El Rejón en Sumpango Sacatepéquez	98

Figura 35: áreas cultivadas con maíz, tomate, chile pimiento en Los Camotales Sumpango Sacatepéquez	99
Figura 36: Mapa de Prácticas de Conservación de Suelos de la parte alta de la cuenca del río Guacalate	102
Figura 37: Mapa de pérdidas de suelo de la parte alta de la cuenca del río Guacalate.....	104
Figura.38: Mapa de Unidades de manejo de la parte alta de la cuenca del río Guacalate	120
Figura 39A: Mapa de Consociaciones de la parte alta de la cuenca del río Guacalate	133
Figura 40A: Terrazas de banco en Chimaltenango, Chimaltenango	134
Figura 41A: Gaviones como protección de la carretera en Chimaltenango, Chimaltenango	134
Figura 42A: Terrazas en Sumpango Sacatepéquez	135
Figura 43A: Separación de parcelas, utilizadas como barreras vivas, El Rejón Sumpango Sacatepéquez.....	135
Figura 44A: Curvas de Nivel en Sumpango Sacatepéquez.....	136
Figura 45A: Acequias en Pastores, Sacatepéquez.....	136
Figura 46A: Gaviones como protección de camino en El Hato, Antigua Guatemala	137
Figura 47A: Curvas de Nivel en Antigua Guatemala, Sacatepéquez	137
Figura 48A: Terrazas en San Andrés Itzapa, Chimaltenango.....	138
Figura 49A: Barreras Vivas en Parramos, Chimaltenango	138
Figura 50A: Acequias en San Andrés Itzapa, Chimaltenango	139
Figura 51A: Tablones levantados para evitar la escorrentía en Parramos, Chimaltenango	139
Figura 52: Representación de las partes exteriores de una boleta de campo.....	149
Figura 53: Representación de las partes interiores de una boleta de campo.....	149
Figura 54: Mapa de Ubicación de las calicatas.....	151
Figura 55: Representación de la boleta de infiltración	152
Figura 56: Ejemplificación de las ecuaciones utilizadas para el calculo de la infiltración básica	154
Figura 57: Representación de los datos de infiltración con la respectiva gráfica.	154
Figura 58: Mapa de ubicación de los pruebas de infiltración realizadas en el departamento de Escuintla	156
Figura 59: Representación de la morfología del perfil en donde se muestran los diferentes horizontes.	160
Figura 60A: Realización de la calicata, descripción del perfil, toma de datos y muestras de suelo.....	165
Figura 61A: Realización de prueba de infiltración.....	165
Figura 62A: realización de la preparación de un monolito	166
Figura 63A: toma de lecturas de compactación realizada con el penetrómetro	166
Figura 64A: Capacitación sobre el estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá	167
Figura 65A: Polígonos digitalizados para la ENA	168

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO GUACALATE, EN LOS DEPARTAMENTOS DE CHIMALTENANGO Y SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A. Y DIAGNÓSTICO E INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS EN LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, ESTRATÉGICA Y GESTIÓN DE RIESGOS, DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN

RESUMEN

Durante la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- realizado en el periodo de Febrero a Noviembre de 2014, se realizaron varias actividades en la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos, el cual consistió en un diagnóstico institucional que dio la oportunidad de realizar un análisis FODA, entre las fortalezas de la DIGEGR se encuentra la estabilidad laboral que unificado con el personal profesional y capacitado, el cumplimiento de los resultados es alto sin dejar de mencionar que la información que se genera sobre suelos, gestión de riesgos, uso de la tierra, capacidad de uso de la tierra, ubicación de áreas pobladas, entre otros, va de la mano con los sistemas de información geográfica, lo cual se traduce en información sumamente importante a nivel nacional.

Conjuntamente se realizó una investigación la cual comprende el capítulo II, referida a un análisis de la situación del manejo y conservación de los suelos de la parte alta de la cuenca del río Guacalate, esta investigación se realizó por medio de un análisis de toda la cuenca respecto a la erosión y conservación de suelos, iniciando con un análisis de cobertura vegetal y uso de la tierra con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), una recopilación de información sobre los proyectos anteriores de conservación de suelos dentro del área de estudio además de ubicar las prácticas de conservación de suelos dentro de ella. Se realizó una estimación de pérdidas de suelo, dicho volumen se calculó por medio de una herramienta llamada “*N-Spect*”, la cual está basada en SIG y realizando cálculos de las pérdidas de suelo por medio de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica (USLE), todo esto para realizar grupos con características homogéneas y generar lineamientos para el manejo adecuado de los suelos del área, así lograr la reducción de las pérdidas del recurso suelo para tener una estrategia para una producción sustentable y evitar que el suelo se degrade intensamente por erosión ya que la pérdida de la productividad o su recuperación

puede ser económicamente inviable. El área de estudio fue la parte alta de la cuenca del río Guacalate, la cual drena a la cuenca del río Achiguate, que pertenece a la Vertiente del Pacífico, ella tiene una extensión de 192 kilómetros cuadrados dentro de dos departamentos, el de Chimaltenango con los municipios de Chimaltenango, El Tejar, Parramos y San Andrés Itzapa y el departamento de Sacatepéquez con los municipios de Antigua Guatemala, Jocotenango, Pastores, Sumpango, Ciudad Vieja, San Bartolomé Milpas Altas, Santa Catarina Barahona y Santiago Sacatepéquez. Los resultados dieron a conocer el estado actual de la cuenca, cuanto es el volumen perdido por erosión, las áreas ubicadas donde se encuentran prácticas de conservación de suelos, el área total conservada y por último los logros y debilidades del historial de proyectos de conservación de suelos en el área de estudio. Los datos principales de la investigación son claros debido a que únicamente el 0.2% del área total realizan prácticas de conservación de suelos lo que se ve reflejado en las pérdidas de suelo por erosión el cual es 1,057,760.75 toneladas de suelos por año en toda la cuenca.

El último capítulo, presenta el informe de servicios prestados a la DIGEGR del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA-, los dos servicios que se realizaron fueron apoyo al trabajo de campo y gabinete de los estudios semidetallados de suelos de los departamentos de Escuintla y Guatemala y cooperación en las actividades de capacitación y digitalización de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos DIGEGR. Estos servicios se llevaron a cabo en el periodo de ejecución del EPS en 2014.

**1 CAPITULO I. DIAGNÓSTICO DE LA DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA, ESTRATÉGICA Y GESTIÓN DE RIESGOS, DEL
MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN.**

1.1 Introducción:

Para conocer la situación actual en la que se encuentra la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos, se realizó un diagnóstico sobre sus actividades, funciones y resultados.

A continuación se presenta el diagnóstico de la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos la cual pertenece al Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación donde se incluyen los objetivos, la metodología utilizada y los resultados obtenidos, con el fin de conocer sus fortalezas, debilidades, amenazas, limitantes, y principalmente el cumplimiento de resultados esperados. Para poder tener una idea del proceso de funcionamiento y como este aporta y orienta a la toma de decisiones para el cumplimiento de la política agropecuaria nacional.

La DIGEGR cuenta con muchas fortalezas y la información que procesa es de suma importancia nacional, el objetivo del diagnóstico es conocer cuáles son algunas de sus limitantes las cuales nos orienten en el que hacer como estudiantes del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía con la institución para fortalecer el quehacer de la misma.

1.2 Objetivos:

1.2.1 General:

Conocer el funcionamiento de la Dirección de Información Geográfica, Estrategia y Gestión de Riesgos (DIGEGR).

1.2.2 Específicos:

- Conocer las funciones que tiene la DIGEGR -MAGA-
- Conocer el grado de cumplimiento de los resultados esperados en DIGEGR
- Conocer los principales problemas, necesidades, debilidades, que se encuentran dentro del proceso de generar información cartográfica y temática.
- Conocer el estado actual, tanto en fase de campo como de gabinete, del proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de la Tierra de la República de Guatemala, de la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos.

1.3 Metodología:

1.3.1 Fase inicial de gabinete:

Revisión bibliográfica:

- Se realizaron consultas de la información física del Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación –MAGA-, (Plan operativo anual, estructura organizacional, misión visión, direcciones, funciones etc.)
- Se realizaron consultas de documentos de interés que posee la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos -DIGEGR –MAGA- como la misión, visión, objetivos de la organización, funciones de la unidad, procedimientos operativos, normas de aplicación interna del personal y reglamento de funciones y operaciones, proyectos ejecutados y proyectos en ejecución.
- Se recabó información de documentos electrónicos para la adquisición de información contextual de la -DIGEGR-

Revisión de sitios web:

- Se exploró en sitios web con ayuda de un navegador de internet, se recopiló información básica del MAGA, como de temas de interés informativo para la realización del diagnóstico.

1.3.2 Fase de campo

- Se entrevistó al personal directivo de la –DIGEGR- con la finalidad de conocer el funcionamiento de la dirección.
- Se entrevistó al personal del Proyecto de Taxonomía y del personal de Gestión de Riesgos
- Se entrevistó al personal del Laboratorio de Información Geográfica
- Se recabó información primaria del equipo disponible, realizando entrevistas al jefe del laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y el jefe del área administrativa.

1.3.3 Fase de gabinete final

- Se organizó la información con los datos capturados en el transcurso de las dos fases anteriores, organizándose la información conforme a la importancia

- Se eliminó todos los datos que no fueran útiles para realizar el diagnóstico como datos desactualizados.
- Se analizó y sistematizó la información, que resultó como producto de la información documental, las entrevistas y reuniones que se efectuaron en la DIGEGR y sus jefaturas permitiendo conocer el estado actual.
- Se realizó un análisis FODA, que permitió conocer el quehacer de la Dirección, indicando sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, contando con la participación de todo el personal.
- Se propusieron acciones acordes con los objetivos y políticas formuladas, generando estrategias y líneas de acción, para posibles soluciones de necesidades que presenta la DIGEGR.
- Elaboración del diagnóstico, que sirva de insumos para elaborar el Plan de Servicios y el Plan de Investigación.

1.4 Resultados:

1.4.1 El Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA):

A. Ubicación:

El Ministerio de Agricultura Ganadería y alimentación, se encuentra ubicado en la zona 13, de la Ciudad Capital de Guatemala; tiene como referencias el aeropuerto nacional la Aurora, el Hipódromo del Norte, Dirección General de Caminos, entre otros.

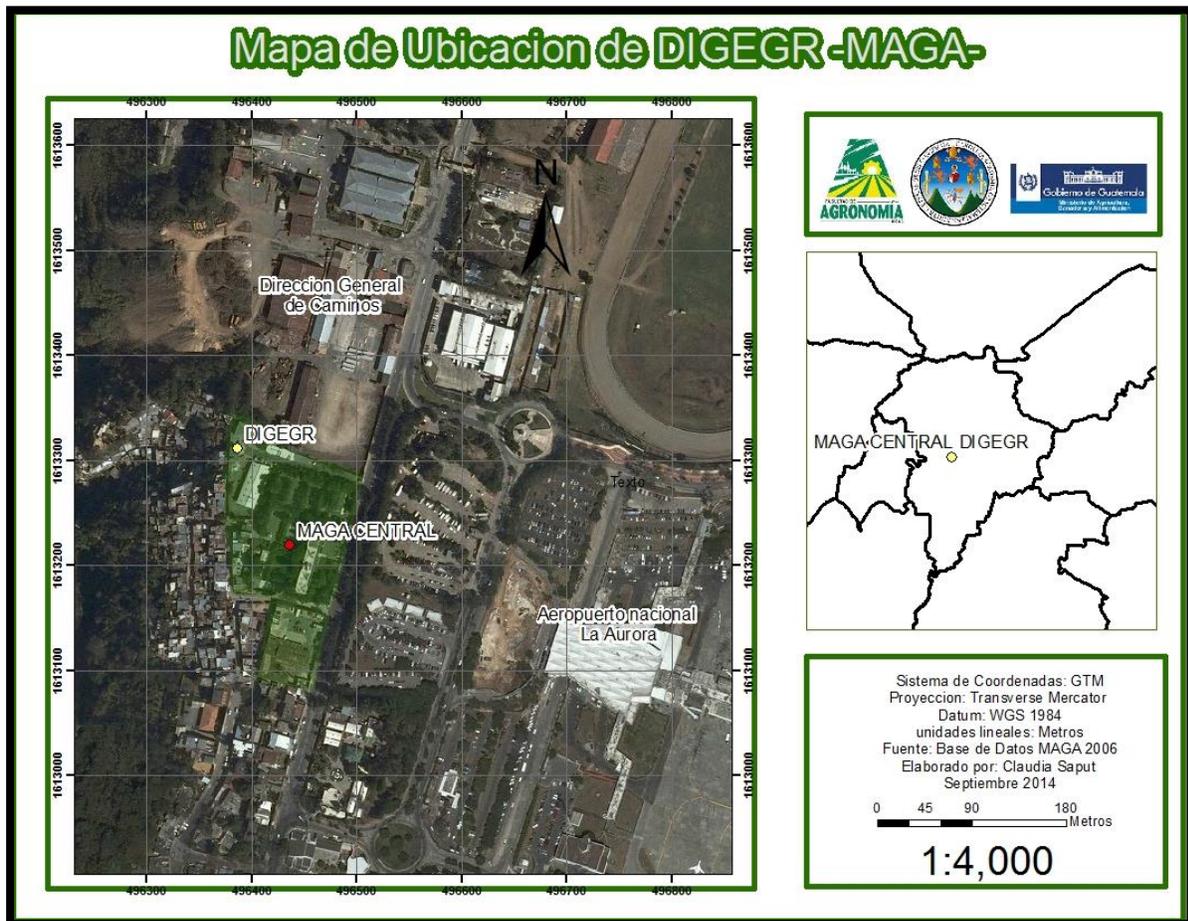


Figura 1: Mapa de Ubicación de la DIGEGR

B. Historia:

El Decreto Gubernativo número 14, del 24 de agosto de 1871, estableció un Ministerio de Fomento, adjudicándole como funciones la protección y mejora del comercio, agricultura, ganadería, artes, industrias, obras públicas, líneas telegráficas, caminos, puentes, puertos y

además medios de comunicación. Este mismo Decreto suprimió el Consulado de Comercio, que venía desempeñando similares atribuciones.

Por Acuerdo Gubernativo del 1 de agosto de 1899, fue creada una Dirección General de Agricultura, adscrita al Ministerio de Fomento y se nombró como Director General al señor Enrique Díaz Durán. El Acuerdo Gubernativo del 2 de abril de 1920, creó la Secretaría de Estado en el Despacho de Agricultura y Trabajo, esta denominación la conservo hasta el año de 1933. Durante los años 1934 y 1935, se denominó Secretaria de Agricultura y Caminos. De 1936 a 1944 llevo nuevamente el nombre de Secretaria de Agricultura. En el año de 1944 su nombre recibió dos cambios; el 4 de diciembre: Secretaria de Estado en el Despacho de Economía y Agricultura, por Decreto Gubernativo No. 28. El 26 del mismo mes de diciembre: Secretaria de Agricultura y Minería. El Decreto Legislativo No. 93, del 25 de abril de 1945, le llamo: Ministerio de Agricultura, nombre que conservo hasta 1981. Fue el Decreto Legislativo No 51-81 de diciembre de 1981, el que dio la denominación actual al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

C. Creación:

El Ministerio de Agricultura fue creado por el Decreto Legislativo No. 1042, de fecha 21 de mayo de 1920, que copiado literalmente dice: Decreto No 1042, la Asamblea Nacional Legislativa de la República de Guatemala, DECRETA: Artículo único. Se establece un Ministerio de Agricultura, para que este importante ramo, fuente principal de la riqueza del país, sea atendido como corresponde.- Pase al Ejecutivo para su cumplimiento. Dado en el Palacio del Poder Legislativo, en Guatemala, el 21 de mayo de 1920. Arturo Ubico, Presidente; Adrián Recinos, Secretario; Ricardo C. Castañeda, Secretario.- Palacio del Poder Ejecutivo: Guatemala, 24 de mayo de 1920.

D. Jurisdicción y/o área de influencia:

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, posee una cobertura de servicios a nivel nacional, sin embargo, para llegar al lugar que se necesita, cuenta dentro de su estructura con dos niveles de operación: El nivel Central que trabaja estrechamente con Direcciones Centrales y Direcciones especiales de ejecución y a nivel departamental con veintidós Coordinaciones Departamentales.

Para fortalecer las funciones de planificación, conducción, normativa y coordinación de proyectos productivos, en apoyo a la facilitación de inversiones y prestación de servicios a nivel departamental el MAGA se apoya en las coordinaciones departamentales.

A nivel central, el Despacho Superior coordina y orienta todas las actividades tendientes a desarrollar el agro guatemalteco. A este nivel se integra la contraparte de la sociedad civil, para la toma de decisiones en el Consejo Nacional de Desarrollo Agropecuario –CONADEA-, integrado por Comités Institucionales Bilaterales y Grupos sub sectoriales de trabajo. En el ámbito departamental, el MAGA a través de las instituciones descentralizadas y las Coordinaciones Departamentales operativizan la facilitación de la inversión y prestación de servicios con el apoyo de las direcciones centrales siguientes:

a. Dirección de Coordinación Regional y Extensión Rural:

Tiene por objeto operativizar y retroalimentar las políticas y estrategias sectoriales, a través de la coordinación del desempeño de las diferentes instancias del Ministerio a nivel regional, departamental y municipal, para la identificación de demandas. Así mismo, velar porque se proporcione a las familias rurales los servicios de asistencia técnica y de educación no formal, que le permitan adoptar tecnologías e innovaciones, que le brinden la oportunidad de la satisfacción de sus necesidades básicas, la generación de excedentes y el desarrollo rural integral.

b. Dirección de Cooperación, Proyectos y Fideicomisos:

Tiene por objeto la gestión de recursos internos y externos, para el fortalecimiento o creación de programas y proyectos en el marco de las políticas sectoriales.

c. Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos:

La DIGEGR, tiene por objeto, generar, procesar y difundir información geográfica, estadísticas agropecuarias, de seguridad alimentaria y de gestión de riesgo, contribuyendo al análisis del sector, que permita proponer medidas estrategias y de la coyuntura en apoyo a los subsectores agrícolas, pecuarios, forestales e hidrobiológicos de Guatemala. Asimismo la DIGEGR es la encargada de monitorear la producción agropecuaria tal como la ubicación, superficie,

tendencia, precio y mercadeo, para orientar y facilitar al Despacho Superior Ministerial e instancias vinculadas, la toma de decisiones relativas al desarrollo rural.

1.4.2 Planeamiento:

Este apartado se refiere a información específica del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, en la cual se puede encontrar principalmente lo que pretende realizar el MAGA por ejemplo la visión, misión, y objetivos.

A. Misión del MAGA:

Somos una institución estratégica del Estado, que coadyuva al desarrollo rural integral del país, promueve la certeza jurídica, la transformación y modernización de la agricultura, desarrollando capacidades productivas, organizativas y comerciales de los productores, para lograr la soberanía, seguridad alimentaria y la competitividad con normas y regulaciones claras para el manejo de productos en el mercado nacional e internacional, bajo los principios de transparencia, subsidiariedad, eficacia, eficiencia, equidad, multiculturalidad e interculturalidad.

B. Visión del MAGA:

Ser una institución pública eficiente y eficaz, que propicia el desarrollo agropecuario, y el acceso a una alimentación adecuada suficiente e inocua, proveniente de las cadenas productivas que abastecen los mercados nacionales e internacionales, haciendo uso sostenible de los recursos naturales; donde la población guatemalteca goza de un desarrollo permanente en su calidad de vida, en el marco de gobernabilidad democrática.

C. Objetivos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación basados en la política agropecuaria 20011-2015:

Los lineamientos sectoriales que orientan el accionar de los diferentes actores involucrados en la agricultura hacia el logro de un objetivo común de desarrollo que contribuya al bienestar general para la población rural del país, se basa en varios ejes para plantear un objetivo estratégico, los cuales son los siguientes:

a. Eje seguridad alimentaria y nutricional

OBJETIVO ESTRATÉGICO: Implementar la política sectorial establecida en el marco de la Ley y Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional, en lo concerniente a la disponibilidad y acceso de alimentos, mediante el fomento de la economía campesina, que posibilite garantizar su seguridad alimentaria y el impulso de su vinculación al mercado y la asistencia temporal alimentaria.

b. Eje desarrollo productivo y comercial agropecuario

OBJETIVO ESTRATÉGICO: Impulsar la organización y capacidades individuales y comunitarias, fomentando la producción, transferencia tecnológica, transformación y comercialización agropecuaria, promoviendo y reactivando la economía campesina, para el aumento de su productividad y competitividad, a fin de alcanzar el desarrollo económico rural con equidad.

c. Eje sanidad agropecuaria

OBJETIVO ESTRATÉGICO: Fortalecer el sistema nacional sanitario, fitosanitario, la inocuidad de alimentos no procesados, los recursos fitozoogenéticos, nativos y agricultura orgánica, para el aprovechamiento y uso sostenible del patrimonio agropecuario nacional, los recursos naturales, pesqueros y acuícolas (hidrobiológicos), mediante la aplicación de regulaciones y procedimientos técnicos y legales.

d. Eje político institucional

OBJETIVO ESTRATÉGICO: Consolidar, fortalecer y modernizar la institucionalidad del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, para implementar las políticas sectoriales y las estrategias regionales en el marco de la Política Nacional de Desarrollo Rural Integral, articulando los programas y presupuestos con la finalidad de contribuir al desarrollo del sector agropecuario y rural integral del país.

e. Eje ecológico ambiental

OBJETIVO ESTRATÉGICO: Impulsar el desarrollo de una agricultura sustentable.

f. Eje sociocultural y humano

OBJETIVO ESTRATÉGICO: Ejecutar programas y proyectos de acuerdo a la situación socio económica, cultural, de género y edad productiva de la población, con promoción de la equidad, impulso de su participación e integración en procesos organizativos y de desarrollo productivo.

g. Eje territorialidad

OBJETIVO ESTRATÉGICO: Contribuir al desarrollo rural integral mediante la ejecución de programas y proyectos que atienden las condiciones biofísicas, socioeconómicas, políticas y culturales a nivel territorial.

1.4.3 Funciones del MAGA:

Según la ley del Organismo Ejecutivo decreto número 114-97 las funciones que tiene el maga son las que a continuación se presentan, no son las únicas ya que tiene otras funciones según la Constitución Política de la República de Guatemala, acuerdo gubernativo no. 338-2010, entre otras leyes.

1. Formular y ejecutar participativamente la política de desarrollo agropecuario, hidrobiológico y de uso sustentable de los recursos naturales renovables, todo ello de conformidad con la ley.
2. Promover y velar por la aplicación de normas claras y estables en materia de las actividades agrícolas, pecuarias, hidrobiológicas, forestales y fitozoosanitarias, buscando la eficiencia y competitividad en los mercados y teniendo en cuenta la conservación y protección del medio ambiente.
3. Definir la política de ordenamiento territorial y de utilización de las tierras nacionales y de reservas de la nación y promover la administración descentralizada en la ejecución de ésta política; deberá velar por la instauración y aplicación eficaz de un sistema de normas jurídicas que definan con claridad los derechos y responsabilidades vinculadas a la posesión, uso, usufructo y, en general, la utilización de dichos bienes, mientras permanezcan bajo el dominio del Estado.

4. Formular la política de servicios públicos agrícolas, pecuarios, hidrobiológicos, forestales y fitozoosanitarios y administrar descentralizadamente su ejecución.
5. En coordinación con el Ministerio de Educación y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, formular la política de educación agropecuaria y sobre medio ambiente, promoviendo la participación comunitaria.
6. Promover en coordinación con las autoridades legalmente competentes, la política para el mejoramiento y modernización descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas; así como la formulación de políticas para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país.
7. Diseñar, en coordinación con el Ministerio de Economía, las políticas de comercio exterior de productos agropecuarios, forestales e hidrobiológicos.
8. Impulsar el desarrollo empresarial de las organizaciones agropecuarias, forestales e hidrobiológicas para fomentar el desarrollo productivo y competitivo del país.
9. Desarrollar mecanismos que contribuyan a la seguridad alimentaria de la población y ampliar y fortalecer los mecanismos de disponibilidad y acceso a la información estratégica a productores, comercializadores y consumidores.

1.4.4 Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo DIGEGR

Para el cumplimiento de sus atribuciones la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos se estructura de la siguiente manera: Laboratorio de Información Geográfica, Información Estratégica y Gestión de Riesgos, área administrativa y proyecto de Taxonomía de suelos.

A. Historia de la dirección:

La actualmente denominada Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos DIGEGR del MAGA, tiene origen en el año 1999, al momento en que el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-, atendiendo la emergencia suscitada en el país por el huracán Mitch ejecutó el denominado Programa de Emergencia por Desastres Naturales, el cual fue financiado a través de un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), hacia el gobierno de Guatemala.

De dicho programa, el MAGA tuvo específicamente adjudicado para su ejecución el componente Estudios para la Prevención de Desastres y evaluación de sus daños en Cuencas Hidrográficas Estratégicas, el cual para su ejecución se dividió a su vez en 3 componentes que fueron:

- Componente 1: Asistencia técnica y generación de información
- Componente 2: estudios y proyectos en cuencas hidrográficas estratégicas
- Componente 3: Montaje de un sistema de alerta temprana y red de monitoreo

La unidad ejecutora designada por el MAGA, en aquel entonces fue la Unidad de Políticas e Información Estratégica (UPIE), habiéndose ejecutado entre noviembre de 1999 y agosto 2001.

Año 2001:

A partir del 1 de septiembre del 2001, dio inicio el proyecto: Fase de Consolidación del Laboratorio de Información Geográfica del MAGA, producto de una cooperación técnica no reembolsable del BID, mediante el cual se fortaleció e institucionalizó el laboratorio creado, bajo la supervisión de la Unidad de Proyectos, Cooperación Externa y Fideicomisos (UPCEF) del MAGA. La principal meta del proyecto fue obtener del MAGA la aprobación para la

formación de una unidad con carácter permanente dentro del organigrama MAGA, estar dotada de presupuesto anual, disponer de mecanismos de actualización de la información y de medios de atención a los usuarios, tanto internos del Ministerio como externos al mismo.

Año 2005-2010

Derivado de los resultados obtenidos positivos, el Despacho Superior del MAGA tomó la decisión de darle carácter “permanente” a la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR). Esta decisión fue publicada el 23 de junio del año 2005 en el Diario de Centro América mediante acuerdo gubernativo No. 216-2005

Año 2010

Por una reestructura establecida por el Despacho Superior al Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), mediante Acuerdo Gubernativo No. 338-2010, el cual fue publicado el día 25 de noviembre del año 2010, en el Diario de Centro América específicamente en el Artículo 23, se estableció la estructura interna de la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos. Con esta reforma legal, la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgos fue transformada a una Dirección del MAGA, adscrita directamente al despacho del señor Ministro.

B. Planificación estratégica:

La planificación estratégica que tiene la DIGEGR se basa en la misión, visión y su objetivo general que tienen como factor común el procesar información digital para el país para colaborar con la toma de decisiones.

a. Misión:

Generar, procesar y poner a disposición de las autoridades del Ministerio y proyectos vinculados, información cartográfica y temática, vinculada a los Recursos Naturales Renovables y aspectos sociales, que orienten en la toma de decisiones destinadas al cumplimiento de la política agropecuaria nacional

b. Visión:

El país cuenta con información digital actualizada que facilita la elaboración de Programas, Proyectos, Planes y otras herramientas tendientes a alcanzar el ideal de un desarrollo sostenible.

c. Objetivo general:

La Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos, tiene por objeto, generar, procesar y difundir información geográfica, estadísticas agropecuarias, de seguridad alimentaria y de gestión de riesgo, contribuyendo al análisis del sector, que permita proponer medidas estratégicas y de coyuntura en apoyo a los subsectores agrícola, pecuario, forestal e hidrobiológico. Asimismo, monitorear la producción agropecuaria: ubicación, superficies, tendencias, precios y mercadeo, para orientar y facilitar al Despacho Superior e instancias vinculadas la toma de decisiones relativas al desarrollo rural, según el Artículo 22 del Acuerdo Gubernativo 338 – 2010, reglamento orgánico interno de Ministerio de Agricultura Ganadería y alimentación.

1.4.5 Funciones de la DIGEGR:

En el Acuerdo Gubernativo no. 338-2010, se habla de las funciones y que para ello cuenta con Laboratorio de SIG, Análisis, Información Estratégica y Gestión de Riesgos y el Proyecto de Taxonomía de Suelos, quienes en conjunto tienen como funciones:

- Generar a diferentes escalas cartográficas información digital de temas referidos a los subsectores agrícola, pecuario e hidrobiológico, tales como estudios de suelos, aguas, coberturas vegetales y usos de la tierra.
- Establecer en conjunto con otras direcciones del Ministerio e instituciones de Cooperación internacional, un sistema de monitoreo de la producción agropecuaria del país, que de forma continua y según los calendarios agropecuarios anuales, le permita la determinación de la ubicación de las producciones, superficies cultivadas, estado fenológico, pronóstico de cosecha, precios, tendencias en el mercado y otros.
- Generar un proceso de capacitación y transferencia de tecnología del manejo de la información geográfica y estratégica, dirigido a usuarios internos y externos al

Ministerio, que apoye los procesos de planificación sectorial a diferentes niveles: nacional, departamental y municipal.

- Orientar técnicamente a los extensionistas, personal de campo y direcciones del Ministerio, en los temas de información geográfica y estratégica de modo que optimicen su accionar en el campo.
- Coordinar la representación del Ministerio, cuando éste así lo requiera ante las distintas organizaciones, foros y eventos que se relacionen a los temas de información geográfica estratégica.
- Establecer criterios de análisis y métodos apropiados para solventar las solicitudes de apoyo técnico, dictámenes, estudios y proyectos que el Despacho Ministerial u otras instancias vinculadas al campo de su dominio le requieran.
- Recibir y responder a las demandas de solicitud de información que realicen usuarios internos y externos al Ministerio, a través de una ventanilla de atención al usuario.
- Establecer un sistema de Información estratégica que incluya estadísticas agropecuarias y de seguridad alimentaria y Gestión de Riesgo, para el análisis del sector y proponer medidas estratégicas y de coyuntura que permitan apoyar los subsectores agrícola, pecuario e hidrobiológico.

1.4.6 Organización y funciones de la dirección:

A. Integración de la DIGEGR:

Se integra por el director y el personal de las dos áreas a su cargo, la administrativa y la técnica. El director será nombrado por el MAGA a través de Acuerdo Ministerial, y su principal responsabilidad será el diseño, coordinación, ejecución y supervisión de las acciones planificadas. La dirección será supervisada por el Ministro o por su delegado. DIGEGR 2008

B. Coordinación de DIGEGR:

La coordinación de la dirección estará a cargo de un ingeniero agrónomo con especialidad en recursos naturales, con postgrado mínimo a nivel de maestría, Asimismo, debe contar con amplia experiencia gerencial, administración de personal, organización y equipos multidisciplinarios y amplia experiencia en planificación, para el desarrollo utilizando herramientas de información geográfica.

C. Funciones del personal:

De acuerdo al organigrama presentado, el personal de la DIGEGR cumple con las siguientes funciones:

a. Director general:

Define los criterios de análisis y métodos apropiados para solventar las solicitudes de apoyo técnico, dictámenes, estudios y proyectos solicitados por el despacho ministerial dentro de la temática de su dominio, enmarcados en cartografía digital y temática referida a recursos naturales renovables y medidas de prevención-mitigación de daños causados por desastres naturales.

b. Jefe administrativo:

Tiene a su cargo la contabilidad de la unidad, que incluye la contabilidad de los gastos efectuados sobre los fondos asignados, para lo cual registra las operaciones realizadas por la unidad en los registros contables establecido. El personal a su cargo es el asistente informático, secretaria ejecutiva, asistente de contabilidad, asistente operativo, secretaria recepcionista, auxiliar de contabilidad, pilotos y conserjes.

c. Jefe técnico del laboratorio:

Tiene a su cargo el funcionamiento del laboratorio de sistemas de información geográfica SIG, el personal que tiene a su cargo es el administrador de base de datos, técnicos analistas, técnicos en procesos y técnicos digitalizadores.

d. Los técnicos analistas en sistemas de información geográfica –SIG-:

tienen a su cargo la generación de base de datos cartográficas, temáticas y productos derivados del análisis SIG de acuerdo a procesos metodológicos y estándares de calidad indicados por la jefatura del laboratorio a escala 1:50000; asimismo participan en los procesos de capacitación SIG y su competencia, representan al personal y al MAGA en los eventos que la coordinación indique.

e. Los técnicos en proceso SIG y técnicos digitalizadores:

Son los encargados de la realización de ediciones de capas digitales asignadas en los software, apoyan a los analistas en el desarrollo de tareas básicas que designe la jefatura, realiza la coordinación logística de mantenimiento preventivo y correctivo de hardware y software del laboratorio

f. Jefe del departamento de gestión de riesgos:

El jefe técnico y encargado de gestión de riesgos tiene dos grandes divisiones las cuales son la del área técnica y el área de gestión de riesgo, las cuales se describen a continuación:

El área técnica, elabora y supervisa el funcionamiento de las bases de datos vinculantes a la información cartográfica generada; esto es para el desarrollo de la base de datos espaciales y no espaciales, incluyendo la captura, edición impresión e informes de todos los mapas y el área de gestión de riesgo coordina con la unidad de operaciones rurales del MAGA, la identificación y delimitación de áreas afectadas por desastres naturales, establece métodos de valoración para los sistemas de producción en el laboratorio de SIG, elabora y analiza los diferentes mapas que se realizan dentro de su ámbito de acción.

g. Jefe del proyecto del mapa de taxonomía de suelos:

Tiene a su cargo la dirección del proyecto del mapa de taxonomía de suelos, actualmente se está realizando el estudio semidetallado de suelos del departamento de Escuintla.

h. Edafólogos:

Tienen a su cargo el “Proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de la Tierra de la República de Guatemala” juntamente con el jefe del proyecto, se encargan en realizar el levantamiento de suelos en fase de campo y de gabinete para la redacción de los estudios semidetallados de suelos de los departamentos de Guatemala.

1.4.7 Integración de la DIGEGR

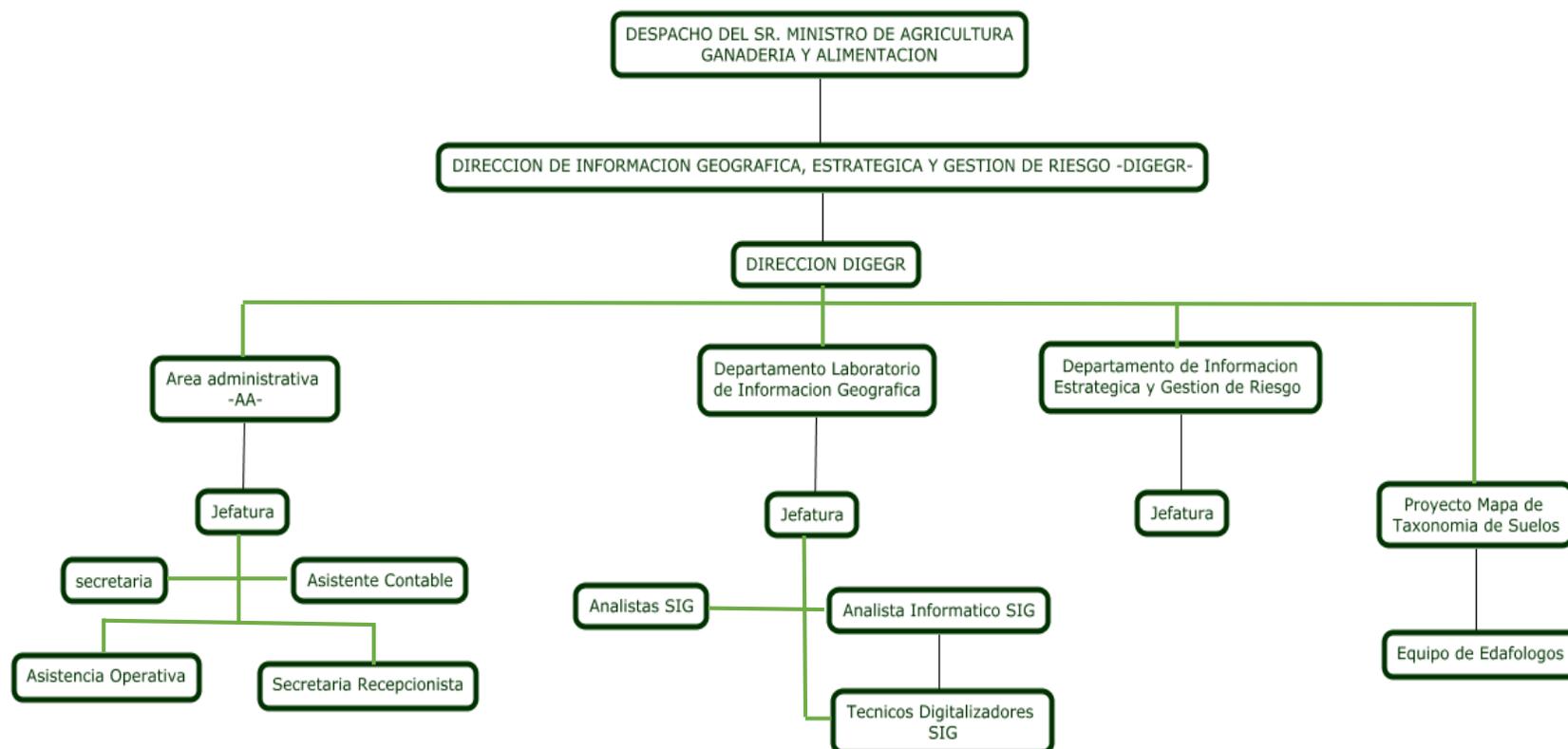


Figura 2: Estructura Organizacional de la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo

1.4.8 Proyectos

Para dar cumplimiento al artículo 22, del acuerdo gubernativo No. 338-2010 donde se cita el objeto de la dirección, la DIGEGR, formula un Plan Operativo Anual, que contempla dentro de sus líneas estratégicas de acción, la formulación de estudios y proyectos que mediante su ejecución permitan obtener información temática de aspectos vinculados a la agricultura, manejo de los recursos naturales, seguridad alimentaria, gestión de riesgo del sector agropecuario y otros.

A. Estudios y proyectos ya ejecutados:

La Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo del MAGA, tiene en su haber una herencia documental histórica, iniciada en el año 2000 por el Programa de Emergencia por Desastres Naturales; Con base a lo indicado, respecto a los diferentes momentos que esta Dirección del MAGA ha tenido, se presentan los estudios y proyectos realizados.

a) Estudios realizados año 2001:

- Mapa fisiográfico-geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000 y memoria técnica del documento
- Documento de la determinación preliminar de áreas adecuadas para el establecimiento de viveros
- Documento de la caracterización de los municipios de Camotan, Jocotan y Olapa y potencialidad para el desarrollo de cultivos
- Documento base de datos digital de la República de Guatemala a escala 1:250,000
- Documento de la priorización de áreas estratégicas en regiones del altiplano central y occidental del país
- Documento del Plan de Emergencia MAGA 2001.
- Documento de la estimación de los daños en el sector agropecuario y consecuencias previsibles, causadas por irregularidades en las precipitaciones en Guatemala.

b) Estudios realizados en el año 2002:

- Estrategia forestal para contribuir a reducir la pobreza rural en Guatemala

- Estimación de amenazas inducidas por fenómenos Hidrometeorológicos en la República de Guatemala.
 - Identificación de áreas aptas para el desarrollo de 30 cultivos promisorios a nivel nacional.
 - Atlas temático de la República de Guatemala
 - Cartografía y análisis de la vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria en Guatemala.
- c) Estudios realizados en el año 2003:
- Protocolos de acción del plan de emergencia por desastres naturales
 - Atlas temático de las cuencas hidrográficas de Guatemala
- d) Estudios realizados en el año 2004:
- Desarrollo rural de Chimaltenango focalizado en la cuenca del Xaya–Pixcaya
 - Programa de fomento forestal en cuencas altas de Guatemala
 - Ubicación, Identificación y Selección de áreas forestales en 10 cabeceras de cuenca que cubre el proyecto piloto de apoyos forestales directos cartografiadas digitalmente a escala 1:50,000
- e) Estudios realizados en el año 2005:
- Clasificación de municipios para el desarrollo de obras viales prioritarias
 - Proyecto de factibilidad para generar el mapa de taxonomía de suelos y mapa de capacidad de uso de la tierra, a escala 1:50,000, de la República de Guatemala
 - Proyecto de Inversión: Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de uso de la tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala (fase I y II)
 - Atlas temático de la República de Guatemala (Serie de recursos Naturales, Sociales, Productivos, Amenazas y Vulnerabilidad), actualización 2005.
- f) Estudios realizados en el año 2006:
- Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala. Año 2003, el cual incluye 5 cultivos perennes actualizados al año 2005.

g) Estudios realizados en el año 2009:

- Mapa de Cuencas Hidrográficas a escala 1:50,000 de la República de Guatemala con su respectiva memoria técnica.

h) Estudios realizados en el año 2010:

- Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Chimaltenango
- Diagnóstico a nivel macro y micro del corredor seco y definición de las líneas estratégicas de acción del MAGA.
- Diagnóstico de la franja transversal del norte y definición de líneas estratégicas del MAGA
- Descripción de posibilidades de nuevos cultivos de acuerdo a las condiciones geográficas de distintos sectores de Peten.

i) Estudios realizados en el año 2011:

- Priorización de municipios a través del índice de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria y nutricional de la población de Guatemala (IVISAN)
- Diagnóstico de la región occidente de Guatemala.
- Evaluación del potencial de aguas subterráneas de la república de Guatemala a escala de reconocimiento (1:250,000), como apoyo al desarrollo del riego, para la producción agrícola en comunidades de pequeños y medianos productores

j) Estudios realizados en el año 2012:

- Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá, Guatemala

k) Estudios realizados en el año 2013:

- Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala

B. Proyectos en ejecución:

Los estudios y proyectos en ejecución son los siguientes:

a. Proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de la Tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala:

- Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Escuintla, Guatemala
- Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Guatemala, Guatemala

A finales del año 2005, se realizó el estudio de pre inversión para la elaboración de un mapa de clasificación taxonómica de suelos a nivel nacional y a escala semidetalle 1:50,000; este estudio tenía recomendaciones sobre la conveniencia de establecer alianzas estratégicas con países de reconocida experiencia en el campo del estudio de los suelos, por lo cual se pensó en Colombia, por su experiencia en suelos desarrollada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), y desde eso se inició contacto entre el MAGA y el IGAC, y en agosto del 2006 se firmó el convenio No. 43-2006: "Fortalecimiento Institucional y Asistencia Técnica entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de la república de Guatemala, y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC-, el cual tiene como objeto es brindar asesoría, capacitación, acompañamiento y supervisión, para que el MAGA pueda obtener el Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de uso de la Tierra en su fase I, que involucra los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez. Guatemala, Escuintla, Sololá, Totonicapán, Quetzaltenango y San Marcos.

Este proyecto es de mucha importancia nacional, tanto que la metodología para obtener los resultados es sumamente compleja, trabajosa y en la cual se ha invertido mucho dinero para el logro del mismo, se requiere de mucha capacidad, destreza e interés por parte del equipo de edafólogos.

b. Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala, al año 2010:

- Etapa final para la publicación del mapa

1.5 Diagnóstico institucional:

1.5.1 Estado actual de la dirección:

La DIGEGR es una dirección en la cual se genera información de importancia nacional, está estructurada por tres áreas que en conjunto ponen a disposición información que sirve para el análisis y toma de decisiones a nivel nacional.

La dirección está estructurada en tres áreas las cuales son:

- Laboratorio de información geográfica el cual se encarga de realizar el mapa de taxonomía de suelos, y brindar asistencia técnica, a quienes lo soliciten y realizar trabajos que tengan que ver con los sistemas de información geográfica. Actualmente también realizan el mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000, de la República de Guatemala.
- El área de gestión de riesgos, que se encarga de realizar evaluaciones para prevenir, mitigar y disminuir los desastres naturales.
- Equipo del estudio de taxonomía de suelos, los cuales tienen a su cargo la recolección de todos los datos para la redacción y edición de los estudios semidetallados de suelos por cada departamento.

La Dirección funciona a un ritmo acelerado para el cumplimiento de sus objetivos, más sin embargo una de sus limitantes, que a principio de cada año los trabajadores se sienten inseguros al firmar un contrato a destiempo, y tener que esperar uno o más meses para el pago del salario.

En la encuesta realizada al personal del proyecto de taxonomía de suelos se contó con el apoyo de 5 personas, una de género femenino y 4 de género masculino quienes llevan un rango de tiempo de laborar en el proyecto de 5 a 9 años coincidiendo que las funciones de la DIGEGR son:

- Generar, recabar información base, reflejarla en mapas y analizarla por medio de los sistemas de información geográfica
- Dirigir la obtención de información geográfica a nivel nacional con el objetivo de formular estrategias para mitigar y evitar los riesgos naturales a nivel nacional

- Brindar información geográfica, sobre cuencas, suelos y análisis en SIG
- Estudios de levantamientos de suelos

La Importancia que tiene el funcionamiento de la dirección para el desarrollo sostenible del país es que la información con la que se cuenta es clave para planificación del uso de la tierra, contingencia a desastres, planificación para la reducción del impacto de ciertos tipos de desastres naturales; también para la obtención de información para desarrollar una base de datos, necesarios, para la planificación y aplicación de proyectos con información actualizada, y que los estudios de suelos son información básica para la planificación de cultivos y el manejo del suelo. Por todas las funciones que tiene el proyecto, la información que se genera y procesa orienta a la toma de decisiones para el cumplimiento de la política agropecuaria nacional. Los factores más importantes para cumplir con el trabajo del proyecto de taxonomía de suelos, para realizar los estudios semidetallados son el tiempo, recursos, equipo moderno, presupuesto adecuado, información básica, equipo de campo completo, vehículos en buen estado, viáticos en conclusión se encierra lo económico, social y tecnológico.

En la encuesta realizada al personal del laboratorio de información geográfica de la DIGEGR, se contó con el apoyo de 11 personas las cuales fueron 6 de género femenino y 5 de género masculino, los cuales tenían un rango de tiempo laboral de 3 a 12 años y concordaron en que las funciones de la DIGEGR son:

- Generar información temática
- Actualizar y mantener al día la información geográfica del país
- Generar información geográfica básica, de los temas vinculados al MAGA y orientada a la toma de decisiones para planificación y gestión.
- Análisis y manejo de datos geográficos a nivel nacional.

La importancia que tiene la dirección es muy alta ya que procesa y genera información cartográfica, además se hace el esfuerzo interno y externo compartiendo la información procesada. Se ven los datos climáticos, gracias a ella se puede acceder a la información de las áreas que carecen de asesorías por ejemplo (cultivos o nutrición); es importante porque se evalúan los recursos naturales, como agua, suelo bosque, etc, esta información sirve para procesar propuestas de manejo sostenible del mismo porque genera información la cual es

punto de inicio para la planificación de varias actividades y toma de decisiones. La información que se genera colabora para la generación de políticas de desarrollo y proyectos del MAGA, es una herramienta para respaldar y guiar distintos proyectos y programas para el país. La información que se procesa orienta en la toma de decisiones para el cumplimiento de la política agropecuaria nacional porque favorece y ayuda en la planificación y obtención de resultados, debido a que se ha trabajado a nivel interinstitucional, uno de los ejemplos es la Encuesta Nacional Agropecuaria ENA- 2013, programa de entrega de fertilizantes, entre otros, y esto sin tomar en cuenta que todos los estudios y proyectos cuentan con la etapa de verificación de campo. Los factores importantes para el cumplimiento del trabajo son las características y capacidad del personal laboral ya que tienen un buen desempeño, compañerismo, disciplina, equipo en buenas condiciones, precisión de la información, compromiso profesional para colaborar en el desarrollo agrícola y forestal del país.

La encuesta realizada a los directivos de la DIGEGR complementó la información anteriormente descrita ya que se contó con el apoyo del jefe de información estratégica y gestión de riesgo, asistente contable y legal, subdirector técnico/administrativo financiero, el jefe técnico proyecto taxonomía de suelos y el jefe del departamento del laboratorio de sistemas de información geográfica, se recolectó la información sobre las funciones de la dirección, las cuales son:

- Generar información temática para orientar el que hacer del MAGA y sus temas vinculados
- Generar, procesar y difundir diferentes escalas cartográficas, información geográfica digital de temas agrícolas, seguridad alimentaria, pecuarios, hidrológicas y gestión de riesgo.

La importancia que tiene para el personal directivo la existencia de la DIGEGR, es alta ya que genera información temática agrícola y de recursos naturales por medio de ella el Estado genera, procesa y difunde información geográfica, estadísticas agropecuarias, de seguridad alimentaria y de gestión de riesgo, para contribuir al análisis del sector, pues permite proponer medidas estratégicas y de coyuntura, en apoyo a los subsectores agrícola, pecuario, forestal,

e hidrobiológico y pone a disposición información de suelos, uso de la tierra y otros datos para planificación territorial.

Todo el personal estuvo de acuerdo que la información que se procesa orienta a la toma de decisiones para el cumplimiento de la política agropecuaria nacional, ayuda a la aplicación técnica de la política con herramientas útiles, todo el tiempo se producen estudios de suelos, que sirven para tal fin, la cual es información básica.

1.5.2 Estado del bien inmueble de la dirección

En la dirección de la información geográfica, se cuenta con suficiente mobiliario como escritorios, mesas, sillas secretariales, libreras, archivos, etc. y equipo de oficina, como los insumos de limpieza, papel sanitario, y útiles de papelería como las resmas de hojas, lapiceros, marcadores etc., el equipo de computación, que son las computadoras de escritorio y portátiles (este equipo se encuentra desactualizado principalmente en las portátiles, no tienen programas actualizados y por la antigüedad el funcionamiento es lento), impresoras, scanner, plotters etc.

1.5.3 Análisis FODA

A. Análisis FODA realizado por el personal del proyecto de taxonomía y gestión de riesgo sobre el proyecto de los estudios semidetallados de suelos:

Cuadro 1: Análisis FODA por el personal del proyecto de taxonomía y gestión de riesgo

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Personal profesional y capacitado • Se realizan estudios en donde no se encuentra fácilmente el personal con los conocimientos necesarios para realizarlos. • Se encuentra una tendencia de trabajo futura, en el Proyecto de Taxonomía de Suelos • Estabilidad laboral 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay oportunidad de capacitarse en temas relacionados, a nivel nacional e internacional. • Que las nuevas generaciones de profesionales se incluyan al proceso, para realizar los estudios de suelos • Son pocas los profesionales que conocen como realizar un estudio de suelo. • Se generan estudios a nivel nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Atrasos salariales • Bajo presupuesto • Poca planificación • Se cuenta con equipo y materiales de oficina deteriorados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de gobierno y/o autoridades a las cuales no les interesa el estudio • Al ser un proyecto, puede ser suspendido o cancelado en cualquier momento

B. Análisis FODA realizado por el personal del laboratorio de información geográfica sobre el laboratorio:

Cuadro 2: Análisis FODA por el personal del laboratorio de información geográfica

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Que es una entidad de gobierno. • Disponible recurso humano muy capacitado para entregar el trabajo en tiempo y calidad • Toda la información que se genera es productiva • Interés por seguirse actualizando con los métodos que permita generar información de calidad • Disponibilidad de información actualizada • Prestigio del laboratorio y su liderazgo en producir información 	<ul style="list-style-type: none"> • El conocimiento que va adquiriendo dentro del laboratorio • Los cambios que se realizan con otros dependencias y países • Probabilidad de convenios y se recibe ayuda extranjera tanto técnica como económica • Se actualiza la información por medio de recolección con otras unidades de los diferentes ministerios 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere de hardware más avanzado y actualizado • Forma de gestión de recursos para mejorar equipo técnico y de oficina • Falta de capacitación para el personal • Lentos procesos administrativos 	<ul style="list-style-type: none"> • La asignación presupuestaria no es adecuada • Cambios de gobierno y orientación política • Competencia con otros grupos de GIS de instituciones privadas

C. Análisis FODA realizado por el personal directivo de la DIGEGR

Cuadro 3: Análisis FODA por el personal Directivo de la DIGEGR

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de Información • Facilidad de acceso al proceso de asistencia técnica y capacitación • Proceso sistemático de generación y análisis de información geográfica y temática, continuado durante los últimos 13 años • Organización direccional muy bien estructurada 	<ul style="list-style-type: none"> • Generar análisis de interés no solo agrícolas o de recursos naturales • La DIGEGR tiene credibilidad en los usuarios por la consistencia de la información generada • Continuidad del proyecto de taxonomía de suelos • Se facilita información para la toma de decisiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Antigüedad del equipo • Bajo presupuesto para el cumplimiento de compromisos • Falta más espacio y presupuesto para tener mejor equipo tecnológico • Requiere de mayor apoyo en el área de teledetección 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de financiamiento para proyectos importantes • No poder conformar una red entre la DIGEGR y los usuarios • Perder la información generada por un colapso inesperado en el sistema • Se necesita personal con renglones de más estabilidad

1.5.4 Cumplimiento de resultados esperados

A nivel general, con todas las funciones que tiene la Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos a pesar de que cuenta únicamente 26 trabajadores presenta resultados sumamente grandes, y con importancia nacional como los estudios detallados de suelos, los mapas a diferentes escalas en los temas agropecuarios entre otros. En la encuesta realizada se muestra lo que piensa el personal de la DIGEGR acerca si se cumplen las funciones que tiene.



Figura 3: Total de resultados de la encuesta sobre el cumplimiento de las funciones de la Dirección por cada área que conforma la DIGEGR



Figura 4: Total de resultados de la encuesta sobre el cumplimiento de las funciones de la DIGEGR

Los resultados esperados para el proyecto de Taxonomía de Suelos son los estudios semidetallados de cada departamento. En la actualidad ya se realizó la publicación de los estudios correspondientes al departamento de Chimaltenango el cual fue el primero y el que se utilizó como piloto, los demás departamentos terminados son: Sacatepéquez y Sololá, ya se encuentra en edición Guatemala y en fase de campo el Departamento de Escuintla.

Estos estudios semidetallados contienen información de suma importancia para toda la población, porque no solo da información de las características del suelo, no solo físicas sino también químicas, sino también de los usos que puede tener o que más convenga por medio de sus condiciones de disponibilidad de nutrientes y datos como la lámina de riego, sus limitantes, fertilidad del suelo y recomendaciones generales, como el tipo de prácticas de conservación de suelo para evitar la erosión hídrica.

Entonces después del método de observación, encuestas, entrevistas de forma informal, e investigación se puede diagnosticar que el cumplimiento de los resultados esperados es sumamente grande aproximadamente de un 90 a 95%, no solo en lo trabajoso que son los productos sino la calidad la cual posee.

En los talleres que se imparten para que las personas puedan utilizar los mapas, juntamente con los libros para obtener la información que necesitan, se registra una serie de comentarios y opiniones sobre la calidad y precisión de los libros la cual realizan los usuarios de los diferentes estudios. Los comentarios que se obtienen son positivos, se tratan principalmente sobre la precisión y calidad de los estudios como también sobre la capacidad, dominio y practica de los edafólogos al transmitir esos conocimientos en lenguaje menos técnico a los pequeños productores rurales.

La principal recomendación que se encuentra como factor común en todos los talleres es evaluar la posibilidad de agregar en el estudio técnicas de restauración de suelos.

Entonces en el cumplimiento de resultados esperados, se tiene un producto el cual cumple con las normas y estándares que se rige por sus funciones, las cuales también se encuentran pequeños detalles con los cuales se tiene que prestar más interés. Por ejemplo en un taller encontraron un error en una gráfica y en variación de colores de la paleta de los mapas, pero los resultados esperados son completamente satisfactorios.

El cumplimiento de resultados esperados para el laboratorio de información geográfica también es grande, ya que apoyan bastante a los alcaldes municipales y a cualquiera que necesite de asesoría, al igual que el número de personas capacitadas para utilizar el programa GV SIG es alto y en varios departamentos del país. Al igual manera el área de gestión de riesgo está generando información para poder disminuir los riesgos y sus resultados son varios y de suma importancia nacional.

1.5.5 Limitantes principales:

Según el personal del proyecto de taxonomía de suelos, el 60% estuvo a favor de no contar con los recursos necesarios por el bajo presupuesto y el 40%, de que al menos se cuenta con lo necesario, para cumplir con lo mínimo del trabajo. Sin embargo el proyecto cuenta con los insumos mínimos para la realización del trabajo de campo como el de procesamiento de datos.

Las limitantes que inciden en el desarrollo del proyecto de taxonomía de suelos son:

- Falta de seguimiento de la Planificación: el no poder controlar el orden de la planificación, por lo que el cambio de planes, se da diariamente y principalmente en la fase de campo, disminuyendo la eficacia
- Espacio físico: es un factor muy importante debido que las personas con mayor comodidad aumentan su eficiencia.
- Equipo obsoleto: el equipo de cómputo es muy antiguo lo cual disminuye el rendimiento y eficacia del trabajo, al momento que se queden inactivas o se desconecte por error, por no tener un funcionamiento eficiente de la batería, se pierdan los datos ya trabajados.
- Fondos Limitados: los recursos económicos son limitados para la compra de materiales y equipo de campo, como juegos de cilindros de infiltración, termómetros, entre otros.

En el laboratorio de Información Geográfica, los resultados a la interrogante sobre si se cuenta con los recursos necesarios para cumplir el trabajo de generar y procesar información cartográfica y temática vinculada a los recursos naturales renovables, fueron de un 77% a favor que si se cuenta con los recursos, debido, a que poseen un software con licencia que facilita el procesar información geográfica y bienes para el desarrollo en la agricultura, además se tienen los recursos básicos para las actividades debido a que se les asigna del presupuesto y

el 23% que no porque les falta recursos, aun se requiere equipo e información, en muchos casos los procesos se detienen por falta de papel, tinta etc., el equipo es obsoleto porque tiene más de 8 años.



Figura 5: Total de resultados de la encuesta realizada sobre si los recursos con los que cuenta la dirección son suficientes para cumplir con los objetivos por cada parte que estructura la DIGEGR



Figura 6: Sumatoria del total de resultados a la encuesta sobre los recursos necesarios de la DIGEGR

1.6 Conclusiones:

1.6.1 DIGEGR –MAGA- tiene ocho funciones asignadas y en forma resumida las principales se pueden presentar como a) análisis, procesamiento y generación de información cartográfica digital del sector agrícola, pecuario e hidrobiológico, b) capacitación y asistencia técnica para el manejo y operación de sistemas de información geográfica, y c) sistema de información estratégica como apoyo a la toma de decisiones del MAGA (Despacho Ministerial, Direcciones, Proyectos, Unidades Descentralizadas y otros).

1.6.2 A pesar de que se tienen dificultades y algunas carencias respecto a equipo y/o personal técnico, el nivel de cumplimiento de resultados esperados en la DIGEGR es alto, brindando a la sociedad civil productos importantes y precisos.

1.6.3 A pesar de las limitantes sobre la disponibilidad de recursos y que el obtenerlos requiere de esfuerzos adicionales por parte de la administración, los mismos se obtienen mediante asignaciones presupuestarias extra o colaboraciones técnicas externas, que enriquecen el proceso de producción y la calidad de los productos obtenidos.

1.6.4 La DIGEGR ha fortalecido su posición institucional, mediante mantener una base de profesionales y técnicos capacitados en las funciones asignadas, acopiar equipos y materiales, así como tratar de mantener un proceso de capacitación constante; aspectos que le permiten alcanzar los resultados esperados.

1.7 Recomendaciones:

1.7.1 Desarrollar reuniones semanales por proyecto con todo el personal, para la presentación de resultados y metas cumplidas para contribuir con el conocimiento de las limitaciones, y con eso poder darle una solución.

1.7.2 Incorporar una capacitación cada cuatro meses, en los temas de las tres áreas que son Taxonomía de Suelos, Sistemas de Información Geográfica y Gestión de Riesgos, para motivar a todo el personal y aumentar su eficiencia para realizar el trabajo.

1.7.3 Solicitar una planificación mensual, a todo el personal que muestre los resultados juntamente con la planificación general del proyecto, para aprovechar cada una de las capacidades del personal y que a fin de cada mes se pueda conocer el avance y las limitaciones en cada una de sus actividades programadas.

1.8 Bibliografía:

1. DIGEGR (MAGA, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo, GT). 2008. Manual de normas y procedimientos de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo –UPGGR-. Guatemala. 30 p.
2. _____. 2014. Plan operativo anual para el año 2014. Guatemala.
3. López Par, JN. 2008. Dinámica del cambio de uso de la tierra y su impacto en el comportamiento del ciclo hidrológico de la parte sur de la subcuenta del alto Guacalate y apoyo a la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo –UPGGR- del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA-. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 141 p.
4. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). MAGA (en línea). Guatemala. Consultado 20 feb 2014. Disponible en [http://wikiguate.com.gt/wiki/Ministerio de Agricultura, Ganader%C3%ADa y Alimentaci%C3%B3n](http://wikiguate.com.gt/wiki/Ministerio_de_Agricultura,_Ganader%C3%ADa_y_Alimentaci%C3%B3n)
5. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Laboratorio de Información Geográfica, GT). 2014. Estudios y proyectos (en línea). Guatemala. Consultado 28 feb 2014. Disponible en http://www.sigmaga.com.gt/estudios_proyectos.html
6. Monterroso Tobar, 2011. Diagnostico institucional y contextual. Guatemala, MAGA, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo. 60 p.

**2 CAPITULO II. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DEL MANEJO Y
CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS DE LA PARTE ALTA DE LA
CUENCA DEL RÍO GUACALATE, EN LOS DEPARTAMENTOS DE
CHIMALTENANGO Y SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

2.1 Presentación:

En Guatemala, las principales cuencas hidrográficas que drenan hacia el Océano Pacífico son más susceptibles a ser erosionadas (Gálvez, 2000), aparte de tener las más altas tasas de pérdida de suelo. Esto debido, principalmente, a la presencia de suelos volcánicos, los cuales son altamente erosivos, por la intensidad de lluvias y fuertes pendientes sin dejar de tomar en cuenta las altas concentraciones de población. Arana (1992) citado por Sánchez (1993), calcula que alrededor del 65% de la superficie de Guatemala es altamente susceptible a la erosión, y del 25 al 35% está seriamente erosionada o degradada, su susceptibilidad se debe a la agricultura de minifundio en tierras de ladera intensamente sobreutilizadas, la sustitución de bosques y suelos pocos profundos con pronunciadas pendientes y regímenes de lluvia. Este estudio del análisis de la situación del manejo y conservación se realizó en la cuenca alta del río Guacalate, la cual drena a la cuenca del río Achiguate, que pertenece a la Vertiente del Pacífico, tiene una extensión aproximada de 192 kilómetros cuadrados dentro de dos departamentos, el de Chimaltenango y Sacatepéquez. Un estudio realizado en áreas de la cuenca, según Motta (1999) el promedio de suelo erosionado en parcelas con 40% de pendiente, sin cobertura es de 42.36 ton/ha*año y para parcelas con maíz 14.19 ton/ha*año.

En el presente documento de investigación se realizó un análisis de toda la cuenca respecto a la erosión y conservación de suelos, iniciando con un análisis de cobertura vegetal, recopilación de información sobre los proyectos anteriores de conservación de suelos dentro del área de estudio además de ubicar las prácticas dentro de ella y la estimación de pérdidas de suelo por la fórmula USLE, todo esto para realizar grupos y generar lineamientos para el manejo adecuado de los suelos del área, así lograr la reducción de las pérdidas del recurso suelo para tener una estrategia para una producción sustentable y evitar que el suelo se degrade intensamente por erosión ya que la pérdida de la productividad o su recuperación puede ser económicamente inviable.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Marco Conceptual:

A. Cuenca hidrográfica:

Según el manual de manejo de cuencas Faustino (2008) habla sobre que una cuenca hidrográfica es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, un río muy grande, a un lago o un mar. En la cuenca se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas en las cuales desarrollan sus actividades, económicas y sociales, generando diferentes efectos favorables o no favorables para el bienestar humano.

B. Tierra:

FAO (2001) menciona que son todos los aspectos del ambiente natural de una parte de la superficie de la tierra, en la medida en que ellos ejerzan una influencia significativa sobre su potencial de uso por el hombre, Incluye la geología, la fisiografía, los suelos, el clima, la vegetación. Almorox (1994) entiende por tierra al sistema bioproductivo terrestre que comprende el suelo, la vegetación, componentes de la biota y los procesos ecológicos e hidrobiológicos que se desarrollan dentro del sistema. Es por ello que se toma a la tierra, como el conjunto o área geográfica que encierra todos los aspectos del ambiente, como el clima, relieve, hidrología, vegetación y actividades humanas.

C. Uso de la tierra:

FAO (2001) dice que la descripción de las formas de uso de la tierra puede ser expresada a un nivel general en términos de cobertura vegetal, o a un nivel más específico se habla de tipo de uso de la tierra, el cual consiste en una serie de especificaciones técnicas dentro de un contexto físico, económico y social.

D. Capacidad de uso de la tierra:

Klingebield y Montgomery (1961) habla sobre que la capacidad de uso en términos físicos es el soporte que tiene una unidad de tierra de ser utilizada para determinados usos o coberturas y/o tratamientos. Generalmente se basa en el principio de la máxima intensidad de uso soportable sin causar deterioro.

E. Clasificación de tierras por capacidad de uso

De acuerdo con Klingebiel y Montgomery (1961) es un agrupamiento de interpretaciones que se hacen principalmente para fines agrícolas y comienza por la distinción de las unidades de mapeo. Permite hacer algunas generalizaciones con respecto a las potencialidades del suelo, sin que este se deteriore, con una tasa más grande que la tasa de su formación. En este contexto, el deterioro del suelo se refiere sobre todo al arrastre y transporte hacia debajo de la pendiente de partículas de suelo por la acción del agua precipitada.

F. Suelo:

Foster (1985) define el suelo como un cuerpo o masa natural formada por minerales meteorizados y materia orgánica en descomposición que cubre la tierra formando una capa delgada. También se dice que es un medio natural, tendido en la superficie de la tierra donde pueden crecer los vegetales y sobrevivir otras especies animales.

En el libro de criterios técnicos para la ejecución de los proyectos de conservación y restauración de suelos CONAFOR (2013) se menciona que el suelo es un cuerpo natural que se encuentra sobre la superficie de la corteza terrestre, formado de material mineral y orgánico, líquidos y gases, que presenta horizontes o capas y es capaz de soportar plantas.

G. Componentes de los suelos:

Buckman y Brady (1996) manifiesta que los suelos minerales constan de cuatro grandes componentes: materiales minerales, materia orgánica, agua y aire.

La composición volumétrica aproximada es de 50% de espacios porosos (aire y agua). El espacio sólido está constituido por un 45% de materia mineral y un 5% de materia orgánica. Con la humedad óptima para el desarrollo de una planta, el 50% del espacio poroso está dividido más o menos por la mitad un 25% de espacio acuoso y el 25% restantes de aire y agua.

H. Degradación de los suelos:

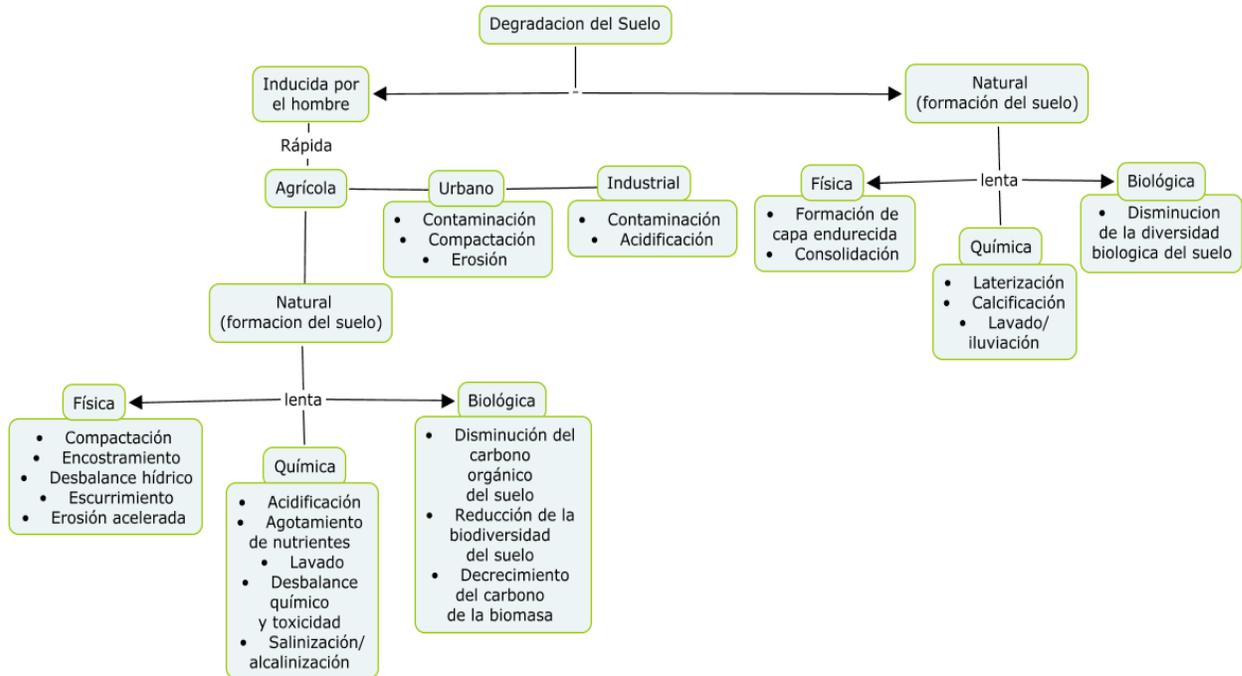
López (1991) menciona que la degradación del suelo es el desmejoramiento en la capacidad actual y potencial del suelo para producir, cuantitativamente o cualitativamente bienes o

servicios, de los cuales los fenómenos causantes de los cambios que resultan en la disminución de la calidad y productividad de los suelos son los procesos de degradación, los cuales se mencionan a continuación:

- Erosión: en esta categoría se incluyen los procesos de erosión hídrica y eólica
- Exceso de sales: categoría que comprende los procesos de salinización y sodicación
- Degradación química: se refiere a procesos tales como la lixiviación de bases y formación de toxicidades diferentes debidas al exceso de sales
- Degradación física: se refiere a los cambios adversos en las propiedades físicas del suelo, ellas pueden ser, la porosidad, permeabilidad, densidad aparente, volumen y estabilidad estructural
- Degradación biológica: este tipo de degradación se refiere a los procesos que aumentan la velocidad de mineralización del humus, pérdida de materia orgánica, alteración de la flora y fauna del suelo.

Asimismo López (2002), menciona que la degradación del suelo tiene que ser vista en sus efectos adversos tomando en cuenta cuatro principales funciones, las cuales son:

- a) Sostener la producción de biomasa y biodiversidad incluyendo la preservación y desarrollo del almacén de genes
- b) Regular la calidad del agua y del aire mediante el filtrado, amortiguación, desintoxicación y la regulación de los ciclos geoquímicos
- c) Preservar registros históricos (arqueológicos, geológicos y astronómicos)
- d) Ser el soporte de estructuras socioeconómicas, valores culturales y estéticos



Fuente: López (2002)

Figura 7 Principales tipos de degradación del suelo

I. Riesgo de degradación del suelo:

López (1991) dice que el riesgo de degradación es la posibilidad en que ocurra una disminución de la productividad actual o potencial del suelo como consecuencia de uno o más procesos de degradación, los cuales pueden derivarse de una mala explotación de la tierra; por ejemplo la supresión de la vegetación natural y su sustitución por barbecho desnudo.

J. Erosión y sus efectos:

En el manual de conservación de suelos y agroecología realizado por la Universidad del Valle de Guatemala (2008) se menciona que uno de los problemas más serios es que el uso de la tierra no se ha fundamentado a sus limitaciones físicas, climáticas y en su capacidad de uso por lo cual ha provocado un acelerado deterioro de la tierra.

K. Erosión:

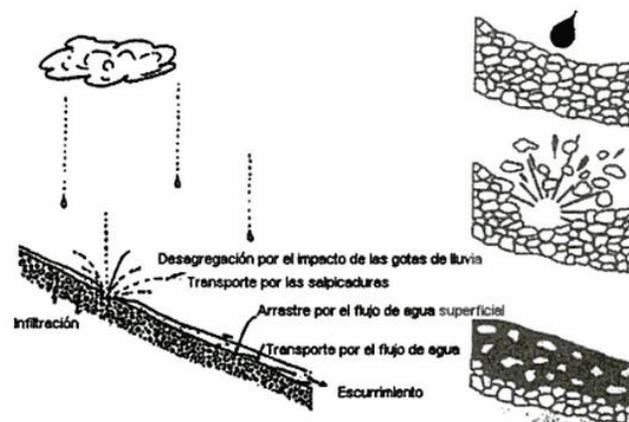
En el manual de conservación de suelos y agroecología realizado por la Universidad del Valle de Guatemala (2008) define la erosión como un proceso de degradación que afecta la

capacidad productiva del suelo. Un suelo manejado de manera inadecuada presentará síntomas de degradación los cuales tradicionalmente se han valorado en términos de tonelada de suelo perdido por hectárea por año, mientras que la FAO (1994), define el proceso como la desagregación, transporte y deposición de materiales del suelo por agentes erosivos; además, señala que los agentes erosivos son dinámicos los cuales son la lluvia y el escurrimiento superficial (inundaciones). Entonces la erosión es la remoción y pérdida de suelo, disminución de sus componentes minerales y orgánicos ocasionados por el agua, el viento y el hombre.

L. El proceso erosivo hídrico:

La erosión hídrica según López (1991) indica que el agente erosivo es el agua, principalmente la precipitación, pero también la irrigación es por ello que Inzunza citado por Tacam en el año 2008 menciona que el proceso erosivo se presenta desde el nacimiento de los ríos cuando fluyen aguas abajo, disminuyendo progresivamente su altitud respecto del nivel del mar, bajando sobre los cauces de los ríos por la fuerza de gravedad, esto realiza un transporte de sedimentos de las partes altas a las bajas de la cuenca.

Ellison, citado por FAO (1994), menciona que la lluvia tiene efecto a través del impacto de las gotas de esta sobre la superficie del suelo, y por el propio humedecimiento del suelo, que provocan desagregación de las partículas primarias, ocasiona también transporte de partículas por aspersión y provee de energía al agua de la escorrentía superficial.



Fuente: la medición de sedimentos en México, 2005

Figura 8 Erosión causada por la acción del agua. Al impactar sobre el suelo, se rompen los agregados más finos hasta separar el limo, la arcilla y la arena.

M. Factores que intervienen en la erosión hídrica:

Los factores que intervienen en la erosión hídrica, son básicamente cuatro los cuales se encuentran íntimamente ligados, el clima, el relieve, tipo de suelo y vegetación, sin embargo a ellos se le puede sumar la influencia del hombre y el tiempo. Tanto las características físicas y químicas de los suelos como los factores climáticos y topográficos tienen una gran influencia en los mecanismos e intensidad de los procesos de degradación.

- a) **El clima:** Los climas que son los más propicios a favorecer el proceso erosivo son los que presentan precipitación de carácter irregular, aguaceros de gran intensidad, fuerte evaporación y déficit en el balance de agua, climas con intensos procesos tormentosos de gran intensidad y con periodos de retornos altos. Una precipitación extraordinaria de gran intensidad moviliza una gran cantidad de sedimentos. Un solo proceso tormentoso con precipitaciones de gran intensidad puede marcar tasas de erosión especialmente extraordinarias. Pero otro aspecto que no se debe de olvidar son los vientos fuertes y frecuentes que junto a altas temperaturas y escasas precipitaciones favorece la erosión eólica.
- b) **El relieve:** la erosión hídrica es prácticamente inexistente o muy baja en las zonas llanas, sin embargo si el terreno es inclinado predominaran los desplazamientos hacia las partes más bajas por el efecto de la gravedad. También la potencia erosiva del agua escurrida y su capacidad de transporte son en función de la velocidad, y esta es mayor cuando mayor sea la pendiente del terreno. También se tiene que tomar en cuenta la longitud de la ladera, ya que el caudal de la esorrentía debe ser mayor a medida que aumenta la distancia a la cumbre, esto significa que el fenómeno erosivo es más intenso.
- c) **El suelo:** Es una propiedad dinámica que depende de múltiples factores, los cuales pueden ser estructura, materia orgánica, textura, rugosidad superficial, pedregosidad superficial, humedad inicial del suelo, perfil del suelo, temperatura, practicas entre otros. La cantidad de tierra desplazada por la percusión de las gotas de lluvia es tanto más grande cuanto más susceptibles sean las partículas a disgregarse.
- d) **La vegetación:** es capaz de alterar las características iniciales de la lluvia al interceptarla, disminuyendo tanto el volumen como la energía erosiva de la lluvia. Protege el suelo del impacto directo de la gota de lluvia y lo mejoran físicamente aumentando la cobertura superficial y el contenido de materia orgánica. También

disminuye la energía del flujo de escorrentía, lo cual aumenta el volumen de agua infiltrada y las raíces actúan como una red que aumenta la resistencia del suelo al efecto cortante. Almorox (1994)

N. Efectos de la erosión en los niveles de nutrientes del suelo:

La erosión es un proceso que actúa de manera selectiva, arrastrando las partículas más finas y más reactivas del suelo (arcilla y materia orgánica) y dejando las partículas más gruesas, pesadas y menos reactivas, es de esta manera como como la erosión provoca una disminución de la concentración de nutrientes en el suelo degradado. FAO (1994)

Según Baker y Laflen en 1983, citados por FAO (1994), la pérdida de nutrientes puede suceder por medio de tres procesos los cuales son:

- Por percolación en el perfil del suelo
- En solución en el agua de escorrentía
- Absorbidos a los sedimentos arrastrados por el agua de escorrentía

Ñ. Tipos de erosión:

Se encuentran dos tipos de erosión las cuales son hídrica y eólica, la hídrica comprende en la degradación generada por las gotas de lluvia (salpicadura), y el escurrimiento de las aguas sobre el suelo que se encuentran en tres tipos las cuales son precanalizada (laminar), ligeramente canalizada (canalículos o surcos) y fuertemente canalizada (cárcavas o zanjas) estas tres descritas anteriormente son de manera superficial. La erosión eólica se considera como un problema de impacto ambiental, de significado económico ocurrente tanto en el sitio de origen como en el de destino, este tipo de erosión se daña el suelo, los cultivos y el ambiente a través de una reducción en la productividad del suelo, afectando la emergencia de plantas, calidad y rendimientos e incrementando (UVG 2008).

O. Procesos de erosión:

Los procesos de erosión son varios los cuales en el manual de conservación de suelos y agroecología (2008) los define como:

- Desprendimiento: Impacto de las gotas de lluvia causan degradación de los agregados al suelo teniendo como consecuencia el desprendimiento de las partículas.
- Transporte: Si la cantidad de lluvia que cae sobrepasa la cantidad de infiltración del suelo se produce un escurrimiento superficial que arrastra las partículas desprendidas por la acción de las gotas de lluvia
- Sedimentación: Si el escurrimiento alcanza velocidades bajas las partículas del suelo arrastradas empiezan a sedimentar (UVG 2008).

P. Conservación de suelos:

Consiste en diferentes prácticas apropiadas que toman en cuenta el uso de la tierra, la topografía o grado de pendiente de terreno, las causas de degradación del suelo, la factibilidad de construir las estructuras y la aceptabilidad del agricultor (UVG 2008).

Q. Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE)

Arana (2001) habla sobre que el modelo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), permite estimar las pérdidas por efecto de la erosión hídrica tipo laminar en diferentes partes del mundo, dada la facilidad de la aplicación de dicho modelo.

Esta ecuación es función de los factores como el suelo, características de la lluvia, longitud y porcentaje de pendiente, cobertura vegetal y el factor de conservación de suelos.

La ecuación de pérdida de suelo está definida por:

$$A = R * K * L * S * C * P$$

Arana (1992), habla sobre A que la define como la cantidad estimada de pérdidas de suelo por unidad de superficie, expresada en las unidades seleccionadas para el factor K y para el periodo seleccionado del factor R. Generalmente A esta dado en toneladas por acre por año, para convertir esta cantidad a ton/ha/año basta multiplicar el valor por 2.242 y las demás variables que a continuación se describen.

R: Factor de erosividad de las lluvias

K: Factor de erodabilidad del suelo

L: Factor de longitud de pendiente

S: Factor de pendiente

C: factor de Cobertura

P: Factor de prácticas de conservación de suelo.

En el artículo de la FAO (1993) llamado erosión de los suelos en América Latina habla sobre Wischmeier y Smith (1978) los cuales describen cada uno de los factores utilizados por la ecuación universal de pérdidas de suelo y proporcionan métodos para evaluarlos. El USLE fue desarrollado para:

- Predecir el movimiento promedio anual de suelos desde una pendiente específica, bajo condiciones de uso y manejo específicos.
- Orientar la selección de prácticas de conservación para localidades específicas.
- Estimar la reducción de pérdida de suelos que se puede lograr con cambios de manejo efectuados por el agricultor; y
- Determinar el largo máximo de pendiente tolerable para un sistema de cultivo determinado.

R. Prácticas de conservación de suelos:

Las prácticas de conservación dependen del grado de erosión que se encuentre en ese momento es por ello que a continuación se presentan prácticas para:

- Prácticas para la prevención de erosión del suelo
- Prácticas para el control de erosión laminar
- Prácticas para el control de erosión en surcos
- Prácticas para el control de erosión de cárcavas

S. Prácticas para la prevención de erosión de suelo:

Estas prácticas en vez de solucionar el problema de las pérdidas de suelo por erosión, tienen la función principalmente de prevención.

a. Cultivos en asocio:

Para Salguero M.R. (2010) los cultivos en asocio representan un sistema en el cual dos o más especies vegetales se plantan suficientemente cerca para conseguir determinados

beneficios. La interacción entre la asociación de cultivos puede tener efectos inhibidores o estimulantes. La función que tiene es aumentar la cobertura vegetal en el tiempo y en el espacio. Al formar estratos diferentes arriba del suelo, éste queda bien protegido del impacto de las gotas de lluvia. (UVG 2008).

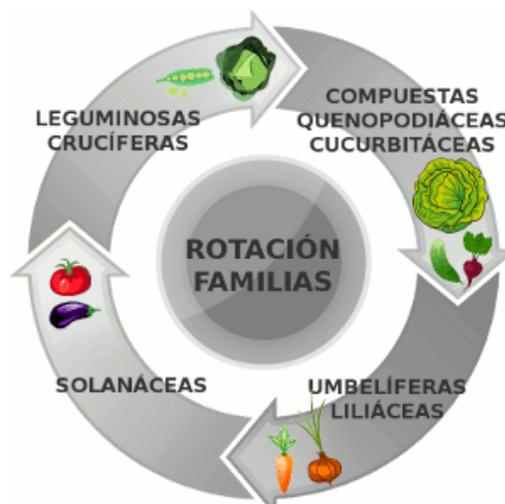


Fuente: Fundesyram a,b 2015

Figura 9: Representación del asocio de maíz con frijol como practica de conservación de suelos

b. Rotación de cultivos:

Salguero M.R. (2010) habla sobre que la rotación de cultivos consiste en alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes en un mismo lugar durante distintos ciclos, evitando que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se perpetúen en el tiempo



Fuente: Edujardin, 2012

Figura 10: representación de la rotación de cultivos como practica de conservación de suelos

c. Cultivo de coberturas:

Coberturas Vivas: este tipo se refiere a un cultivo de cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)". (Salguero 2010).

Coberturas Muertas: Esta clase de cobertura se refiere a cobertura muerta, la cual se tiene que picar, y luego se esparce sobre el suelo hojarasca, paja, residuos de zacate de cosecha o de chapias, para mantener la humedad, aumentar la infiltración de agua y para controlar hierbas no deseadas. (Salguero 2010).

Tiene como función proteger el suelo del impacto de las gotas de lluvia, reducir la velocidad del agua de escorrentía y aportar materia orgánica fresca al suelo. (UVG 2008).



Figura 11: Representación del cultivo de coberturas, a) Cobertura muerta b) Cobertura viva

d. Abonos verdes:

Salguero M.R. (2010) habla sobre que un abono verde es un tipo de cultivo de cobertura agregado primariamente para incorporar nutrientes y materia orgánica al suelo. Estas siembras no se utilizan para el consumo, sino que se usan exclusivamente para incorporarlas a la tierra como fertilizante, por eso se las denomina abono "verde", varias veces se han usado en el pasado como sinónimos los "cultivos de cobertura" y "abono verde" sin embargo, los cultivos de cobertura están caracterizados por sus funciones más amplias y multipropósitos, las cuales incluyen la supresión de malezas, conservación de suelo y agua, control de plagas y enfermedades, alimentación humana y para el ganado.

Los abonos verdes son plantas de rápido crecimiento que producen abundante follaje y cuyo destino es la incorporación para mejorar el suelo. Para tal propósito se usan principalmente

leguminosas ya que permiten una ganancia neta de nitrógeno para el suelo, las plantas recomendables son Avena (*Avena sativa*), Centeno (*Claviceps purpúrea*), Nabo (*Brassica napus*), Vicia (*Vicia sativa*). (UVG 2008).

e. Cultivos en contorno:

Los cultivos en contorno son operaciones de labranza, siembra y otras las cuales se realizan en forma transversal a la pendiente del terreno, las condiciones para aplicar los cultivos en contorno son pendientes de 2-10%, se tienen que realizar en laderas de hasta 120 m. De longitud. (Salguero 2010).

Tienen como función constituir un obstáculo que impida el paso del agua de escorrentía, para disminuir así su velocidad y su capacidad de arrastrar el suelo. (UVG 2008).

f. Cultivo en franjas:

Esta práctica vegetativa se recomienda en terrenos donde la topografía, es uniforme para su laboreo y cosecha, en donde sea posible la asociación de cultivos, las condiciones para aplicar los cultivos en franjas en terrenos con pendientes de 1-15%, y las franjas se trazan perpendicularmente a la pendiente y en dirección del viento. Este puede ser de dos tipos el primero es de contención o amortiguamiento el principio es que son fajas con un ancho uniforme donde se desarrollan cultivos en surcos, se puede realizar generalmente pastos o leguminosas, tiene como función amortiguar los espacios donde existe diferencia de pendiente, la segunda son las franjas perpendiculares a la pendiente, el principio es trazar de forma perpendicular a la pendiente, rectas y sin seguir las curvas a nivel y el ancho de la faja depende de la pendiente natural del terreno. (Salguero 2010).

g. Barreras vivas:

Salguero M.R. (2010) menciona que esta práctica de conservación de suelos consiste en sembrar hileras de plantas perennes o de plantas de crecimiento denso en contra de la pendiente del terreno siguiendo las curvas a nivel o desnivel. La importancia que tiene esta práctica es que disminuye la velocidad del agua de lluvia que no se logra filtrar en el suelo, y como es de crecimiento denso retiene gran cantidad de suelo y nutrientes. Además, aumenta la filtración del agua ayudando a conservar por mayor tiempo la humedad en el perfil del suelo.

El establecimiento de barreras tiene varias ventajas, para el manual de conservación de suelos y agroecología (2008), las principales son:

- Es una práctica de conservación de suelo aplicable a todos los sistemas agrícolas de ladera.
- Retiene la tierra deslavada.
- Soporta flujos de agua relativamente altos.
- Proporcionan mayor eficiencia en el control del escurrimiento superficial por la acción filtrante de la vegetación, misma que provoca la acumulación de tierra deslavada, de sedimentos y la formación de capas orgánicas.
- La capa orgánica (mulch) formada reduce la velocidad de escurrimiento, se favorece la filtración de agua al subsuelo y el suelo almacena mayor humedad, de tal forma que se mejoran las condiciones para los cultivos.
- Se disminuyen las pérdidas de suelo, agua y nutrientes.
- Son sencillas, de simplicidad en el diseño y facilidad de mantenimiento.
- Los pastos, pueden ser aprovechados para la alimentación animal y la raíz como parte vegetativa para la reproducción y comercialización.
- El sistema radicular de las barreras vivas ayuda en la estructura de la obra.

h. Barreras Muertas:

Estas son realizadas de material vegetal muerto como troncos de árboles, ramas y rastrojos de cosecha que se acordonan en contorno, actúan de igual manera que las barreras vivas y su principal función es reducir la velocidad del agua de escorrentía y actúa como filtro. (UVG 2008).

T. Prácticas para el control de erosión laminar:

Estas prácticas son para controlar la erosión ocasionada por el impacto de lluvia, para evitar perder una capa fina y uniforme de la superficie del suelo, su importancia es debido a que este proceso da origen a la erosión en surcos y posteriormente en cárcavas. (Maggi 2006)

a. Terrazas de muro vivo:

Cardoza Vásquez et al. (2007) refieren sobre que las terrazas son plataformas que se forman gradualmente, a partir del movimiento de suelo que se da durante las labores de cultivo en terrenos de ladera y es retenido por setos de diversas especies de árboles o arbustos que se establecen siguiendo curvas a nivel. Estas terrazas sirven para reducir la erosión hídrica en terrenos preferentemente forestales, controlar el escurrimiento superficial a velocidades no erosivas y dirigirlo hacia una salida estable.

Los beneficios que tienen las terrazas vivas son varias en las cuales se puede mencionar:

- Disminuyen el grado y longitud de pendiente
- Impiden la formación de cárcavas
- Reducen el contenido de sedimentos en el agua de escorrentía
- Aportan materia orgánica al suelo
- Mejoran los sistemas de producción en laderas
- Generan productos adicionales, como leña o forraje

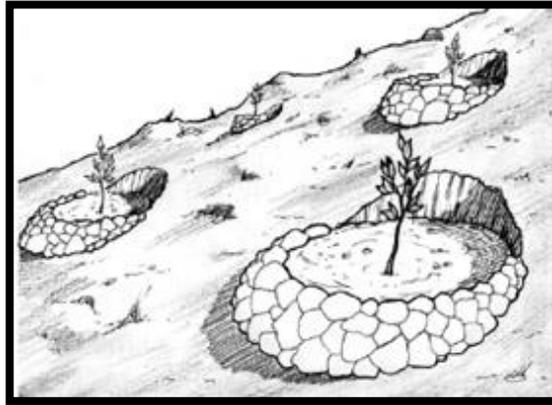
b. Terrazas de formación sucesiva:

Son plataformas que se forman por el movimiento del suelo, entre los bordos de tierra. Estos detienen el suelo que proviene del área entre terrazas, construyendo un canal de desagüe aguas abajo del bordo, estas sirven para controlar la erosión laminar, interceptar los escurrimientos superficiales, auxiliar a la reforestación en el incremento de la supervivencia de especies vegetales. Los beneficios que tiene son: la retención del suelo, retención de humedad, favorece el desarrollo de especies forestales y vegetación natural y disminuyen la longitud de pendiente. Cardoza Vásquez et al. (2007)

c. Terrazas individuales:

Cardoza Vásquez et al. (2007) menciona que las terrazas individuales son plataformas de forma circular, trazados en curvas a nivel de un metro de diámetro en promedio, en la parte central de ellas se establece una especie forestal, ellas tienen como función evitar la erosión por laderas, retener el suelo de las escorrentías, captar agua de lluvia, mantener mayor humedad para el desarrollo de especies forestales la aplicación como practica de conservación de suelo tiene como beneficios el control de la erosión, retiene y conserva la

humedad en las áreas, favorecen el aprovechamiento de fertilizantes, aceleran el desarrollo de especies vegetales



Fuente: tierramor 2007

Figura 12: Representación de Terrazas Individuales

U. Prácticas para el control de erosión en surcos:

Estas prácticas son para controlar la erosión ocasionada por la percolación que es el proceso de filtración de agua en las capas profundas del terreno, la importancia se debe a la prevención de la formación de surcos para no favorecer la remoción de la parte superficial del suelo. (Maggi 2006)

a. Acequias de Ladera:

Son estructuras de erosión hídrica para tierras escarpadas. Se pueden construir fácilmente en pendientes de terreno de 10 a 50 %. También se pueden construir pozos de infiltración, para optimizar la cantidad de agua subterránea. (UVG 2008).

Son aconsejables en zonas con Lluvias intensas y en áreas con suelos pesados, poco permeables, donde hay exceso de escorrentía, y en suelos susceptibles a la erosión con pendientes hasta 40 % y longitudes largas, ellos no se deben construir en terrenos con cultivos limpios o potreros de más de 30 % de pendiente, ni en terrenos con cultivos de semibosque (café, cacao, etc.) de más de 50 % de pendiente. Las acequias deben protegerse con una barrera viva simple o doble, sembrada de 15 a 30 centímetros del borde superior. (Salguero 2010).

V. Prácticas para el control de erosión de cárcavas:

Estas prácticas son para controlar la erosión ocasionada por deslizamientos estas prácticas evitan la pérdida de suelo, pérdida de la calidad de relieve, pérdidas en la capacidad de reserva de agua entre otros. (Maggi 2006)

a. Presa de malla de alambre

En el manual de obras y prácticas creado por el CONAFOR (2007) menciona que es una estructura la cual sirve para controlar la erosión en cárcavas, esta no es prefabricada sino que se arma en el lugar, a partir de las características de las cárcavas. Esta sirve para controlar la erosión, reducir la velocidad de la escorrentía e impedir el crecimiento de las cárcavas. Los beneficios que tiene es que retiene azolvamientos, disminuye la cantidad de escurrimiento y estabiliza las cárcavas.

b. Presa de postes o troncos

Cardoza Vásquez et al. (2007) mencionan que es una estructura conformada por postes o troncos de diámetros mayores a 10 centímetros. Esta estructura es utilizada temporalmente y se construye en sentido transversal a la dirección del flujo de corrientes superficiales, en cárcavas pequeñas y angostas, para el control de azolves. Sirve para retener humedad, retiene azolves y reduce la velocidad de escurrimiento, uno de sus beneficios es la disminución de la erosión hídrica.

c. Presa de costales rellenos de suelo:

Cardoza Vásquez et al. (2007) mencionan sobre que esta presa es una estructura de geotextiles (costales) rellenos de suelos, que se ordena en forma de barrera o trinchera y se coloca en contra de la pendiente, para el control de la erosión de cárcavas. Sirve para controlar la erosión hídrica, reducir la velocidad de escurrimiento, detener azolves, filtrar agua. Los beneficios es que protege las obras de infraestructura rural.

d. Presa de gaviones:

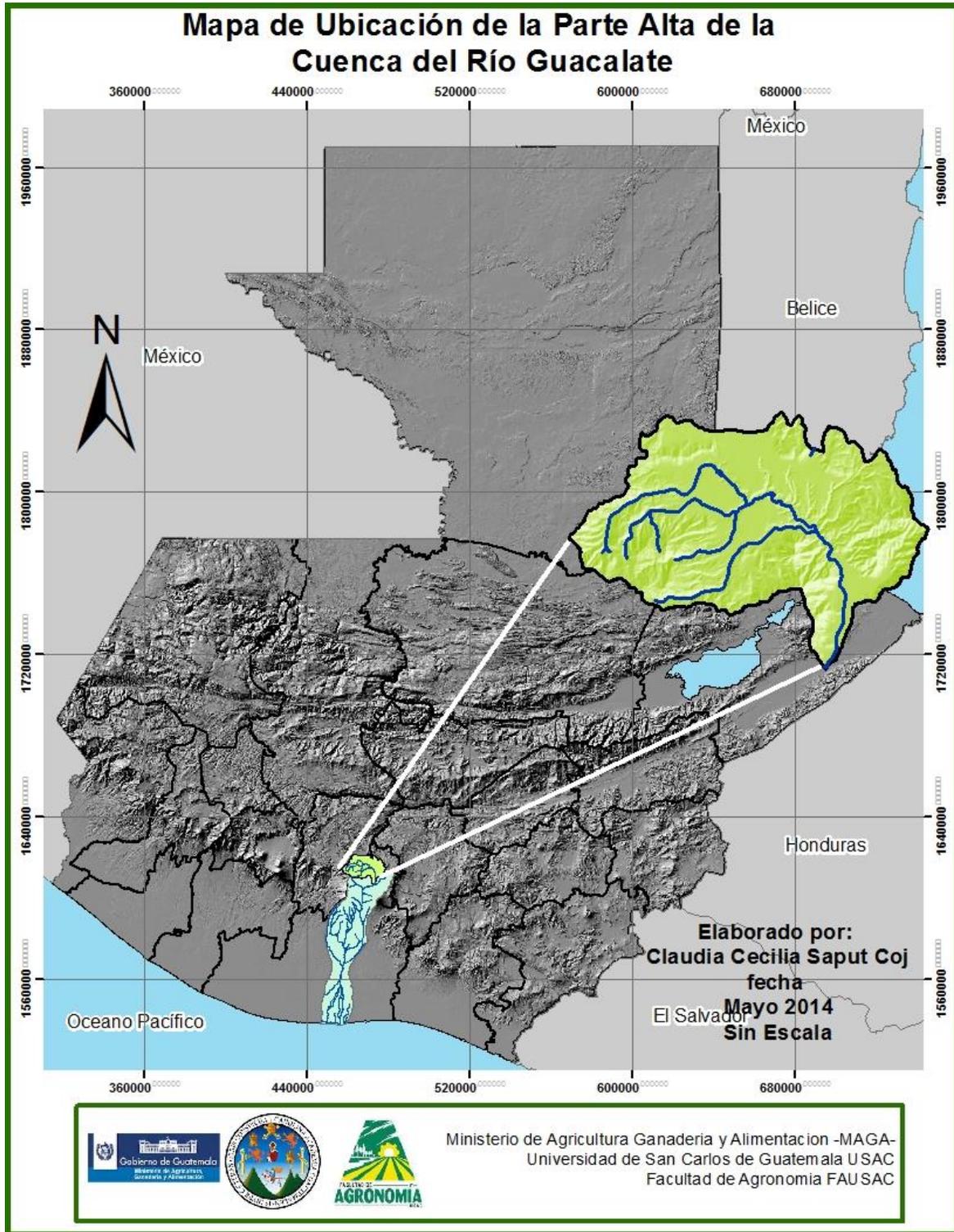
Cardoza Vásquez et al. (2007) menciona que la presa de gaviones es una estructura que consiste en una caja de forma prismática rectangular de malla de alambre rellena de piedras. Este tipo de presa es de larga duración. Sirve como protección contra la erosión y, por sus dimensiones puede variar dependiendo el tamaño de la cárcava.

Los beneficios de esta estructura son:

- Retiene azolves y evita que suelos infértiles se depositen sobre terrenos fértiles.
- Estabiliza el fondo de la cárcava
- Favorece la retención e infiltración de agua y la recarga de acuíferos.

2.2.2 Marco Referencial:

A. La parte alta de la cuenca del Río Guacalate:



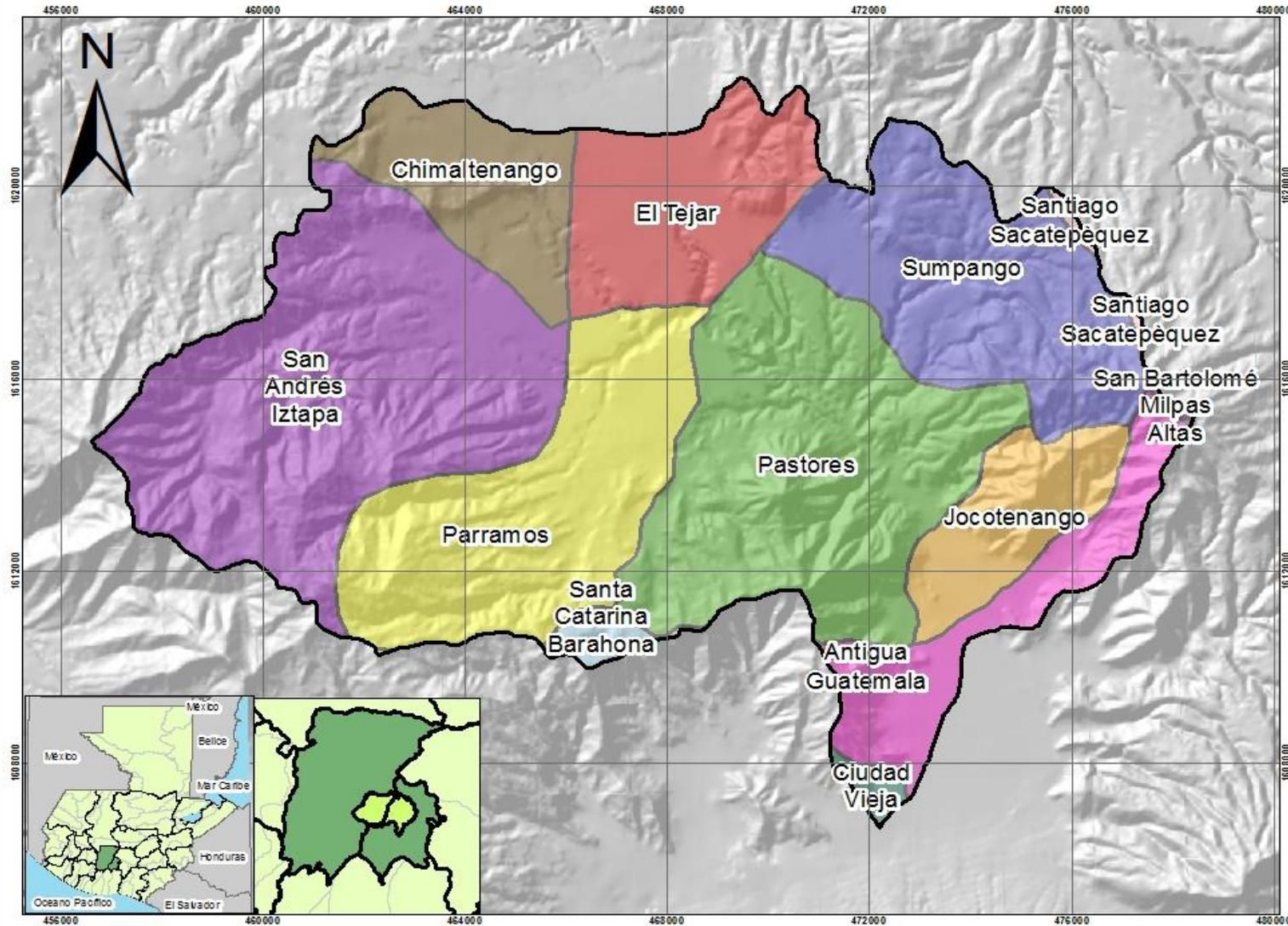
La parte alta de la cuenca del Río Guacalate, es una parte de la cuenca del Río Achiguate, la cual pertenece a la Vertiente del Pacífico, tiene una extensión aproximada de 192 km². Comprende un 53.49% del departamento de Chimaltenango con 102.714 km² y un 46.51% del departamento de Sacatepéquez con 89.322 km². En la parte alta de la cuenca del río Guacalate, se encuentra el río de la Virgen, el río Negro, el río paso de San Luis, y el río Guacalate.

B. Poblados:

En el departamento de Chimaltenango la mayor parte de la población es de origen indígena y mayoritariamente de la etnia Kaqchikel. El censo nacional de población realizado en el año 2002 con proyección para el año 2010 indican el total estimado de población es de 575,000 habitantes de los cuales 454,000 (79%) son indígenas. La distribución de género es masculino en un 49% y femenino en un 51%. (UPGGR MAGA, 2010) y para el departamento de Sacatepéquez del total de la población el 42% es de origen indígena y principalmente de la etnia Kaqchikel. La proyección para el año 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) indica que el estimado de población para el año fue de 310,036 habitantes, constituidos por 152,971 hombres y 157,065 mujeres. La mayor parte de la población se ubica en el área urbana con 261,050 habitantes y 48,986 habitantes o el 16% del total de la población, se ubica en el área rural.

Los Municipios que se encuentran dentro de la parte alta de la cuenca del río Guacalate, del departamento de Chimaltenango son: El Tejar, Parramos, San Andrés Itzapa y Chimaltenango, del departamento de Sacatepéquez los municipios son: Sumpango, Pastores, Antigua Guatemala, Jocotenango, Santa Catarina Barahona, Ciudad Vieja, Santiago Sacatepéquez y San Bartolomé Milpas Altas. (Ver figura 15)

Mapa de Municipios de la Parte Alta de la Cuenca del Río Guacalate



Leyenda

Municipio	ha	%
San Andres Iztapa	4571.1	23.8
Pastores	3835.3	20.0
Parramos	2785.7	14.5
Sumpango	2562.7	13.3
El Tejar	1679.8	8.7
Chimaltenango	1234.8	6.4
Antigua Guatemala	1190.4	6.2
Jocotenango	994.8	5.2
Santa Catarina Barahona	164.1	0.9
Ciudad Vieja	112.2	0.6
Santiago Sacatepequez	53.9	0.3
San Bartolome Milpas Altas	18.7	0.1
TOTAL	19203.5	100

Sistema de Coordenadas: GTM
 Proyeccion: Transverse Mercator
 Datum: WGS-1984
 Unidades lineales: Metros
 Fuente: Base de Datos
 Mapa de Municipios MAGA 2006



1:100,000



Ministerio de Agricultura Ganaderia y Alimentacion -MAGA-
 Universidad de San Carlos de Guatemala USAC
 Facultad de Agronomia FAUSAC

Elaborado por:
 Claudia Cecilia Saput Coj
 Mayo 2014.

Para los municipios dentro de la cuenca del río Guacalate la población estimada para el año 2014, de la proyección del censo nacional realizado en el año 2002 se presenta a continuación:

Cuadro 4: Número de habitantes por municipio de la parte alta de la cuenca del río Guacalate

DEPARTAMENTO	CODIGO MUNICIPAL	MUNICIPIO	HABITANTES 2014
Chimaltenango	401	Chimaltenango	135,378
	416	El Tejar	26,452
	413	San Andrés Iztapa	34,987
	414	Parramos	17,163
Sacatepéquez	304	Sumpango	39,297
	303	Pastores	15,619
	301	Antigua Guatemala	45,921
	302	Jocotenango	20,924
	316	Santa Catarina Barahona	3,551
	312	Ciudad Vieja	37,857
	306	Santiago Sacatepéquez	30,747
	307	San Bartolomé Milpas Altas	9,333
TOTAL			417,229

Fuente: INE, 2002 proyectadas al 2014

C. Vías de comunicación en el área de la cuenca:

El departamento de Chimaltenango, cuenta como principal vía de comunicación la Carretera Interamericana CA-1 que comunica la cabecera departamental con la capital del país, la cual pasa por parte de los municipios del departamento de Sacatepéquez, dentro de la cuenca los centros poblados se encuentran bien comunicados por medio de carreteras asfaltadas, y los caseríos, aldeas entre otros se encuentran comunicados por carreteras de terracería y veredas. (UPGGR MAGA, 2010).

D. Actividades económicas:

La economía del departamento de Chimaltenango, tiene como base la agricultura y posee importantes centros agroindustriales vinculados al embalaje y la exportación de vegetales, del tipo productos agrícolas no tradicionales, a diferencia del departamento de

Sacatepéquez que la principal fuente económica es la agricultura y el turismo. (UPGGR MAGA, 2010)

a. Actividad agrícola:

Se destaca la producción de hortalizas en el altiplano del departamento (clima semifrío) para el consumo interno del país y para la venta en los mercados regionales. El cultivo que es muy común su exportación, en el departamento de Chimaltenango es la arveja china, las berries (frambuesa, zarzamora y mora-frambuesa) hacia los mercados de Estados Unidos se exporta un 60% a 75% de la producción anual, el brócoli se produce un 70% de la producción nacional y un 33% de la lechuga. En el municipio de Chimaltenango y el Tejar se procesa la lechuga, remolacha, brócoli, suchini, ejote francés, arveja china, arveja dulce y mora, en el municipio de Parramos a diferencia de los anteriores se procesan las rosas, el chile pimiento, coliflor, brócoli, y en municipio de San Andrés Itzapa se procesa únicamente la mora, frambuesa y arándano. (UPGGR MAGA, 2010)

Para Sacatepéquez el 49.6% de su superficie es utilizada para la actividad agrícola, y las tierras están dedicadas a producir granos básicos, hortalizas a campo abierto y bajo invernadero, café, frutales, caña de azúcar, pastos naturales y cultivados, entre otros. A su vez el departamento cuenta con la Ciudad de Antigua Guatemala, actualmente el segundo destino turístico nacional, con influencia sobre el resto de municipios que conforman el departamento, por lo que el turismo es una actividad de mucha importancia económica para los pobladores del departamento. El cultivo del café cereza, también se hace presente en el departamento siendo productores de Café pastores (9,050qq), Jocotenango (18873 qq), Ciudad Vieja (51548 qq), y la Antigua Guatemala (76255 qq), este cultivo abarca un 34.2% del total de la producción agrícola, los frutales aportan un 12.8% la diversidad de fruta cultivada son las peras, berries, naranjas, melocotón, durazno y aguacate esta producción se realiza a nivel de huertos familiares distribuidos en los municipios, la otra es caña de azúcar con un 5.5% y por ultimo las flores y ornamentales que aportan un 3% de la producción total. (DIGEGR MAGA, 2013).

b. Actividad turística y artesanal:

En el departamento de Sacatepéquez, se realiza la elaboración de artesanía, de tipo textil, cerámica, hierro forjado, orfebrería, cerería, cestería, jarcia y muebles de madera. (CECI,

2006). La Antigua Guatemala, se encuentra dentro de los 10 lugares más visitados por los turistas a nivel nacional durante los últimos años, las principales atracciones son las fincas eco turísticas, museos, catedrales, palacios, iglesias, entre otros. (DIGEGR MAGA, 2013).

c. Actividad ganadera:

La actividad ganadera del departamento de Sacatepéquez, está compuesta por un hato ganadero de los tipos porcino (16,017 cabezas), bovino (3,041 cabezas), ovino (570 cabezas) y caprino (818 cabezas), la sumatoria de cabezas es equivalente al 2% del hato nacional reportado por el censo nacional agropecuario del año 2003 y para el departamento de Chimaltenango se reporta ganado bovino, caprino, porcino, ovino y crianza de gallinas, respecto a la crianza de cerdos y gallinas, participan con un 4% del total nacional de producción. (INE 2004).

d. Actividad minera:

Dentro de la cuenca, según el Ministerio de Energía y Minas, (MAGA 2010), en todo el departamento de Sacatepéquez, existen 6 licencias de explotación, dentro de la cuenca se encuentran tres mineras las dos primeras dentro de la Antigua Guatemala las cuales son Pedrera El Pilar la cual explota basalto andesítico y la minera Cantera la Rinconada que explota andesita y arena, y la tercera es la minera de explotación de Minerales Hilda que explota basalto andesítico dentro de los municipios de San Bartolomé Milpas Altas y Antigua Guatemala, en el departamento de Chimaltenango existen pocas licencias de explotación, sin embargo estas no se encuentran en las áreas de la cuenca de estudio.

E. Ordenes de suelos de la parte alta de la cuenca del río Guacalate:

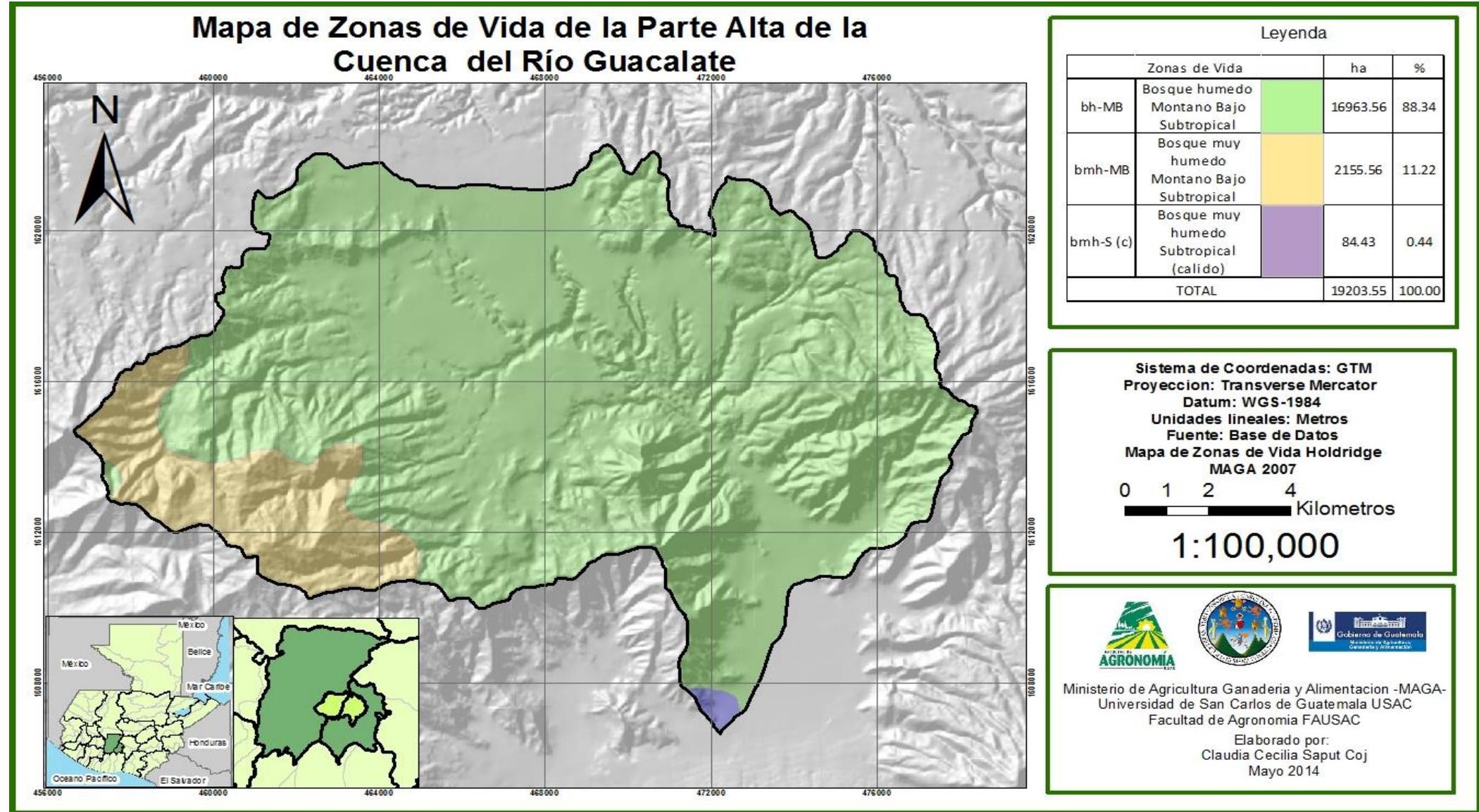
Los estudios de suelos son de importancia nacional ya que con ellos se puede tener presente el recurso que se posee en ciertas áreas, en la base de datos del MAGA a escala reconocimiento (1:250,000) se obtuvieron tres órdenes taxonómicos de suelos dentro de la cuenca los cuales fueron los Alfisoles, Andisoles y Entisoles ahora con los estudios semidetallados de suelos (1:50,000) se encontraron dos nuevos ordenes que son los Inceptisoles y Molisoles, el cual se detalla en porcentaje de áreas a continuación.

Cuadro 5: Representatividad de los órdenes de suelo por porcentaje de área de la parte alta de la cuenca del río Guacalate

ORDEN DE SUELO	Km ²	ha	%
Alfisol	6.84	684.36	3.56
Entisol	10.54	1054.17	5.49
Andisol	37.23	3723.34	19.39
Inceptisol	32.22	3221.95	16.78
Molisol	105.20	10519.73	54.78
TOTAL	192.04	19203.55	100.00

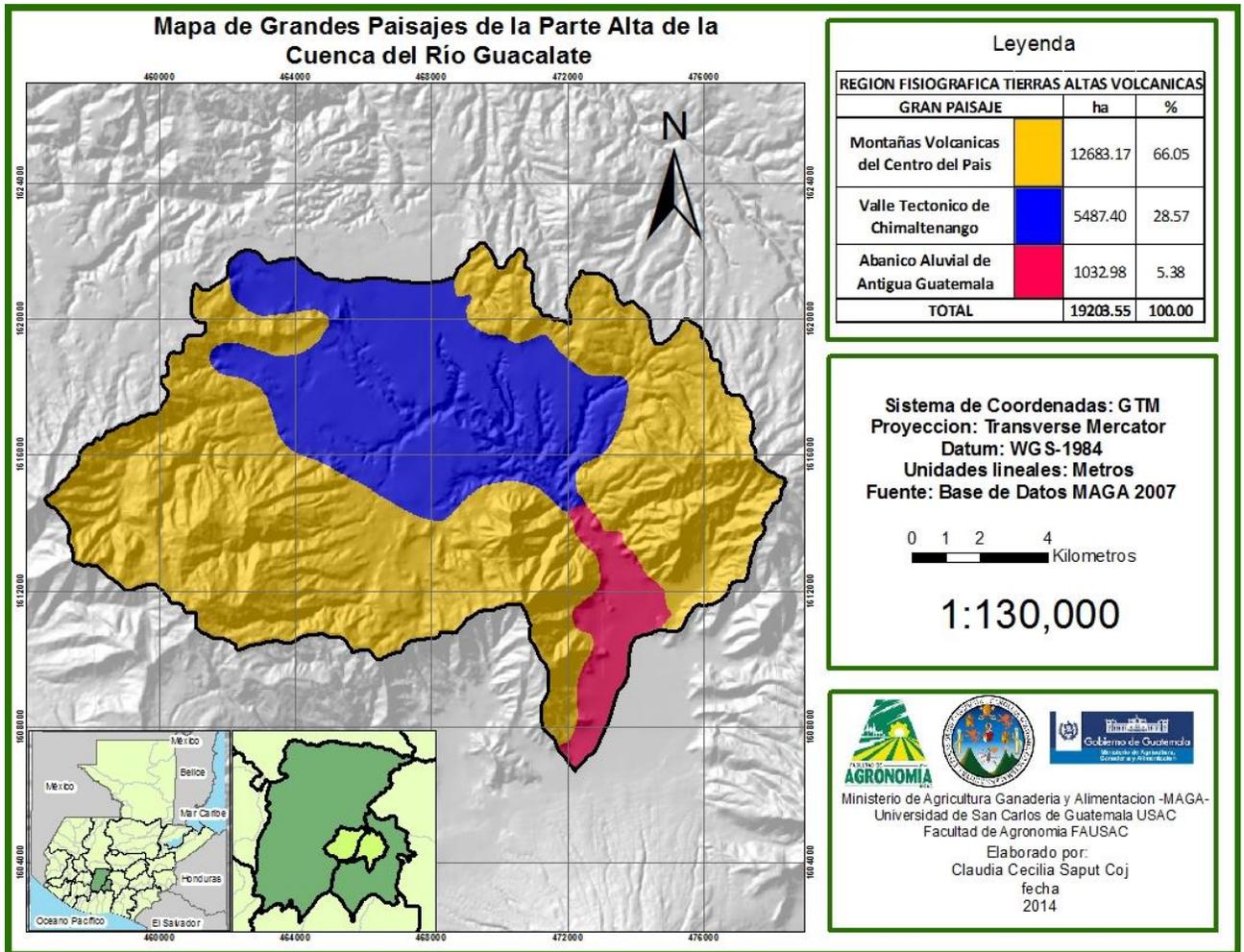
F. Zonas de vida de parte alta de la cuenca del río Guacalate:

El mapa de zonas de vida, indica que principalmente se tiene un 88.34% del área de estudio en la zona Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, esta zona se caracteriza por poseer clima frío, topografía generalmente plana, elevaciones entre los 1500 y 2400 msnm, biotemperaturas entre 15°C a 23°C, y un rango promedio de precipitación anual entre 1057 a 1588mm, esta zona de vida posee una cobertura boscosa con categorías, mixto, latifoliado y conífero compuesto por las especies indicadoras típicas del altiplano, las cuales son encino (*Quercus spp.*), pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino de ocote (*Pinus montezumae*), ilamo (*Alnus jorullensis*), capulín (*Prunus capulli*), madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*), duraznillo (*Ostrya sp.*), Cicop (*Juniperus comitana*), Palomar (*Carpinus spp.*). El 11.22% del área de estudio de parte alta de la cuenca del río Guacalate se encuentra la zona Bosque muy Húmedo Montano Bajo Subtropical, igual que la anterior se caracteriza por clima frío, posee topografía accidentada, elevaciones entre los 1800 a 3000 msnm, biotemperaturas entre 12.5 °C y 18.6°C y un rango promedio de precipitación anual entre 2065 a 3988, las especies indicadoras son: cipres comun (*Cupressus lusitánica*), Pino blanco (*Pinus ayacahuite*), Canac (*Chirantodendron pentadactylon*), Pino de las cumbres (*Pinus hartwegii*), Pino triste (*Pinus pseudostrobus*), Ilamo (*Alnus jorullensis*), Encino (*Quercus spp.*), Leche amarilla (*Zinowiewia spp.*), Salvia Santa (*Buddleia spp.*). La tercer área, que posee 84 hectáreas, representando el 0.44% del área se encuentra la zona de vida Bosque muy Húmedo Subtropical (Cálido), se caracteriza por poseer clima cálido, topografía de plana a accidentada, elevaciones entre los 80 a 1600 msnm, biotemperaturas entre 21 °C a 25 °C y un rango promedio de precipitación anual entre 2136 a 4327 mm. (Ver figura 16)



J. Fisiografía de la parte alta de la cuenca del río Guacalate

Toda el área de estudio, los 192 km² están dentro de la región fisiográfica de Tierras Altas Volcánicas, comprende de tres grandes paisajes que son Montañas volcánicas del centro del país, que ocupa un 66% del área, Valle tectónico de Chimaltenango ocupando un 28% y el abanico aluvial de Antigua Guatemala ocupando únicamente el 5% del área de estudio.



2.3 **Objetivos:**

2.3.1 General:

Analizar la situación de manejo y conservación del suelo para apoyar en la planificación general del manejo de los recursos naturales de la parte alta de la cuenca del río Guacalate

2.3.2 Específicos:

- Analizar la cobertura vegetal y uso de la tierra de la parte alta de la cuenca
- Establecer la situación actual del manejo y conservación de suelos del área acorde con el uso de la tierra
- Proponer técnicas para el manejo de los suelos acordes a las condiciones naturales de los suelos y las actividades de potencial aprovechamiento
- Formular lineamientos para el manejo y conservación de las clases de suelos, considerando los usos de tierras y un manejo sostenible.

2.4 Metodología:

Para alcanzar los objetivos planteados en esta investigación, se desarrolló la siguiente metodología:

2.4.1 Análisis de la cobertura vegetal y uso de la tierra de la parte alta de la cuenca:

Se realizó la consulta de información bibliográfica que se generó en estudios previos utilizados como fuente secundaria, estos estudios fueron tesis realizadas en el área de estudio, diagnósticos elaborados por estudiantes del EPSA de la Facultad de Agronomía, artículos relacionados con el tema de erosión y conservación de los suelos, y páginas de internet que proporcionaron información del tema, que sirvió para poder conocer el estado actual del área de la cuenca.

Se realizó un análisis temático con el objetivo de analizar la cuenca, para ello se generaron los mapas de localización, uso de la tierra, capacidad de uso de la tierra y de intensidad de uso de la tierra para conocer la situación actual del área de estudio.

2.4.2 Establecimiento de la situación actual del manejo y conservación de los suelos

A. Recopilación de información sobre proyectos ejecutados en el área de estudio

Se realizó la recopilación de información primaria contactando al exdirector del proyecto de conservación de suelos del departamento de Chimaltenango y Sacatepéquez, incluyendo los directores de otros proyectos que tuvieron a su cargo la realización de prácticas de conservación en el área de estudio, para una entrevista con el objetivo de conocer como fue la historia de la conservación de suelos en ambos departamentos, con esto se buscó estimar las áreas donde se ha trabajado con prácticas de conservación de suelos.

B. Recopilación de la información actual con el Sistema Nacional de Extensión Rural (SNER)

Se consultó la información nacional de la Dirección de Coordinación Regional y Extensión Rural (DICORER) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA, por lo cual se contactó a los extensionistas de cada municipio del área de estudio, para obtener la información sobre la aplicación de prácticas de conservación de suelos, debido a que las respuestas de los extensionistas, en su mayoría fue negativa hacia la realización de

prácticas de conservación de suelos, no se realizaron visitas a los Centros de Aprendizaje en Desarrollo Rural (CADER) encargados para los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez que estuviesen dentro del área de estudio, esta recopilación de información se realizó por medio de llamadas telefónicas, realizando preguntas principales sobre el conocimiento que tenían sobre el tema de conservación de suelos, si conocían que eran, la función y si las realizaban en el lugar de donde eran encargados y/o conocían algún lugar cercano en donde sí se realizan y cuáles eran las prácticas de conservación de suelos, las áreas que abarcan y la importancia que tienen en la parte alta de la cuenca del río Guacalate.

Como apoyo y constancia en la obtención de información se elaboraron boletas de campo para realizar entrevistas, esto con el interés de conocer la evolución en las prácticas de conservación de suelos tanto como su historia, y los lugares en las que se realicen estas prácticas, dichas entrevistas se realizaron a los pobladores de la cuenca.

Se realizó un recorrido por el área de estudio para comprobar áreas donde se realizan prácticas de conservación de suelos, ubicándolas por medio de la toma de coordenadas para mapearlas, determinar sus áreas y comprobar que sean significativas, ya que estas reducen la erosión, el mapeo se realizara a escala 1:100,000 teniendo como unidad mínima de muestreo 25 ha., elaborando mapas temáticos que muestren las áreas sujetas a manejo y áreas donde se practica la conservación de suelos y juntamente con ellos se indicara la práctica que se desarrolla en dicho lugar. Se realizó un análisis cuantitativo del área con el que se obtuvo el porcentaje del área total sujeto a prácticas de conservación.

C. Cálculo de la pérdida de suelo en la parte alta de la cuenca del Río Guacalate

Para conocer la intensidad del problema sobre el volumen perdido de suelo que se erosiona anualmente, se realizó el cálculo, de dicho volumen por medio de una herramienta llamada "*N-Spect*", esta herramienta es basada en sistemas de información geográfica la cual ayuda a comparar fuentes no puntuales, de contaminantes y erosión, esta herramienta realiza los cálculos de las pérdidas de suelo por medio de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica (USLE), la cual se encuentra descrita en el marco teórico.

La extracción y generación de la información requerida para el uso de la herramienta N-Spect se encuentra detallada a continuación, los factores a utilizar se presentan en el cuadro No. 6.

Cuadro 6: Requerimientos para calcular las pérdidas de suelo con la herramienta N-Spect

Información requerida para utilizar la herramienta N-Spect	
Factores a utilizar de la ecuación USLE	Información general sobre el área de estudio
a) Factor de erosividad de la lluvia	f) Grupo hidrológico
b) Factor de erodabilidad del suelo	g) Información de Precipitación
c) Factor de longitud y grado de pendiente	h) Shapefile de taxonomía de suelos (MAGA 2010-2013)
d) Factor de Cobertura	i) Tipo de precipitación
e) Factor de Prácticas de conservación de suelos	

a) **Índice de Erosividad pluvial (R):** este se calculó por medio del mapa de Isoerosividad de la república de Guatemala, realizado en el año 1988. Se determinó de la siguiente manera:

- ✓ Se escaneó el mapa de isoerosividad pluvial del año 1988
- ✓ Se ubicó y se hizo la georreferenciación con el área de estudio
- ✓ Se digitalizó las curvas isoyetas de interés, las cuales estuvieran dentro o alrededor del área de estudio
- ✓ Se convirtió las líneas digitalizadas a una capa (shapefile)
- ✓ Se convirtió el formato shapefile de líneas a shapefile de puntos
- ✓ Se les asignó un valor a los puntos
- ✓ Se realizó una interpolación de la serie de puntos que se mantenían alrededor de la cuenca conjuntamente con los datos de elevación
- ✓ Los resultados, se convirtieron a formato raster

b) **Factor de erodabilidad del suelo (K):** se determinó por medio de la fórmula K de la siguiente manera:

- ✓ Se realizó una extracción de las asociaciones del mapa de suelos que estaban dentro de la parte alta de la cuenca del río Guacalate, utilizando el shapefile de taxonomía de suelos de los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez (MAGA 2010 y 2013)

- ✓ A través de la información de características físicas del suelo, (contenido de limo, arena, arcilla y materia orgánica), se realizó una base de datos con la información extraída de los estudios semidetallados de suelos.
- ✓ Por medio del Nomograma de Wischmeir se le asignó valor a la estructura del suelo, para cada una de las consociaciones dentro de la cuenca.
- ✓ Se realizó una base de datos de las consociaciones, contemplando la información de textura, estructura, drenaje natural y velocidad de infiltración, para poder determinar el valor de la permeabilidad por medio del Nomograma de Wischmeir.
- ✓ Al tener todos los datos, se realizó una hoja de cálculo en la cual se determinó el valor K, con la siguiente formula:

$$K = \frac{\left((2.71 * 10^{-4})(M^{1.14})(12 - a) \right) + (4.2 * (b - 2)) + (3.2 * (c - 3))}{100}$$

Donde:

M = Factor representativo de la textura (100-%arcilla) x (%limo + arena muy fina)

a = % de materia orgánica

b = número correspondiente a la estructura según el Nomograma de Wischmeir

c = clase de permeabilidad del perfil según el Nomograma de Wischmeir

c) **Factor de longitud y gradiente de la pendiente (LS):** se determinó por medio de la herramienta N-SPECT, en base al modelo de elevación digital de la cuenca.

d) **Factor de manejo del cultivo (C):** se determinó tomando como base el mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra obtenido a partir de las ortofotos, el mapa de uso del año 2010 generado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, se realizó de la siguiente manera:

- ✓ Del raster de uso de la tierra del año 2010 se realizó la extracción de la información para la parte alta de la cuenca del río Guacalate.
- ✓ Con los valores de clasificación que fueron determinados por el MAGA, se realizó una reclasificación según la los niveles estándares que reconoce el programa N-SPECT, descritos de la siguiente forma:

Cuadro 7: Valores asignados a las categorías de uso, según la clasificación estándar reconocida por N-Spect

Valor	Nombre
2	Alta densidad poblacional
3	Baja densidad poblacional
4	Tierra cultivada
5	Pastizales
7	Bosque siempre verde
9	Matorrales
10	Zonas húmedas
16	Costa no consolidada
17	Suelo desnudo
18	Agua

e) **Factor de prácticas de control de erosión (P):** se determinó por la fase de campo, por medio de la observación y recorrido de la cuenca, a pesar de ello, este dato no fue utilizado por la herramienta de N-SPECT ya que no hace uso de esta información.

f) **Grupo hidrológico:** Se determinó el grupo hidrológico de la cuenca: utilizando la información correspondiente a: uso de la tierra de la cuenca, velocidad de infiltración y textura del suelo, la clasificación podría estar integrada por los grupos A, B, C y D, descritos a continuación.

Cuadro 8: Descripción de los grupos hidrológicos

Grupo Hidrológico del Suelo	Textura del suelo	Características
A	arena, arena arcillosa, o franco arenoso	Suelos con alta capacidad de infiltración, incluso cuando se humedece a fondo, suelos profundos, con buen drenaje o drenaje excesivamente, arena o grava. Estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua.
B	franco limoso o franco	Suelos que tienen tasas de infiltración moderadas cuando se humedece a fondo, suelos moderadamente profundos a profundos, texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas. Estos suelos tienen una tasa moderada de transmisión de agua.
C	franco arcillo arenoso	Suelos que tienen calificadores de infiltración lenta cuando se humedece a fondo y poseen una capa que impide el movimiento descendente del agua, o suelos con textura moderadamente fina a fina. Estos suelos tienen una baja tasa de transmisión de agua.

D	franco arcilloso, franco limoso, arcilla arenosa, arcilla limosa o arcilla	Suelos que tienen calificadores de infiltración muy lenta cuando se humedece a fondo, suelos arcillosos, los suelos con un nivel freático alto permanente, suelos con una de capa de arcilla en o cerca de la superficie, y los suelos poco profundos sobre materiales casi impermeable. Estos suelos tienen una tasa muy lenta de transmisión de agua.
---	--	---

g) **Información de Precipitación:** Del raster de precipitación de suelos, se realizó el corte con la delimitación de la cuenca, esta información se encontraba en milímetros, para uso del programa se tuvo que utilizar la herramienta de “*raster calculator*”, para poder convertir los datos a centímetros, debido a que *N-Spect* utiliza únicamente los datos en centímetros o pies.

h) **La capa (shapefile) de suelos:** La capa de suelos (shapefile) es indispensable ya que en ella se encuentra la información por cada una de las asociaciones de los estudios semidetallados utilizados (arena, limo, arcilla), incluyendo la información ya generada con anterioridad como los datos del factor de erodabilidad (K), y el grupo hidrológico.

Después de completar las variables, se procedió a que toda la información a utilizar, estuvieran con las mismas características para poder correr el programa *N-Spect*, esto se realizó por medio de la herramienta “*resample*”, y “*extract by mask*”, para que los raster, como el modelo de elevación digital, el uso de la tierra, precipitación en centímetros, y el raster del factor R, quedaron con la información general idéntica para que el programa lo pudiera leer, para que estuviera en el mismo sistema de coordenadas, los datos finales con los que se trabajó fueron los siguientes.

Cuadro 9: Características de los raster para utilizar en *N-Spect*

Variable	Valor
cize	30*30
top	1629131.4
left	452037.919
right	483717.919
botton	1602371.4
sistema de coordenadas	UTM zona 15

Como paso final, se ingresó la información en la interfaz N-SPECT tal como se muestra en la figura 18, esta se obtuvo por medio de la secuencia:

1. Se ingresó la información de suelos, la cual se le colocó un campo con los datos de los grupos hidrológicos y los valores para el factor K,
2. Se delimitaron las cuencas, por medio del programa (N-Spect), en esta paso se usó únicamente del modelo de elevación digital (unidades métricas), y el tamaño de la parte alta de la cuenca del río Guacalate, la cual tiene dimensiones pequeñas.
3. Se ingresó la información de precipitación, esta debe de estar en centímetros (cm), seguidamente se calculó por medio de la fórmula USLE, trabajando con un periodo anual y una precipitación tipo II, que es utilizado para Guatemala, ya que esta variante es diferente para cada país, según la tabla de tipos de precipitación que se presenta a continuación.

Cuadro 10: Clasificación de categorías por precipitación utilizadas por N-Spect

TIPO	DESCRIPCION
Tipo I y IA	Climas marítimos del Pacífico con inviernos húmedos y veranos secos. Tipo IA es la precipitación menos intensa
Tipo II	La mayor parte del país cae en esta categoría. Tipo II es el más intenso de corta duración precipitaciones
Tipo III	zonas costeras del Atlántico y el Golfo de México, donde se producen tormentas tropicales con grandes tormentas de 24 horas

4. Se corrió el programa, para que determinara las pérdidas de erosión de suelos, por medio de la fórmula USLE, los resultados obtenidos fueron: kilogramos (kg).
5. Se determinó las pérdidas por cada una de las consociaciones con el raster final de los datos de las pérdidas de suelos y la herramienta “*Zonal Statistics as table*”, esta herramienta ayudo a separar las pérdidas de suelo por consociación, así se logró obtener el volumen perdido por área específica y por el área total.

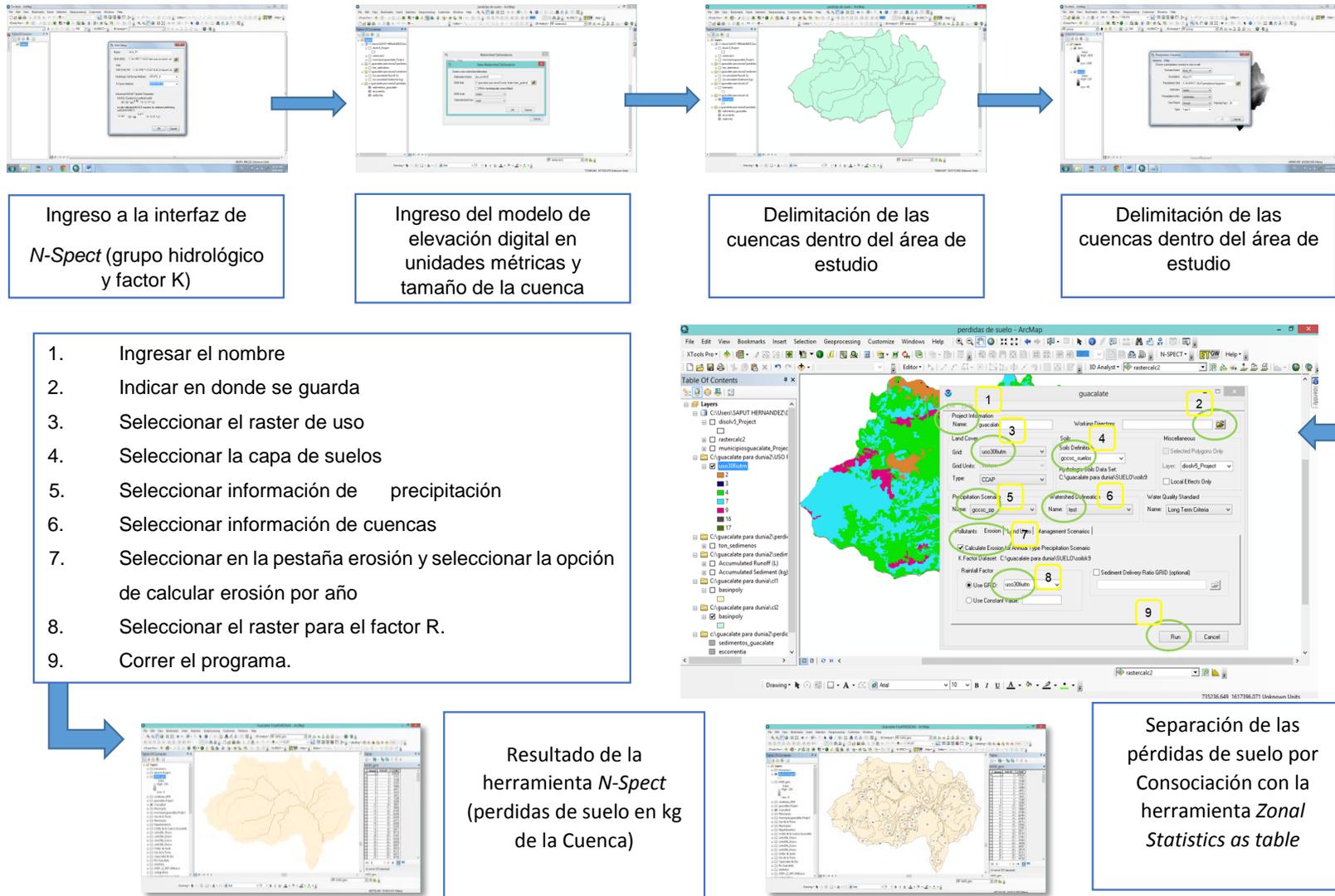


Figura 17: Ingreso de la información a la interfaz de *N-Spect*

2.4.3 Proponer técnicas para el manejo de los suelos acordes a sus condiciones naturales y sus actividades de potencial aprovechamiento:

Se realizó una Clasificación por su Capacidad de Fertilidad (FCC) de la universidad de Carolina del Norte (Buol., 1975) esta consistía en crear unidades de manejo tomando en cuenta características físicas y químicas de los suelos, incluyendo sus modificadores. La Clasificación se realizó de la siguiente manera:

A. Se realizó una base de datos, que tuviera toda la información necesaria para la clasificación, dependiendo de sus características se le asignaba una letra, que correspondía a presencia de algún modificador o alguna característica que fuera limitante para su uso.

Las letras utilizadas fueron las siguientes:

- **Tipo y Subtipo:**

S= arenoso o franco arenoso

L=<35% de arcilla

C=>35% de arcilla

- **Modificadores:**

d=suelo con régimen de humedad ústico

e=baja CIC

X=materiales amorfos

k=bajo contenido de potasio

B. Tomando todas las características anteriormente descritas se crearon grupos de manejo, en la cuenca se encontraron 30 grupos de manejo a los cuales se le aplicaron criterios para generar propuestas de manejo de uso del suelo y requerimientos técnicos que contribuyan a reducir la erosión de suelos en función de las actividades productivas y de conservación que se llevan a cabo en el área.

2.4.4 Formular lineamientos para el manejo y conservación de las clases de suelos, considerando los usos de tierras y un manejo sostenible.

Para generar una propuesta de manejo de suelos, se realizó una matriz con las características de cada uno de los grupos de manejo realizado en la clasificación por su capacidad de fertilidad mencionada anteriormente, para aplicar criterios agronómicos, económicos, y ambientales para generar y proponer lineamientos y prácticas de

conservación de suelos acorde a características de cada uno de los grupos, para darle un mejor aprovechamiento de las áreas productivas de la cuenca.

2.5 Resultados:

2.5.1 Análisis de la Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra de la parte alta de la cuenca del río Guacalate:

La parte alta de la cuenca del río Guacalate, posee una gran diversidad de cultivos tanto perennes como anuales, bosque coníferos, latifoliados y mixtos. En la cuenca la pendiente es alta, posee varios cerros; sin embargo el uso que se le da no es en su totalidad el adecuado para cada área ya que el sobre utilizar la tierra, no aplicar prácticas de conservación y la tala de árboles realizan una suma de factores que ponen en riesgo la sostenibilidad de los recursos de la cuenca siendo uno de ellos el suelo.

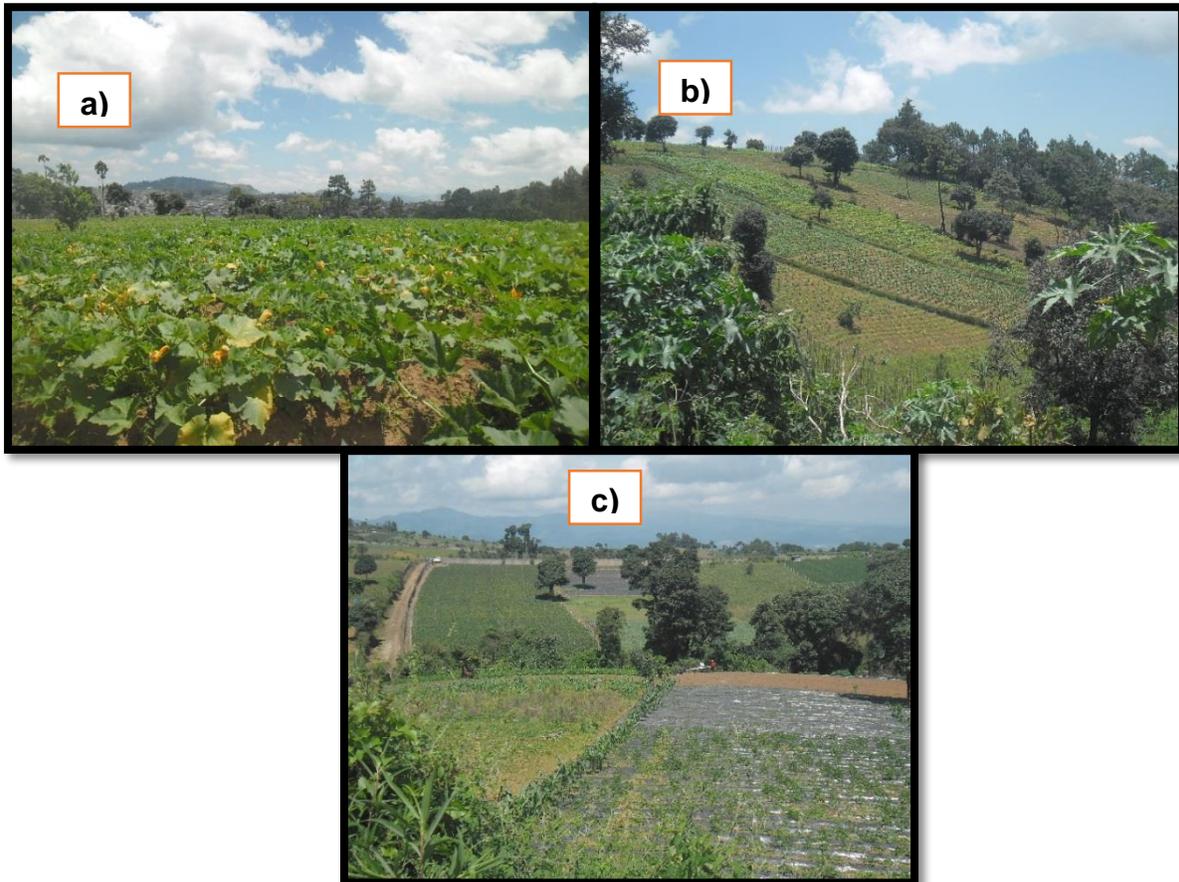


Figura 18: Representación de las formas de uso de la tierra en las áreas de la cuenca en el municipio de Sumpango Sacatepéquez

- a). Cultivo de cucúrbita en áreas planas b) cultivos anuales en pendientes ligeramente inclinadas sin conservación de suelos c) cultivos anuales con protección mulch



Figura 19: Cultivo de maíz en pendientes inclinadas en San Andrés Itzapa



Figura 20: Avance de la Frontera Agrícola en San Andrés Itzapa



Figura 21: uso de la tierra en áreas de la parte alta de la cuenca en Parramos

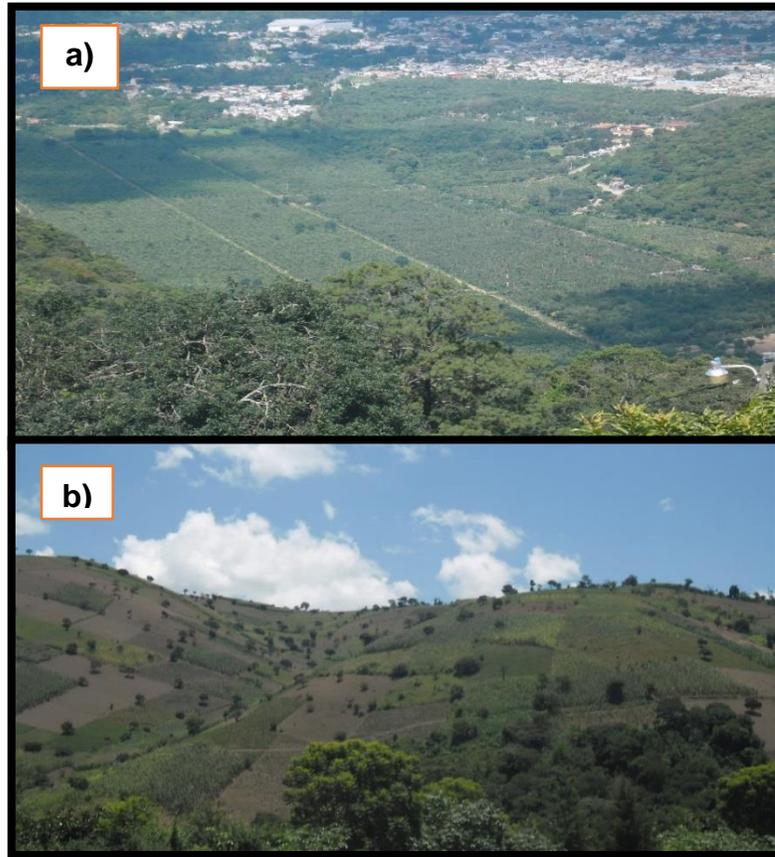


Figura 22: Uso de la tierra en áreas de Sacatepéquez

a).cultivo de tomate en Antigua Guatemala b) montaña con cultivo agrícola en Ciudad Vieja



Figura 23: Cultivo de maíz y bosque en Pastores, Sacatepéquez

A. Uso de la tierra de la parte alta de la cuenca del río Guacalate:

El uso de la tierra para la cuenca se encuentra distribuidos en seis categorías, las cuales son cultivos anuales, matorrales, bosques, centros poblados, cultivos permanentes y cuerpos de agua.

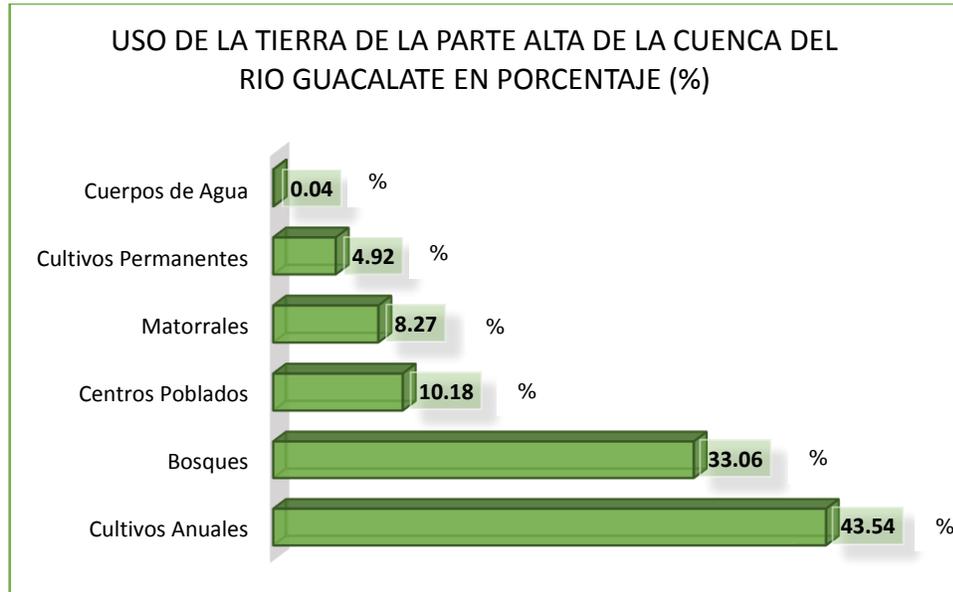


Figura 24: Representación en porcentajes del uso de la tierra de la parte alta de la cuenca del río Guacalate

La mayor concentración es la de cultivos anuales tal como se muestra en la figura 25 con un área de 43.54%, la siguiente son bosques con un 33.06% del área de estudio, centros poblados con un 10.18%, matorrales 8.27%, cultivos permanentes 4.92 % y por ultimo cuerpos de agua con un área mínima de 0.04%. (Ver figura 28).

B. Capacidad de Uso de la Tierra de la parte alta de la cuenca del río Guacalate:

El término Capacidad de Uso de la Tierra toma un papel muy importante en la conservación del suelo, esto porque al darle el uso que más soporta la tierra se impide el sobreuso de la misma, en ella se encuentran seis de las ocho categorías de capacidad de uso según USDA.

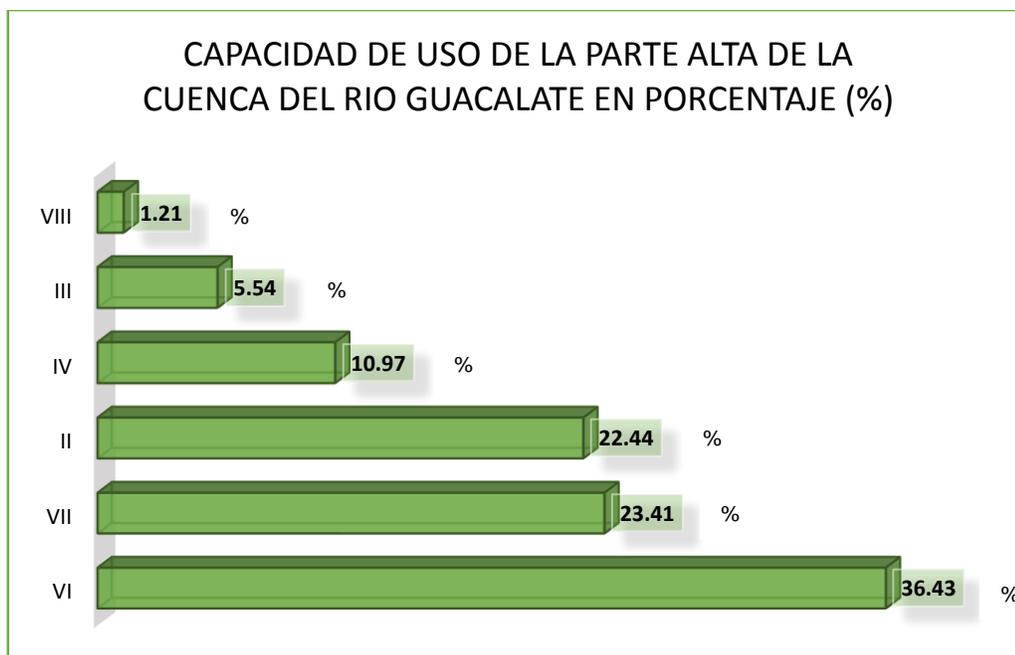


Figura 25: Representación en porcentajes de la capacidad de uso de la tierra de la parte alta de la cuenca del río Guacalate

La categoría que tiene mayor porcentaje del área de estudio tal como se muestra en la figura 26 es la clase VI (36.43%) tiene como característica que el uso es inadecuado para cultivos y limitan su uso, esta clase de capacidad de uso son apropiadas para praderas, pastizales, bosques maderables o alimento para vida silvestre y cubierta vegetal, la clase que tiene el segundo lugar en porcentaje de área es la clase VII (23.41%), ésta como características principales tiene limitaciones muy severas provocadas por erosión, pendientes muy pronunciadas y suelos superficiales, estos suelos no pueden ser utilizados para cultivos, esta clase de capacidad de uso requiere el uso para pastoreo, bosque maderable o vida silvestre, la otra categoría de alto porcentaje en la cuenca es la categoría II (22.44%), en la cual las limitaciones son pocas y las prácticas de conservación son fáciles de aplicar, estas tierras pueden ser utilizadas para cultivos agronómicos, pastos, pastoreo, entre otros. Las tierras de la clase IV (10.97%) ya tienen limitaciones severas por ejemplo restringen la elección de plantas y requieren laboreo muy cuidadoso, pueden ser utilizados para cultivos agronómicos, pastos, lotes de árboles, entre otros. Por último se tiene las dos categorías que ocupan el menor porcentaje en área siendo estas la categoría III y VIII con el 5.54% y 1.21% respectivamente, la clase III, esta tiene como características pendientes moderadamente elevadas, muy baja fertilidad del subsuelo, baja capacidad de retención de humedad y baja fertilidad, pueden ser utilizadas para cultivos agronómicos, pastos,

producción forestal, pastoreo extensivo, vida silvestre y cubierta y por último la clase VIII son las tierras que más poseen limitaciones para su uso estas son tierras que prácticamente requieren ser utilizadas para mantenimiento de hábitats de vida silvestre, protección de cuencas, recreación y conservación. (Ver figura 29)

C. Intensidad de uso de la parte alta de la cuenca del río Guacalate:

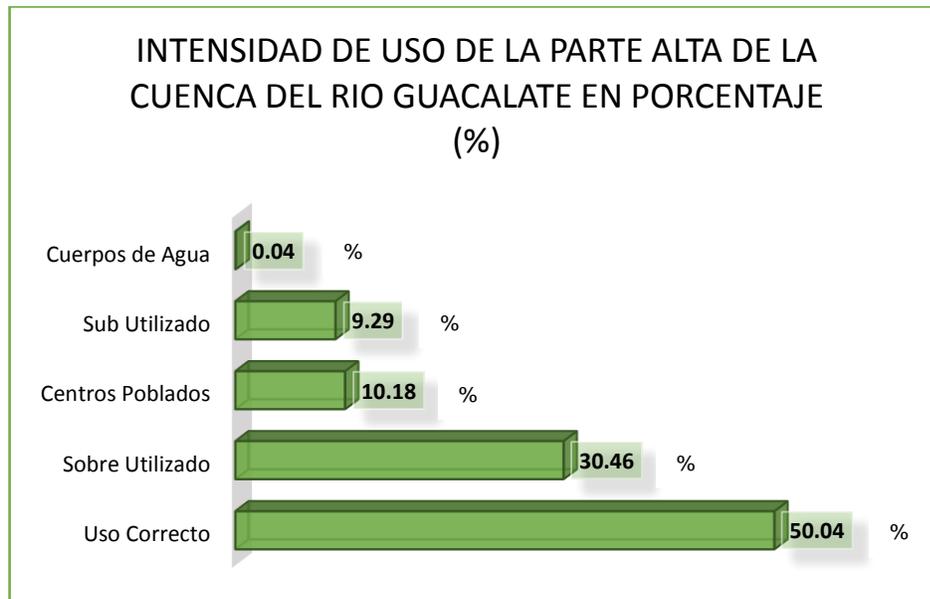
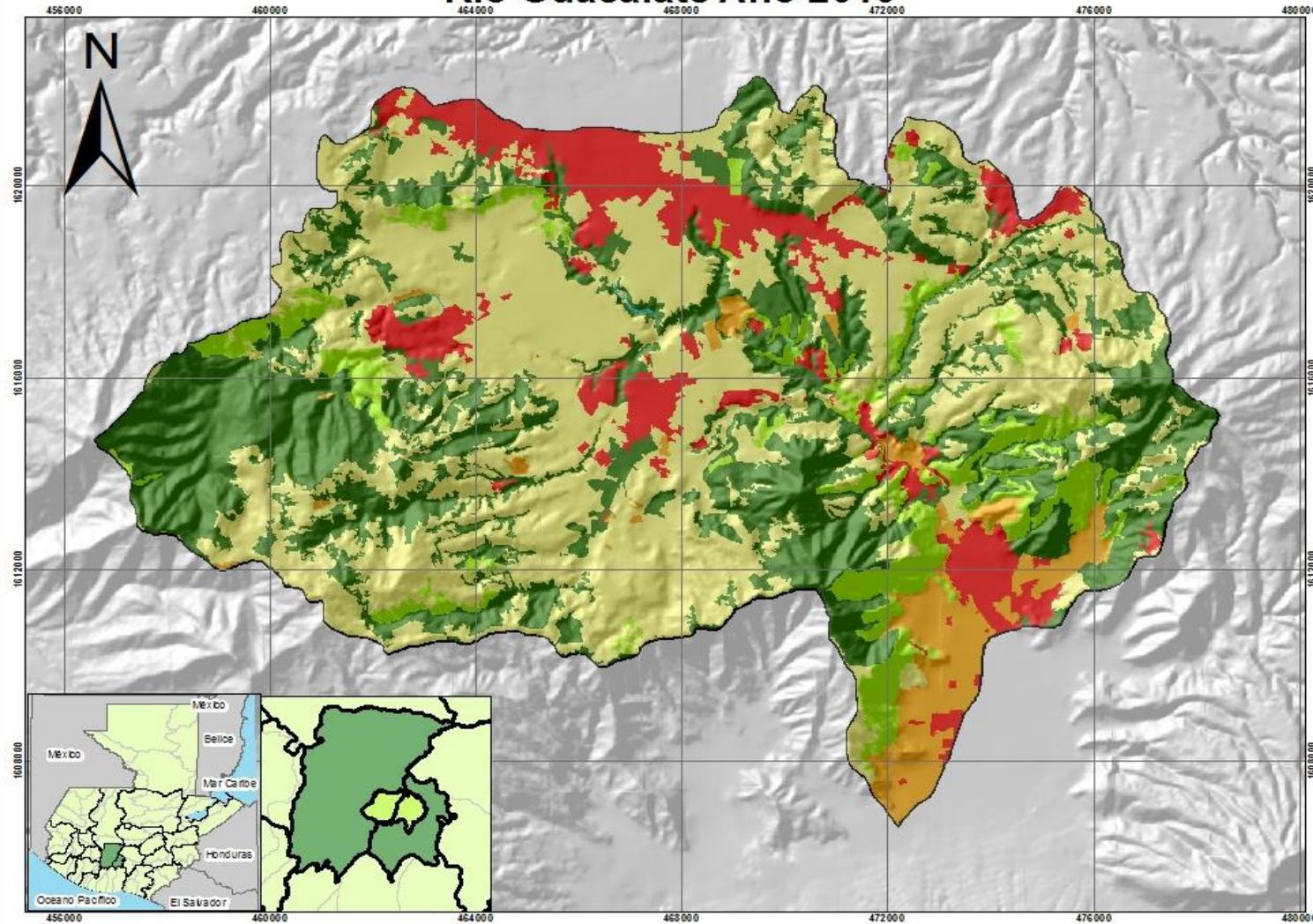


Figura 26: Representación en porcentajes de la intensidad de uso de la tierra de la parte alta de la cuenca del río Guacalate

El área completa de la cuenca comprende 19203.55 ha, en donde el 50.04% equivalente a 9608.55 hectáreas son de uso correcto, las áreas sobre utilizadas (áreas que tienen un uso mayor al que soporta) corresponde a 30.46% que son 5849.37 ha. Aunque el área de estudio también cuenta con un 9.29% que equivale a 1783.70 ha de subutilizado, el área complementaria se encuentra clasificado en centros poblados y cuerpos de agua con 10.18% y 0.04% respectivamente. (Ver figura 30)

Mapa de Uso de la Tierra de la Parte Alta de la Cuenca del Río Guacalate Año 2010



Leyenda

Uso de la Tierra	ha	%
Cultivos Anuales	8361.02	43.54
Bosques	6348.82	33.06
Centros Poblados	1955.10	10.18
Matorrales	1587.78	8.27
Cultivos Permanentes	943.99	4.92
Cuerpos de Agua	6.83	0.04
TOTAL	19203.55	100.00

Sistema de Coordenadas: GTM
Proyeccion: Transverse Mercator
Datum: WGS-1984
Unidades lineales: Metros
Fuente: Base de Datos
Mapa de Cobertura Vegetal y
Uso de la Tierra (inedito)
Escala de generacion 1:50,000
Escala de impresion 1:100,000



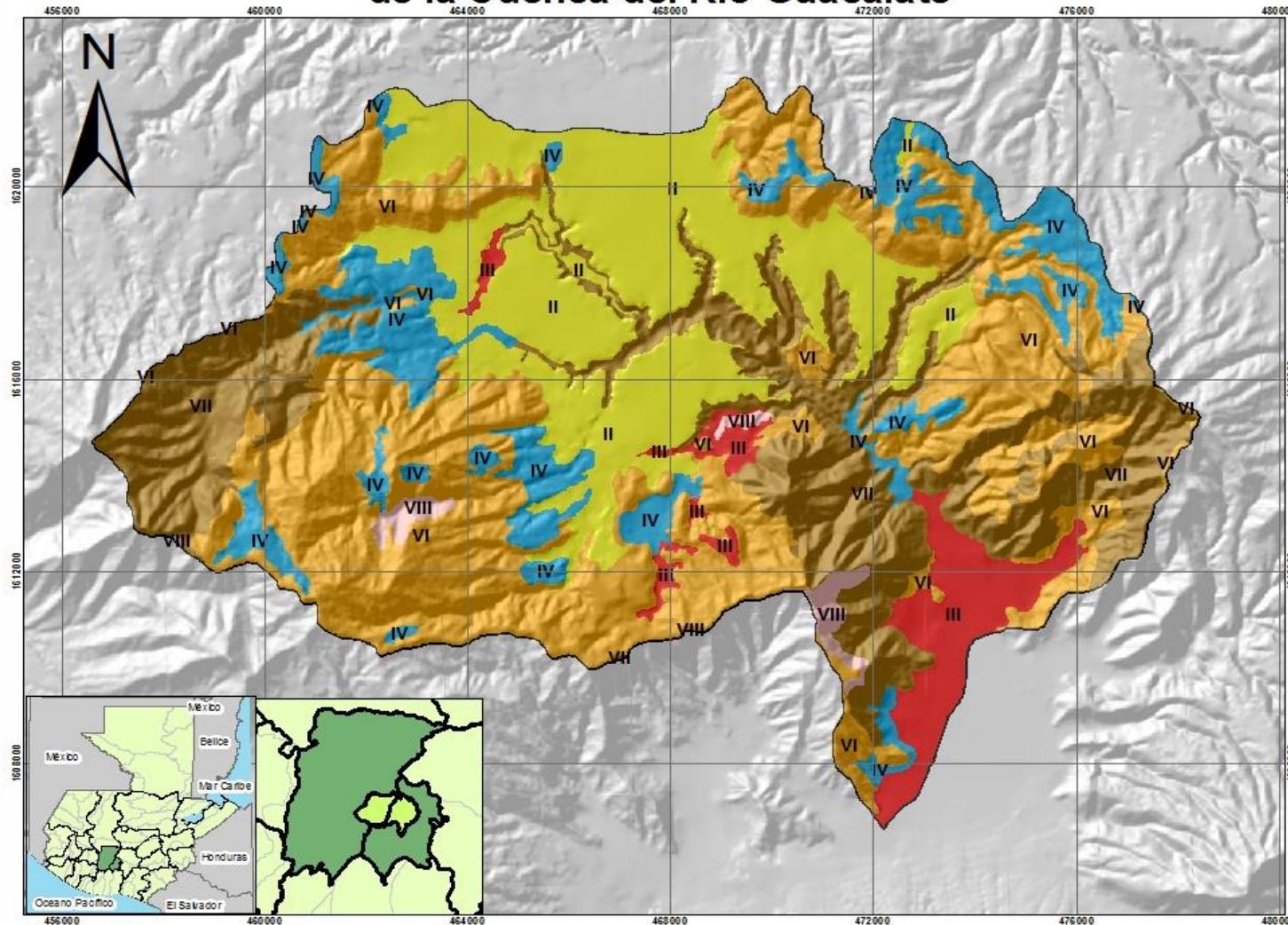
1:100,000



Ministerio de Agricultura Ganaderia y Alimentación -MAGA-
Universidad de San Carlos de Guatemala USAC
Facultad de Agronomía FAUSAC

Elaborado por:
 Claudia Cecilia Saput Coj
 Octubre 2014

Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra de la Parte Alta de la Cuenca del Rio Guacalate



Leyenda

CAPACIDAD DE USO	ha	%
II	4308.87	22.44
III	1063.73	5.54
IV	2107.22	10.97
VI	6995.99	36.43
VII	4496.17	23.41
VIII	231.57	1.21
TOTAL	19203.55	100.00

Sistema de Coordenadas: GTM
Proyeccion: Transverse Mercator
Datum: WGS-1984
Unidades lineales: Metros
Fuente: Base de Datos
Estudio Semidetallado de Suelos de los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez
UPGGR -MAGA - 2010
DIGEGR -MAGA - 2013
Escala de generacion 1:50,000
Escala de impresion 1:100,000



1:100,000

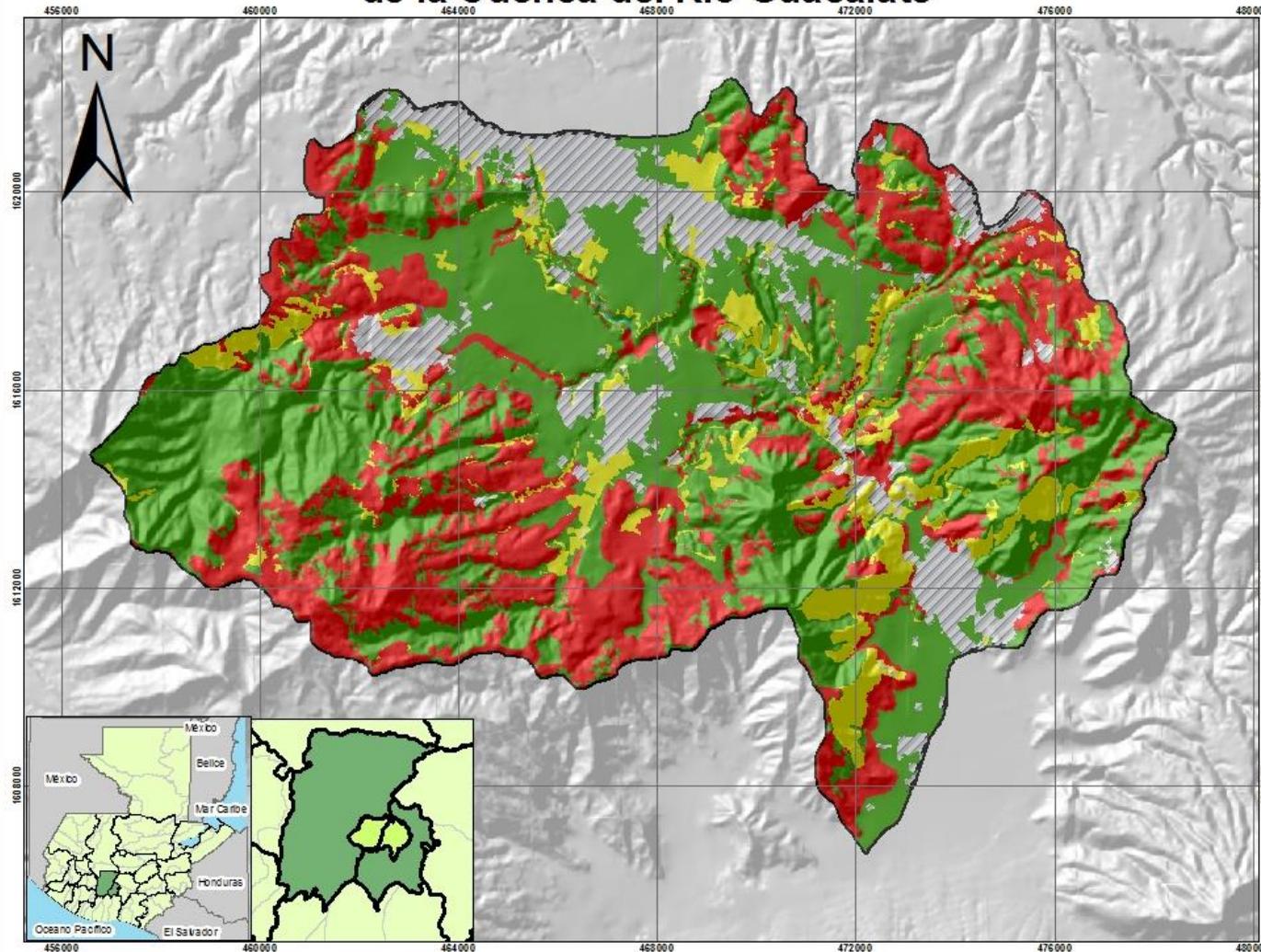




Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA-
Universidad de San Carlos de Guatemala USAC
Facultad de Agronomía FAUSAC

Elaborado por:
 Claudia Cecilia Saput Coj
 Octubre 2014

Mapa de Intensidad de Uso de la Tierra de la Parte Alta de la Cuenca del Rio Guacalate



Leyenda

Intensidad de Uso	ha	%
Uso Correcto	9608.55	50.04
Sobre Utilizado	5849.37	30.46
Centros Poblados	1955.10	10.18
Sub Utilizado	1783.70	9.29
Cuerpos de Agua	6.83	0.04
TOTALES	19203.55	100.00

Sistema de Coordenadas: GTM
Proyeccion: Transverse Mercator
Datum: WGS-1984
Unidades lineales: Metros
Fuente: Base de Datos
Estudio Semidetallado de Suelos de los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez
UPGGR -MAGA - 2010
DIGEGR -MAGA - 2013
Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra (inedito)
Escala de generacion 1:50,000
Escala de impresion 1:100,000



1:100,000



Ministerio de Agricultura Ganaderia y Alimentacion -MAGA-
 Universidad de San Carlos de Guatemala USAC
 Facultad de Agronomia FAUSAC

Elaborado por:
 Claudia Cecilia Saput Coj
 Octubre 2014

2.5.2 Análisis de la Situación de la parte alta de la cuenca del río Guacalate:

Para conocer como es la situación de la parte alta de la cuenca del río Guacalate se realizó una recopilación de la historia sobre proyectos que intervinieron en la conservación de suelos, asimismo conocer que es lo que piensan en la actualidad los pobladores del área, sin dejar atrás cuales son los planes de los extensionistas, saber si ellos conocen y manejan el tema de la conservación de suelos y así conocer cuáles son las actividades que se realizan en la actualidad para disminuir las pérdidas de suelos.

A. Antecedentes:

En la parte alta de la cuenca del río Guacalate, desde años pasados se ha tenido mucho interés para la conservación de los recursos naturales, es por ello que se han presentado a lo largo de los años varios proyectos con el objetivo de empoderamiento de tecnología que contribuya a la reducción de la erosión por escorrentía superficial, instruir, capacitar y generar conciencia ambiental a los beneficiarios; además de mejorar los niveles de infiltración del agua de lluvia así como proteger, retener y conservar el suelo.

Los proyectos tomaron en cuenta áreas dentro de la parte alta de la cuenca del río Guacalate porque es un área prioritaria en cuanto a los servicios ecosistémicos que brinda; eso la convirtió en área de acción del programa; además de ser una cuenca prioritaria en el tema de la vulnerabilidad ambiental. También se tomó en cuenta el grado de degradación que presenta, debido al avance de la frontera agrícola y la topografía del área, uno de los objetivos primordiales era evitar la inundación de la ciudad de Antigua Guatemala.

La importancia de esta cuenca es por su gran diversidad biológica en cuanto especies de flora, fauna, abastecimiento de agua a poblaciones que se encuentran en Chimaltenango, Sacatepéquez y Escuintla. Presenta alta vulnerabilidad, es por eso la importancia de su conservación debido al turismo, por el patrimonio cultural del área especialmente Antigua Guatemala, además por la forma y longitud de la cuenca tiene un historial de desastres asociados a fenómenos naturales, lo cual ha ocasionado pérdidas económicas e infraestructura.

a. Plan de Desarrollo del Altiplano (PDA):

El más antiguo es el programa Plan de Desarrollo del Altiplano (PDA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA este nació en 1944 a través del MAGA con recursos que provenían del exterior, este proyecto terminó en el año 1996.

El Proyecto Plan de Desarrollo del Altiplano del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA funcionaba por medio de un coordinador, técnicos y promotores agrícolas (peritos agrónomos). Este proyecto estuvo financiado por el gobierno central ejecutado por el Ministerio de Agricultura. La forma en la que funcionaba el proyecto era por medio de visitas domiciliarias en donde se ubicara áreas con erosión, se socializaba con los agricultores y se les daba asesoría para realizar las prácticas de conservación de suelos. Al final las prácticas las realizaban los beneficiados ya capacitados junto con los trabajadores y se les facilitaba asistencia técnica. Las prácticas de conservación que se realizaban eran las acequias de ladera, diques de contención y empalizadas, pozos de infiltración, curvas a nivel, curvas en contorno, terrazas individuales, barreras vivas, barreras muertas, aljibes, desviación de canales, entre otros. El pago de estas prácticas era por área y cada una tenía diferente precio por ejemplo tenía un precio más elevado realizar terrazas y el precio menos elevado era la realización de barreras vivas. La preferencia a estas prácticas fue debido a que las áreas son muy pronunciadas, también tenía una dependencia del cultivo que tenía establecido agricultor y que estas prácticas ayudan a retener sedimentos y que el agua no tome velocidad. Los beneficios en la implementación de este proyecto fueron para toda la cuenca, ya que se elaboraron varias estructuras, eso tuvo un impacto positivo lo que hizo una gran reducción de las pérdidas de suelo por erosión, además de que se mencionan aproximadamente 5000 beneficiarios directos, los cuales vieron el resultados al conservar el suelo y así reducir costos en la compra de fertilizantes. Las principales adversidades fueron falta de educación agrícola, por cuestión cultural, debido a que la población no quería cambiar su forma de cultivar al tener una metodología heredada, además el aspecto económico no era constante, empezó a disminuir el dinero a un grado que se terminara el presupuesto del Ministerio de Agricultura. El motivo de que no siguiera el proyecto fue que cerraron varias instituciones entre ellas DIGESA, BANDESA, DIGESEPE como parte de una política de gobierno en el año 1996.

b. Incentivos por conservación de suelos de la Unidad Especial de Ejecución de Desarrollo Integral de Cuencas Hidrográficas (UEEDICH)

Este proyecto de incentivos por conservación de suelos surgió de la necesidad de reducir la erosión por escorrentía superficial en áreas utilizadas para cultivos con pendientes pronunciadas, la vida de este proyecto fue del año 2008 al 2010

La forma en la que funcionaba este proyecto de incentivos por conservación de suelos era que se ubicaban terrenos desprovistos de cobertura forestal y que el uso actual era para cultivos sin ningún tipo de práctica de conservación de suelos los cuales se encontraban en laderas. Se socializaba con el propietario del terreno la intención de trabajar conservación de suelos. Al dar la anuencia de trabajar prácticas de conservación, se capacitaba a los propietarios sobre qué es una cuenca, la importancia de conservarla, sobre la práctica directa de conservación de suelos pudiendo ser, acequias de infiltración, barreras vivas, curvas a nivel, acequias de infiltración con barrera viva la preferencia de estas prácticas era porque se ajustaban a las características de la topografía y el terreno. Después de la capacitación los propietarios realizaban la estructura de conservación de su terreno, la cual supervisaban en etapa inicial (cuando trazaban) una segunda visita (cuando plantaban la barrera viva) y una última visita de campo para medir el número de metros lineales. Este proyecto fue financiado según asignación realizada a la UEEDICH ahora Jefatura de Cuencas del MAGA. La remuneración económica que se otorgaba era de Q. 330/cuerda.

Los beneficios que se obtuvieron con el proyecto fue la modificación de cambio de conducta ya que son prácticas que los antepasados realizaban y lo más importante, quedaban convencidos porque ellos mismos veían que se perdía menos suelo y tenían un ingreso económico por la venta de la barrera viva cuando era flor y cuando era pasto lo utilizaban para sus animales. Aproximadamente 1500 fueron los beneficiarios directos, los cuales observaron los buenos resultados quienes continuaron implementando dichas prácticas aun después de finalizado el proyecto, puesto que perdían menos suelo, e invertían menos recursos económicos en fertilizantes. La principal adversidad de este proyecto fue la falta de credibilidad institucional.

c. El Programa de Apoyo a la Reconversión Productiva y Agro alimentaría –PARPA

El Programa de Apoyo a la Reconversión Productiva y Agro alimentaría –PARPA- y Programa Piloto de Apoyos Forestales Directos –PPAFD- nació como una actividad específica dentro de los Planes Operativos Anuales de conservación de bosques y fuentes de agua, ubicados en zonas estratégicas de captación y regulación hidrológica, como requisito previo al pago anual de los incentivos forestales que otorgaba el programa; este proyecto tuvo una vida de nueve años, en el periodo de del 2002 al 2010.

El proyecto del Programa de Apoyo a la Reconversión Productiva y Agro alimentaría – PARPA- y Programa Piloto de Apoyos Forestales Directos –PPAFD- funcionaba de tal forma que el enfoque era la conservación de bosques naturales y fuentes de agua, en tierras de propiedad privada, municipal y comunitaria. De tal manera que todos los bosques comunales o astilleros municipales de Sacatepéquez gozaban de incentivos. Se pagaba un monto de Q 450.00/ha equivalente a 55 US\$ con la conversión de esos año/ hectárea. Cada propietario titular del proyecto presentaba su plan de trabajo anual, detallando en el mismo las actividades a desarrollar relacionadas con la conservación de suelos y aguas. Este proyecto estuvo financiado por un préstamo del BID y contrapartida nacional, administrado por el MAGA y ejecutado por el PARPA. La ejecución del proyecto se realizaba a partir de la existencia de una oficina administrativa central que coordinaba otros componentes más a parte del Componente PPAFD- El PPAFD tenía una gerencia administrativa y 2 oficinas regionales:

- Región del Altiplano Central la cual tenía sede en Chimaltenango.
- Región del Occidente del país, con sede en Quetzaltenango.

En cada oficina existía un delegado regional, una secretaria y 4 técnicos quienes supervisaban en campo la ejecución de las actividades. El pago del incentivo se realizaba a través de un desembolso anual, previo dictamen técnico de cumplimiento de actividades de conservación de bosques, suelo y agua. Las prácticas de conservación que se realizaban eran pozos de infiltración, barreras vivas y recuperación de áreas degradadas y sin cobertura a través de la plantación de árboles de especies forestales de usos múltiples, estas prácticas se realizaban debido a que eran más fáciles de realizar y de un menor costo, debido a que el monto del incentivo no alcanzaba para mayores trabajos, aun así no se tenía un monto

específico de pago a cada actividad porque aparte de la conservación de suelos se ejecutaban otras actividades productivas y de reforestación entre otras.

Los beneficios que se obtuvieron en la implementación de este proyecto fueron que se adquirió y mejoró la conciencia ambiental de algunos beneficiarios directos ya que el programa incluía un componente de educación ambiental; además la ejecución directa de prácticas de conservación de suelos que contribuyeron a reducir los niveles de escorrentía superficial; minimizar la pérdida de suelo y mejorar por lo tanto los niveles de almacenamiento, captación y regulación hidrológica de fuentes de agua; además de 200 beneficiarios directos, los cuales adquirieron cultura y conciencia ambiental.

La principal adversidad del proyecto fue la falta de presupuesto para ampliarse a nuevas áreas, y el retraso en los pagos por falta de contrapartida nacional. Según se mencionó el motivo por el cual no se siguiera adelante con el proyecto fue que finalizó el contrato de préstamo entre el gobierno de Guatemala y el Banco Interamericano de Desarrollo BID.

B. Situación Actual:

Para establecerla, se entrevistó a dieciocho extensionistas de los doce municipios que se encuentran dentro del área de estudio. Según la información proporcionada por los extensionistas sobre el uso actual de la tierra en los municipios las especies forestales de preferencia son: pino, ciprés, eucalipto, gravilea, aliso, ilamo, roble blanco, sabino, encino. Los cultivos que siembran en el área son:

- **Chimaltenango:** granos básicos y hortalizas (tomate, chile, ejote, güicoy)
- **Parramos:** granos básicos y hortalizas (ejote, güicoy)
- **San Andrés Itzapa:** granos básicos y hortalizas (brócoli, coliflor, remolacha)
- **El Tejar:** granos básicos, aguacate y hortalizas (tomate y chile pimiento)
- **Sumpango:** granos básicos, ejote, arveja, tomate, chile pimiento
- **Antigua Guatemala:** granos básicos, café, níspero
- **San Bartolomé Milpas Altas:** Granos básicos, pera durazno, aguacate, café y hortalizas
- **Santiago Sacatepéquez:** zanahoria, lechuga, repollo, arveja, chipilín, bledo, apio, güicoy, entre otros.

- **Santa Catarina Barahona:** plantas nativas (chipilín, amaranto, quilete, tomillo, bledo), café, granos básicos, hortalizas (rábano, tomate, jocote)
- **Jocotenango:** café, aguacate, granos básicos, plantas nativas (chipilín, macuy, acelga, cilantro), hortalizas (pepino, cebolla)
- **Pastores:** granos básicos y café
- **Ciudad Vieja:** granos básicos, tomate, chile, café, camote.

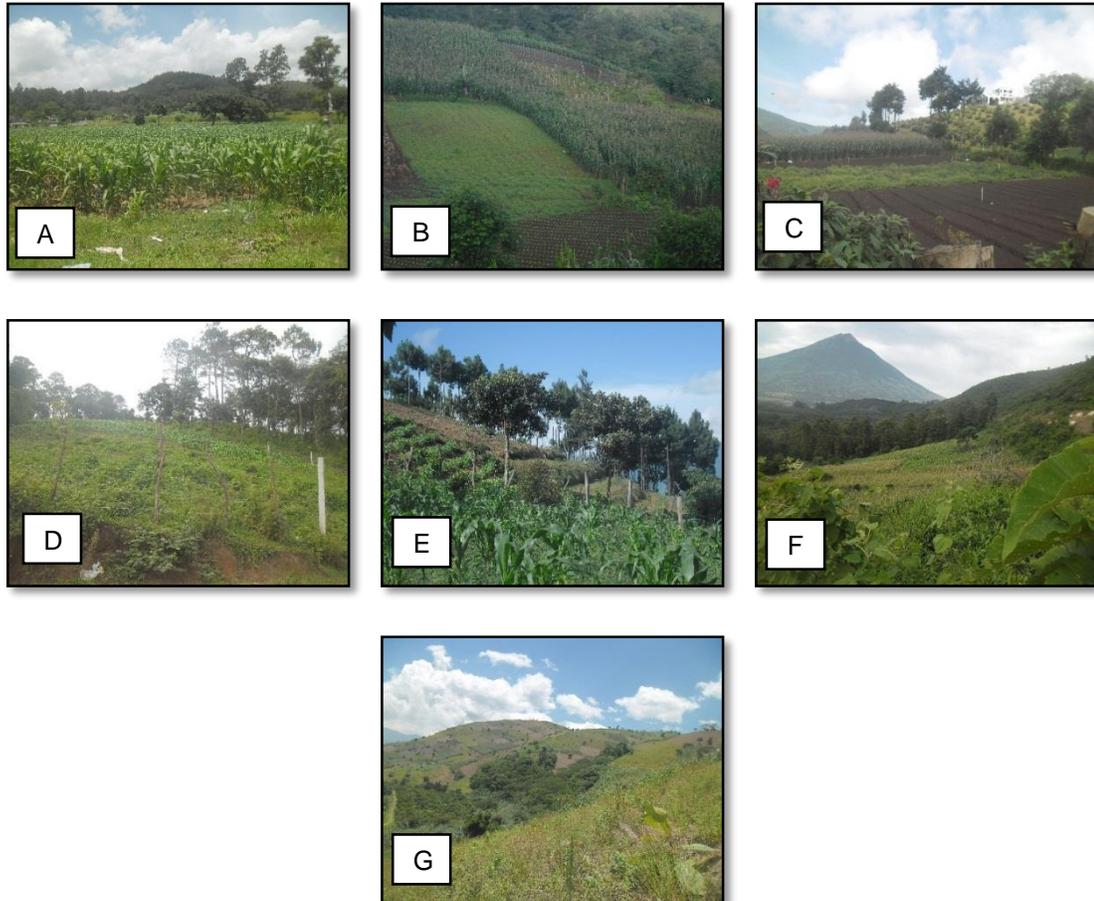


Figura 30: cultivos encontrados en la parte alta de la cuenca del río Guacalate

- a). Cultivo de maíz en Chimaltenango b) cultivo de maíz en pendiente moderada en Parramos c) cultivo de maíz, aguacate y mora en San Andrés Itzapa d) cultivo de maíz en pendiente inclinada en El Tejar e) aguacate en terrazas en Sumpango f) cultivo de maíz en Pastores g) cultivo de maíz junto a arbustos en Ciudad Vieja

La conservación de suelos es un tema el cual debe de tener un interés tanto en las autoridades como de los propietarios de las tierras, esto con el objetivo de tener un esfuerzo mutuo para conservar el suelo de la parte alta de la cuenca del río Guacalate.

Por eso es importante conocer, si los pobladores de la cuenca tienen interés en conservarla, empezando por conocer que es la erosión de los suelos ya que esta puede afectar tanto económica como ambientalmente.

Según datos obtenidos el 61% de los entrevistados (11 personas) concuerdan en que si tienen de interés de parte de los Centros de Aprendizaje para el Desarrollo Rural (CADER) para conservar el suelo aplicando prácticas de conservación sin embargo son muy pocas personas, el 39% (7 personas) informan que las familias con las cuales trabajan no han comentado nada sobre los temas de conservación y erosión de suelos.

Cuadro 11: Resultados de la entrevista sobre el interés de los CADER para realizar prácticas de conservación de suelos

Los CADER tienen interés en realizar prácticas de conservación de suelos																		TOTAL	%	
No. Extensionistas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			18
No			x	x	x							x		x	x			x	7	39
Si	x	x				x	x	x	x	x	x		x			x	x		11	61
Total																		18	100	

El 83% de los extensionistas (15 personas), concuerdan en que los comunitarios realizan prácticas de conservación de suelos en los municipios; aunque las realizan en extensiones de media a cuatro cuerdas (40*40 m) equivalente a 0.05 – 0.4 Ha, sin embargo en algunos casos se reportan hasta 0.9 Ha.

Cuadro 12: Resultados de la entrevista sobre si los comunitarios realizan prácticas de conservación de suelos

Los comunitarios realizan prácticas de conservación de suelos																		TOTAL	%	
No. Extensionistas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			18
Si	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x	x	x	15	83
no												x		x	x				3	17
Total																		18	100	

Las prácticas de conservación que comúnmente se realizan en los municipios son las siguientes:

- Terrazas
- Barreras vivas
- Barreras muertas
- Curvas a nivel
- Acequias de ladera
- Aplicación de materia orgánica

Dentro de las prácticas que más se realizan en las áreas visitadas se encontraban las barreras muertas, barreras vivas, terrazas y acequias; el motivo de la preferencia por estas prácticas de conservación de suelo, era por la facilidad para realizarlas, desconocimiento de otras prácticas, la economía, y las prácticas se adaptaban mejor a la pendiente del terreno.

La pérdida de suelos, están asociadas a las características del origen y composición de los mismos suelos, por ejemplo: el contenido de arcilla, limo y arena ya que esto determinara si los suelos son de texturas gruesas, finas o medias, y por ello es que el 17% de los entrevistados (3 personas), concuerda que algunos pobladores toman en cuenta las características de los suelos para asociarlas con prácticas de conservación de suelos; algunos pobladores asocian estas características de una forma indirecta cuando ven que se “lava el suelo”, también algunos tienen experiencia para poder identificar la textura del suelo y así conocerlos mejor para saber si se va a dar el desprendimiento de partículas u otras diferencias que se pueden establecer de forma visual.

Cuadro 13: Resultados de la entrevista sobre el asocio de prácticas de conservación de suelo con las características del mismo

Los agricultores asocian las prácticas de conservación de suelos con características de suelo																		TOTAL	%	
No. Extensionistas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			18
Si		x			x						x								3	17
no	x		x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	X	15	83
Pocas Personas																				0
Total																		18	100	

La pendiente es un factor importante para la conservación de suelos, ya que si es fuerte las condiciones son favorables para perder suelo, por lo que las prácticas deberían estar relacionadas con ella, al momento de cultivar en áreas con pendiente.

Según la información de los extensionistas el 61% (11 personas) menciona que los agricultores toman en cuenta la pendiente al momento de establecer sus cultivos; según lo reportado por los entrevistados la manera de trabajarlas es con un nivel tipo "A" y en otros casos se realiza "al ojo" porque los surcos para sembrar ya están trazados para que cada año se realice en el mismo lugar.

Cuadro 14: Resultados de la entrevista sobre el uso de la pendiente para realizar las siembras

Los agricultores toman en cuenta la pendiente para realizar sus siembras																		TOTAL	%	
No. Extensionistas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			18
Si	x		x	x	x	x					x	x	x	x		x		x	11	61
no		x							x	x					x		x		5	28
Pocas Personas							x	x											2	11
Total																		18	100	

La pendiente va de la mano con las curvas a nivel debido que cuando se tienen terrenos con pendiente alta y uso agrícola es recomendable realizar esta práctica de conservación, en la parte alta de la cuenca del río Guacalate el 39% (7 personas) de los entrevistados aseguran que los pobladores si las realizan, sin embargo los que las realizan son muy pocos. Es aquí en la cual se puede detectar un problema, que se tiene en la población de la cuenca porque si toman en cuenta la pendiente, a pesar de esto son pocas las personas que tienen un interés en proteger el suelo en especial para realizar prácticas de conservación y reducen las pérdidas de suelo por erosión.

Cuadro 15: Resultados de la entrevista sobre la realización de curvas a nivel

Los agricultores realizan curvas a nivel																		TOTAL	%	
No. Extensionistas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			18
Si																			0	0
no	x		x		x	x	x					x	x	x	x	x		x	11	61
Pocas Personas		x		x				x	x	x	x							x	7	39
Total																		18	100	

Un factor importante en las áreas rurales, es el cambio de visión en la manera de cultivar, debido que se hace un proceso muy difícil cambiar la forma de pensar de los pobladores ya que ellos están acostumbrados a trasladar conocimientos de generación en generación y especialmente a transmitir practicas ancestrales, ya que siembran únicamente “de la manera como el abuelo lo hizo”; sin embargo en algunos lugares se preocupan y realizan una rotación de cultivos, el asocio de cultivos (maíz, frijol, algunas veces una cucúrbita), aplicación de materia orgánica, incorporación de desechos del maíz (rastrajo) en el suelo a lo que ellos llaman “alimentar el suelo”.

Un dato importante es que según los agricultores de 100 personas por lo menos 5 entierran los residuos de la cosecha.

Del recorrido realizado en el área de estudio, la entrevista realizada a los pobladores de la cuenca da a conocer la falta de información que ellos poseen sobre la conservación de suelos, ya que desconocen su concepto y su uso, la erosión del suelo la conocen como el término se “lava el suelo”, a pesar de que si se encuentran personas que conocen esta información hay muchas personas que desconocen en su totalidad el tema de erosión y conservación, personas en las cuales tienen cárcavas en sus terrenos por la corrientes efímeras de los ríos, sin embargo siguen cultivando sin implementar ninguna practica de conservación y no conocen él porque del fenómeno erosivo.



Figura 31: Cultivo de repollo con cárcavas debido a la erosión de suelos

También se encontraron varios agricultores los cuales realizan sus siembras en las orillas de los ríos, saben que cada año pierden una porción de su terreno, sin mencionar que en época lluviosa cuando el río sube su nivel, las cosechas quedan debajo de ella, aun así no realizan nada para conservar el suelo en el cual producen.



Figura 32: cultivo de maíz, a las orillas del río sin prácticas de conservación de suelos

De las 40 agricultores que se entrevistaron, el 22.5% equivalente a 9 personas conocían cuales son las prácticas de conservación de suelos y su función para evitar todos los efectos negativos que la erosión posee; sin embargo únicamente el 12.5% del total equivalente a 5 personas las realizaban en sus terrenos, los demás agricultores no tenían el conocimiento del proceso erosivo, ni que eran las prácticas de conservación de suelos.



Figura 33: Entrevistas realizadas a los agricultores en la parte alta de la cuenca del Río Guacalate

En El Rejón ubicado en Sumpango Sacatepéquez, existe una asociación de aproximadamente 87 beneficiarios del fidecomiso del Fondo de Tierras (Fontierras), los cuales compraron tierras en el año 2005 por una cantidad de cuatro millones de quetzales, esta asociación tiene como objetivo principal el desarrollo por medio de la agricultura, los suelos son trabajados por mujeres y niños aplicando prácticas de conservación de suelos dentro de las cuales figuran zanjas para que detenga el agua (acequias), incorporación de materia orgánica y curvas a nivel, barreras vivas en lugares donde hay mucha pendiente. Con anterioridad tenían curvas a nivel junto con barreras vivas (zacatón) pero atrae muchos roedores (taltuza) por lo cual dejaron de implementarla. La práctica ancestral que se realizaba, era principalmente la transmisión de cultura agrícola heredada, la cual es realizar los surcos de una manera empírica “al ojo”. Otra práctica ancestral importante es la incorporación de rastrojos por lo cual no se realizaban quemas y fertilizaban con materia orgánica, esto se dio en los años cuarenta. En la actualidad utilizan la tela mulch para proteger, la división de los terrenos entre propietario y otro colocan arbustos y zacatón lo cual también sirve como barreras vivas en el lugar.



Figura 34 áreas cultivadas con maíz administradas por la asociación El Rejón en Sumpango Sacatepéquez

El área denominada Camotales en Sumpango Sacatepéquez es un área plana, en la cual siembran hortalizas y muy poco maíz, los agricultores conocen cuales son las prácticas de conservación de suelos; sin embargo no las ejecutan, en principio por pendientes ligeramente planas de 0 a 7%, sin embargo se denota la falta de interés de los pobladores, ya que los cultivos son intensivos y la aplicación de fertilizantes químicos es extremo. A

pesar de ello, son pocos los agricultores que realizan una rotación mínima, ya que después de varios años de cultivar tomate y chile pimiento, un año siembran maíz y frijol ya que para los agricultores “el frijol libera los males de la tierra” así restaurándola para el siguiente año, en donde siguen sembrando lo acostumbrado.



Figura 35: áreas cultivadas con maíz, tomate, chile pimiento en Los Camotales Sumpango Sacatepéquez

En Parramos, se encontró a varios agricultores los cuales no queman el rastrojo, sino lo incorporan al suelo práctica a la que llaman “la tierra tiene que comer”. Entre lo dicho por los pobladores mencionaron que tal vez un 0.5% de la población realizan prácticas de conservación de suelos y que hace unos 15 años, si se realizan con más frecuencia la barreras vivas sembrando zacatón, pero los mismos pobladores llegaron a la conclusión de que se pierde mucho terreno el cual pueden utilizar para producir más y es por ello que en la actualidad ya no las realizan.

En San Andrés Itzapa, siendo el municipio en el cual una de sus principales actividades económicas es la agricultura, se encuentran más prácticas de conservación de suelos con respecto a los demás municipios que están dentro de la parte alta de la cuenca del río Guacalate; sin embargo a los pobladores no les atrae las prácticas combinadas como curvas a nivel con barreras vivas (zacatón), ya que como se mencionó anteriormente llama taltuzas y otros animales considerados como plagas. En Lugares como Panimaquin, Chimachoy, Chicasanga existen varias parcelas en las cuales sus propietarios conocen la importancia

de realizar las prácticas de conservación de suelos. También se hace mención que aproximadamente hace 20 años se realizaban las prácticas pero que las dejaron de hacer por varios motivos en los cuales se pueden mencionar, la cultura agrícola heredada, se pierde terreno para cultivar, llama roedores, entre otros. En este municipio existen personas que se interesan por conservar el suelo, se han capacitado y estudiado, aplicado lo que les enseñaron los proyectos que se tuvieron años anteriores debido a que se dieron cuenta que no se pierde el suelo al realizarlas y siguen realizando las prácticas a pesar de que ya no tienen la asistencia técnica que tenían en años anteriores; otras personas que tienen cultivos agrícolas aplican abono orgánico y siembran en forma de cadena (tresbolillo) en lugares con pendientes altas.

Después del recorrido de campo, las entrevistas realizadas ofrecen información sobre la situación actual de la cuenca, por ejemplo que existen prácticas de conservación y personas interesadas en realizarlas, sin embargo la cantidad de prácticas y personas no es significativa comparada al total de área y habitantes de la cuenca.

Es importante conocer, que sí existe el interés de conservar el suelo aunque en un bajo porcentaje de los pobladores; sin embargo estos pueden servir de ejemplo a sus vecinos realizando las prácticas de conservación de suelos correctamente para inculcar la costumbre de conservar el suelo y evitar la pérdida de los mismos por erosión.

Se encontraron 30 lugares en los cuales las prácticas de conservación de suelos son evidentes, dentro de la cuenca, los lugares específicos se muestran en el cuadro No. 16 con la descripción de ubicación y que practica se realiza. Del recorrido, que se realizó, se ubicaron con coordenadas los lugares en los cuales se realizaba alguna práctica de conservación y/o se tenía alguna estructura de conservación. Para que el análisis sea más objetivo se realizó una medición de las áreas en las que se tenía prácticas de conservación lo cual hizo una sumatoria de 37.66 ha, lo cual es equivalente a 0.2% del área total de la cuenca.

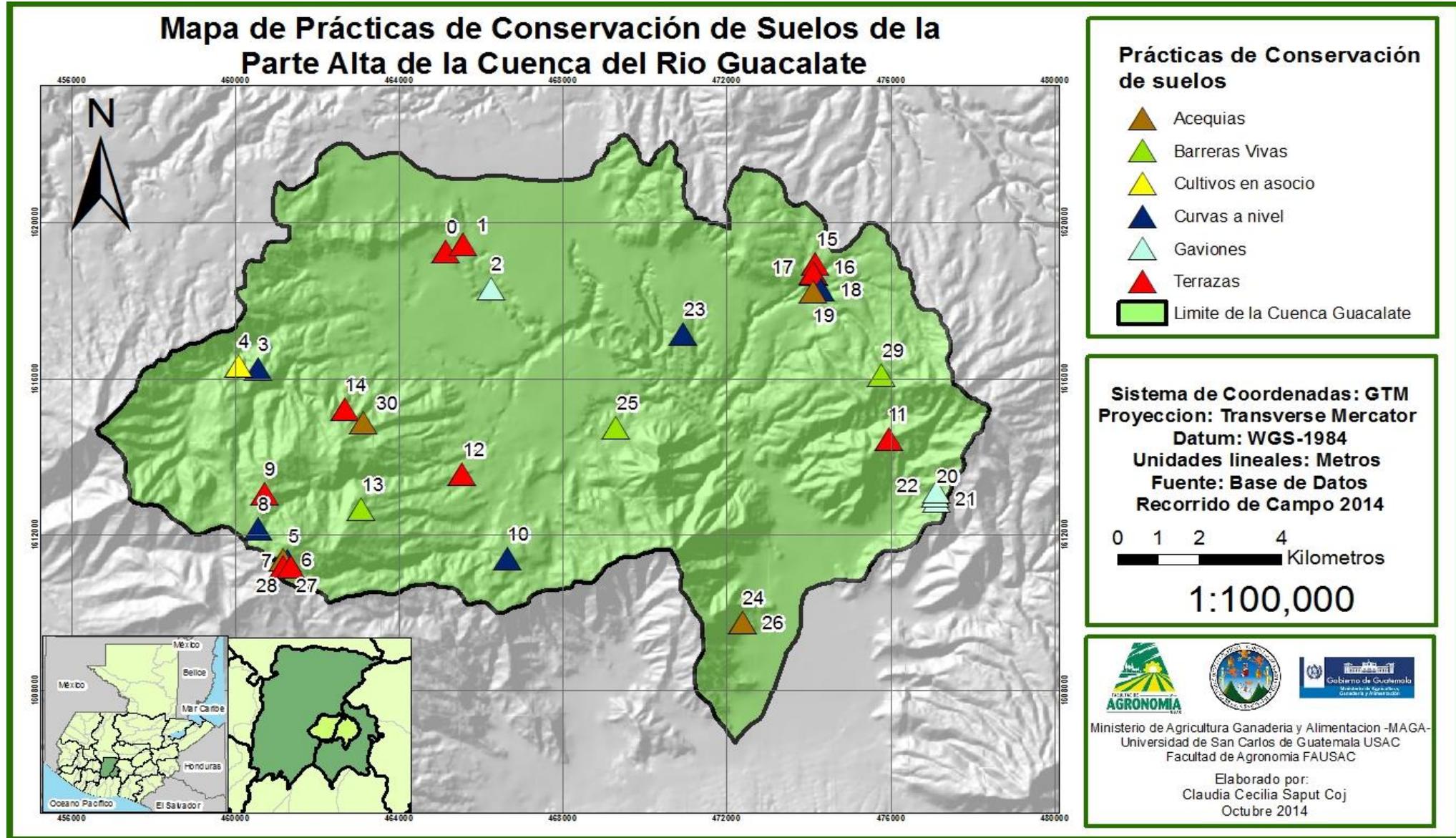
C. Prácticas de Conservación de suelo encontradas en la Cuenca:

Del caminamiento realizado en las áreas de la parte alta de la cuenca del río Guacalate, se encontraron terrenos en las cuales se realizaban practicas o estructuras de conservación

de suelos, estas se encontraron en áreas agrícolas, alrededor de ríos y en los cascos urbanos utilizados principalmente para evitar el deslizamiento de carreteras.

Cuadro 16: Prácticas de conservación de suelos encontradas en la parte alta de la cuenca del río Guacalate

No.	Coordenadas GTM		Ubicación		Práctica de Conservación de Suelos
	X	Y	Departamento	Municipio	
0	734419	1620043	Chimaltenango	Chimaltenango	Terrazas
1	734844	1620219		Chimaltenango	Terrazas
2	735540	1619087		El Tejar	Gaviones en carretera
3	729857	1616967		San Andrés Itzapa	Curvas a nivel
4	729381	1617033		San Andrés Itzapa	Cultivos en asocio
5	730643	1612059		San Andrés Itzapa	Curvas a nivel
6	730525	1612077		San Andrés Itzapa	Acequias
7	730723	1611910		San Andrés Itzapa	Terrazas
8	729910	1612870		San Andrés Itzapa	Curvas a nivel
9	730066	1613762		San Andrés Itzapa	Terrazas
10	736006	1612174	Parramos	Curvas a nivel	
11	745275	1615329	Sacatepéquez	Jocotenango	Terrazas
12	734875	1614332	Chimaltenango	Parramos	Terrazas
13	732428	1613395		Parramos	Barreras Vivas
14	731993	1615968	San Andrés Itzapa	Terrazas	
15	743450	1619828	Sacatepéquez	Sumpango Sacatepéquez	Terrazas
16	743418	1619565		Sumpango Sacatepéquez	Curvas a nivel
17	743380	1619585		Sumpango Sacatepéquez	Terrazas
18	743586	1619151		Sumpango Sacatepéquez	Curvas a nivel
19	743390	1619101		Sumpango Sacatepéquez	Acequias
20	746461	1613766		Antigua Guatemala	Gaviones en camino
21	746450	1613891		Antigua Guatemala	Gaviones en camino
22	746467	1614013		Antigua Guatemala	Gaviones en camino
23	740238	1617982		Pastores	Curvas a nivel
24	741765	1610595		Antigua Guatemala	Acequias
25	738618	1615562	Pastores	Barreras Vivas	
26	741777	1610591	Antigua Guatemala	Acequias	
27	730525	1611897	Chimaltenango	San Andrés Itzapa	Terrazas
28	730723	1611910		San Andrés Itzapa	Terrazas
29	745093	1616988	Sacatepéquez	Sumpango Sacatepéquez	Barreras Vivas
30	732435	1615626	Chimaltenango	San Andrés Itzapa	Acequias

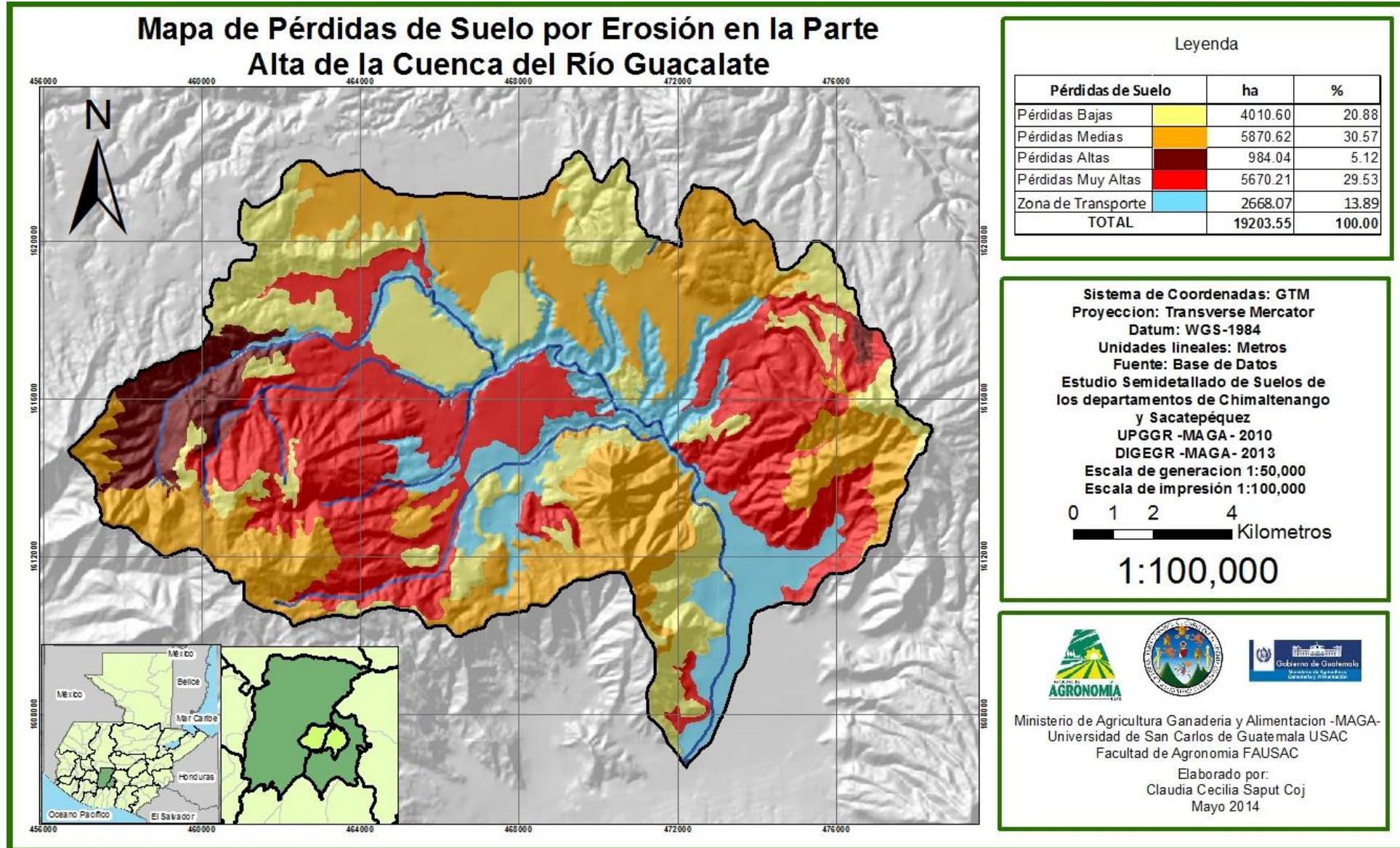


2.5.3 Cálculo de la pérdida de suelo por medio de la ecuación USLE:

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica (USLE) es utilizada mundialmente, con el objetivo de poder determinar la pérdida de suelo, en un área específica. Con la ayuda de los sistemas de información geográfica se intenta facilitar este proceso, es por ello que N-spect es una opción para calcular las pérdidas de erosión con esta metodología. En la parte alta de la cuenca del río Guacalate las prácticas de conservación de suelos no se implementan en su totalidad, el área en la que si se implementan es insignificativa, a esta situación le sumamos las pendientes altas y el uso inadecuado de áreas que están en capacidad para ser utilizadas forestalmente obtenemos una suma de factores que incrementan las pérdidas de suelo. Para determinar la clasificación taxonómica de suelos, en los estudios semidetallados de suelos de los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez se realizó la clasificación de unidades cartográficas de suelos, las cuales son nombradas por consociaciones, dentro de la parte alta de la cuenca del río Guacalate se encuentran, 65 polígonos, estos pertenecen a 31 consociaciones, las cuales se muestran en la figura 40A. Las pérdidas de suelos de la parte alta de la cuenca del río Guacalate es grande, esto por los factores anteriormente mencionados, las pérdidas totales de la cuenca es de 1,057,760.75 toneladas de suelos por año, estas se detallan por cada consociación en el cuadro número 22A, también se presenta las pérdidas en toneladas por hectárea y la lámina en milímetros. Para tener una visión más grande de como se distribuyen las pérdidas de suelo, se generó una clasificación, para ubicar la zona de transporte, la cual en datos cuantitativos no fueron tomados en cuenta en la suma total de pérdidas de suelo de la cuenca esto por ser zonas de transporte, debido a que los sedimentos, son por transportación del cauce del río, además estos pueden tener procedencia de otras cuencas, como se puede observar en la figura 38.

Cuadro 17: Clasificación de pérdidas de erosión de suelos

Pérdidas de Suelo	Rangos de láminas de perdidas	Km2	ha	%	Promedio de pérdidas en Ton/ha/año
Pérdidas Bajas	0-2 mm/año	40.11	4010.60	20.88	0.95
Pérdidas Medias	2-5 mm/año	58.71	5870.62	30.57	3.56
Pérdidas Altas	5-7 mm/año	9.84	984.04	5.12	5.90
Pérdidas Muy Altas	>7 mm/año	56.70	5670.21	29.53	15.07
Zona de Transporte		26.68	2668.07	13.89	0.00
TOTAL		192.04	19203.55	100.00	



En el mapa de pérdidas de suelo por erosión en la parte alta de la cuenca del río Guacalate (Figura 38), se observa que las áreas en donde se tienen las mayores cantidades de pérdidas de suelo, estas se pueden observar de color rojo, se puede observar donde está la zona de transporte en la cual se ve hacia donde es el arrastre de partículas y sedimentos de los ríos. Estas pérdidas fueron clasificadas por polígonos denominadas como consociaciones, cada una posee diferentes características físicas, químicas, su capacidad, uso de la tierra incluyendo el clima y topografía, todo esto hace que cada consociación tenga diferentes cantidades de pérdidas, las cuales se muestran en cuadro No. 18.

Cuadro 18: Pérdidas de Suelo por polígonos de las consociaciones de la parte alta de la cuenca del río Guacalate

No. Consociación	Nombre de la Consociación	Área en ha	Pérdidas de suelo por Consociación toneladas métricas
1	Consociación Parramos	1679.49	209771
2	Consociación Xeparquiy	1478.7	198478.78
3	Consociación El Tejar	2468.43	126484.02
4	Consociación El Rejón	808.02	91415.7
5	Consociación Jocotenango	1482.03	80988.55
6	Consociación Los Pinos	1894.93	71772.4
7	Consociación Pacorral	936.61	62415
8	Consociación Pachitur	619.35	59760.82
9	Consociación Bola de Oro	511.82	41280.91
10	Consociación Las Flores	672.66	21237.7
11	Consociación Miramar	867.5	17141.9
12	Consociación Chicasanga	370.26	15641.01
13	Consociación Las Lomas	678.76	13547.4
14	Consociación Parrojas	338.49	13294.74
15	Consociación Ciénaga Grande	517.67	8738.86
16	Consociación El Tizate	204.84	5624.72
17	Consociación Buena Vista	237.15	4865.36
18	Consociación Santiago Zamora	70.29	4393.84
19	Consociación Milpas Altas	97.2	4376.02
20	Consociación Parijuyú	90.81	2435.71
21	Consociación Guachipilín	142.08	2166.96
22	Consociación Magdalena	173.33	826.63
23	Consociación San Luis	26.01	506.05
24	Consociación Río Itzapa	30.33	376.38
25	Consociación Cerro Monterrico	138.95	220.29
26	zona de transporte	2667.87	
TOTALES		19203.58	1057760.75

2.5.4 Grupos de Manejo

Las unidades de manejo fueron agrupadas utilizando la metodología Soil Fertility Capability Classification (FCC), metodología que fue propuesta por Buol et al, (1975) para poder evaluar la fertilidad de los suelos. Estos grupos se componen por letras, la primera letra mayúscula se refiere al tipo y subtipo, este depende del tipo del suelo y sus contenidos de arcillas y arenas, las letras minúsculas hace referencia a algún modificador presente en el área los cuales se detallan en el cuadro número 19, variables requeridas para esta metodología.

Cuadro 19: Características relevantes para la Clasificación de suelo por su capacidad de fertilidad

TIPO (0-20 cm)	SUBTIPO (20-50 cm)	MODIFICADORES
S= arenoso o franco arenoso L=<35% de arcilla C=>35% de arcilla	S= arenoso o franco arenoso L=<35% de arcilla C=>35% de arcilla	<ul style="list-style-type: none"> • d=suelo con régimen de humedad ústico • e=baja CIC • x=materiales amorfos • k=bajo contenido de potasio • h=pH entre 5 y 6 • b=pH mayor a 7.3

Al realizar la clasificación de los 65 polígonos de las consociaciones, se redujo a 30 unidades de manejo, las cuales se detallan en el cuadro 20 con el área en km² y hectáreas cada uno de estos grupos se diferencian por la presencia de sus modificadores y la pendiente, debido que la pendiente es importante para poder dar un lineamiento para alguna práctica de conservación de suelos, juntamente con las características de los suelos.

Cuadro 20: Clasificación de unidades de manejo, con áreas y porcentajes

Código de la Unidad	No. Grupo de Manejo	Grupo de Manejo	SUPERFICIE		
			km2	ha	%
Sdexk	1	Sdexk(0 - 7%)	167.96	1679.59	8.75
	2	Sdexk(25 - 50%)	9.74	97.35	0.51
Sdhxk	3	Sdhxk(7 - 25%)	13.65	136.50	0.71
	4	Sdhxk(25 - 50%)	110.00	1100.01	5.73
Sdxkb	5	Sdxkb(7 - 25%)	6.71	67.15	0.35
	6	Sdxkb(25 - 50%)	13.74	137.45	0.72
Sdhk	7	Sdhk(0 - 7%)	266.91	2669.10	13.90
	8	Sdhk(7 - 25%)	4.71	47.14	0.25
	9	Sdhk(25 - 50%)	149.46	1494.56	7.78

Sdxk	10	Sdxk(0 - 7%)	6.05	60.47	0.31
	11	Sdxk(7 - 25%)	26.95	269.46	1.40
	12	Sdxk(25 - 50%)	29.22	292.16	1.52
Sdk	13	Sdk(0 - 7%)	4.35	43.53	0.23
	14	Sdk(7 - 25%)	64.83	648.34	3.38
	15	Sdk(25 - 50%)	82.23	822.34	4.28
	16	Sdk(50 - 75%)	4.34	43.41	0.23
	17	Sdk(>75%)	2.61	26.10	0.14
	18	Sdx(25 - 50%)	80.82	808.22	4.21
Sd	19	Sd(0 - 7%)	81.43	814.26	4.24
	20	Sd(25 - 50%)	68.59	685.87	3.57
Ldhxk	21	Ldhxk(7 - 25%)	8.25	82.49	0.43
	22	Ldhxk(25 - 50%)	53.76	537.62	2.80
Ldb	23	Ldb(50 - 75%)	14.08	140.79	0.73
Ldh	24	Ldh(50 - 75%)	93.65	936.52	4.88
Ldk	25	Ldk(25 - 50%)	104.81	1048.08	5.46
	26	Ldk(50 - 75%)	149.12	1491.21	7.77
Ld	27	Ld(50 - 75%)	184.54	1845.39	9.61
Cdhk	28	Cdhk(7 - 25%)	63.34	633.38	3.30
	29	Cdhk(25 - 50%)	2.84	28.38	0.15
Cdk	30	Cdk(25 - 50%)	51.67	516.67	2.69
			1920.36	19203.55	100.00

- Grupo 1:

Sdexk (0 - 7%), esta unidad se localiza en la consociación Parramos presenta los suelos Typic Haplustolls, se encuentra específicamente en los lugares de granjas Valenciana, Rosa, Campo Experimental ICTA del municipio de El Tejar; Parque Nacional Los Aposentos, labor San Cristóbal, residenciales Valle del Sol del municipio de Chimaltenango, labor Villa Panchita del municipio de San Andrés Itzapa; El Llano, Nuevo San Luis, labores Casa Blanca, Norcafé, fincas Buena Vista, Chitaburuy y casco urbano del municipio de Parramos. Estas tierras corresponden a la capacidad de uso clase II, se encuentra en el paisaje altiplano hidrovulcánico (MAGA 2010). La zona de Vida es Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. La parte ubicada en el altiplano presenta áreas planas con pendientes que varían de 0% a 3% con un drenaje natural bien drenado. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada

es hídrica laminar de grado ligero, donde se reportan las texturas francas, estos suelos poseen varios modificadores en los que se pueden mencionar que tiene un bajo contenido de potasio, régimen de humedad ústico, una baja capacidad de intercambio catiónico y la presencia de materiales amorfos.

- Grupo 2:

Sdexk (25 - 50%), esta unidad se localiza en la consociación Parijuyu, esta presenta los suelos Andic Humustepts, se encuentra en Parijuyu del municipio de Santa Catarina Barahona, estas tierras están en capacidad de uso clase VI, se encuentran en el paisaje según (MAGA 2010) en montaña volcano erosional. La zona de Vida es Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. Presenta pendientes que varían de 25% a 50% con un drenaje natural moderado. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica en surcos de grado moderado, donde se reportan las texturas franco arenosas, estos suelos poseen varios modificadores en los que se pueden mencionar que tiene un bajo contenido de potasio, régimen de humedad ústico, baja capacidad de intercambio catiónico y la presencia de materiales amorfos.

- Grupo 3:

Sdhxk (7 - 25%), esta unidad se localiza en la consociación Chicasanga, presenta los suelos Vitric Haplustands, se ubica específicamente en Chitaburuy, Paraxaj, Xecajagualten del municipio de Parramos, estas tierras están en capacidad de uso clase IV, esta unidad se encuentra en el paisaje montaña volcano erosional (MAGA 2010). La zona de vida es Bosque muy Húmedo Montano Bajo Subtropical, presenta pendientes de 7% a 25% con drenaje natural bien drenado. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, se reportan texturas arenosas francas, estos suelos poseen varios modificadores en los que se pueden mencionar que tiene un bajo contenido de potasio, régimen de humedad ústico, presencia de materiales amorfos, el pH es ácido en un rango de 5.0 a 6.0.

- Grupo 4:

Sdhxk (25 - 50%), se encuentra ubicada en una parte de la montaña El Soco, Chicasanga, San Diego Chimachoy, Chimachoy, Cerro Alto y Semococ en el municipio de San Andrés Itzapa; Papilof, El Pajal del municipio de Parramos; Chutzac del municipio de Santa Catarina

Barahona, esta unidad, posee las mismas características que el grupo 3, Sdhxk (7 – 25%), descrita anteriormente debido que también forma parte de la Consociación Chicasanga, la diferencia se encuentra en el porcentaje de pendiente es más alto posee pendientes de 25 a 50%, y la capacidad de uso corresponde a las clases IV, VI, VII.

- Grupo 5:

Sdxkb (7 - 25%), esta unidad se localiza en la consociación El Tizate, presenta los suelos Typic Durustepts, se ubica específicamente en la colonia El Tizate en el municipio de Pastores, estas tierras están a capacidad de uso clase IV, se encuentra en montaña volcánico erosional con pendientes de 7% a 25% con un drenaje natural bien drenado (MAGA 2010). Se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, donde se reportan texturas franco arenosas, poseen un régimen de humedad ústico, tienen un bajo contenido de potasio, presentan material compactado y materiales amorfos por los cuales reaccionan fuerte a la prueba de NaF, tienen bajo contenido de potasio y poseen problemas de alcalinidad, por lo que el pH es igual o mayor a 7.5.

- Grupo 6:

Sdxkb (25 - 50%), se encuentra ubicada en Panancho, San Luis las Carretas, finca El molino del municipio de Pastores, esta unidad, posee las mismas características que el grupo 5, Sdxkb (25 – 50%), descrita anteriormente debido que también forma parte de la Consociación El Tizate, la diferencia se encuentra en el porcentaje de pendiente es más alto, posee pendientes de 25 a 50%, y su capacidad de uso es clase VI.

- Grupo 7:

Sdhk (0 - 7%), esta unidad se localiza en la consociación El Tejar, presenta los suelos Typic Haplustolls, se ubica específicamente en Granja El Vergel, Finca San Fernando, Fabrica de Hilados, Socobal, Colonia La Floresta del municipio de Chimaltenango; La Alameda, El Esfuerzo, Granja Monte Bello, Granja Camino Real, Granja Santa Ana, Finca El Progreso, Plan de Rosales del municipio de El Tejar; Bosques del Tejar, Quintas de Tejar, Los Camotales del municipio de Sumpango; Fincas El Paraíso, La Cumbre, El Bosque, Pueblo Viejo del municipio de Parramos, estas tierras están a capacidad de uso clase II, se

encuentra en el altiplano hidrovulcánico (MAGA 2010), esta presenta pendientes de 0 a 3% principalmente y algunas partes que pueden llegar hasta 7% de pendiente, posee un drenaje natural bien drenado. Se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, donde se reportan texturas francas, poseen un pH de fuertemente ácido a ligeramente ácido correspondiente a 5.0 hasta 6.0, con bajo contenido de potasio, régimen de humedad ústico.

- Grupo 8:

Sdhk (7 - 25%), esta unidad se localiza en la consociación Xeparquiy presenta los suelos Humic Haplustands, se ubica específicamente en Panimaquin y unas áreas de Xeparquiy en el municipio de San Andrés Itzapa, estas tierras están a capacidad de uso clase IV esta se encuentra en el paisaje de montaña volcano erosional (MAGA 2010), esta presenta pendientes de 7 a 25%, posee un drenaje natural excesivo. Se encuentra en dos zonas de vida que son Bosque Húmedo y muy Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, se reportan texturas franco arenosas poseen un pH de fuertemente ácido a ligeramente ácido correspondiente de 5.0 hasta 6.0, con bajo contenido de potasio, régimen de humedad ústico.

- Grupo 9:

Sdhk (25 - 50%), esta unidad se localiza en la consociación Xeparquiy y una pequeña parte en la consociación El Tejar, específicamente en Papalabaj, El Tumbador, Panimaquin, Xeparquiy del municipio de San Andrés Itzapa; Parrojas, Chirijuyu, Chicorona, Pampay del municipio de Parramos; San Lorenzo El Tejar del municipio de Parramos, estas tierras se encuentran en su capacidad de uso clase VI, esta se encuentra en las montaña volcano erosional en su mayor parte, y una pequeña área dentro del altiplano hidrovulcánico (MAGA 2010), esta unidad presenta pendientes de 25 a 50%, posee un drenaje natural excesivo. Se encuentra en dos zonas de vida que son Bosque Húmedo y muy Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, donde se reportan texturas franco arenosas y francas, poseen un pH de fuertemente ácido a ligeramente ácido

correspondiente a 5.0 hasta 6.0, con bajo contenido de potasio, régimen de humedad ústico. La consociación Xeparqui y presenta los suelos Humic Haplustands y la consociación El Tejar presenta suelos Typic Haplustolls.

- Grupo 10:

Sdxk (0 - 7%), esta unidad comprende la consociación Pastores, presenta los suelos Fluventic Haplustolls, se ubican específicamente de la carretera de matute hacia San Luis Carretas en el municipio de Pastores, estas tierras están en capacidad de uso IV, se encuentran en el paisaje de montaña volcano erosional, estas áreas tienen pendientes de 0 a 7%. Posee un drenaje natural bien drenado (MAGA 2010). Se encuentra en las zonas de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, donde se reportan las texturas franco arenosas poseen un régimen de humedad ústico, tienen un bajo contenido de potasio, y son suelos que reaccionan fuertemente a la prueba de NaF, indicando la presencia de materiales amorfos.

- Grupo 11:

Sdxk (7 - 25%), esta unidad se encuentra en áreas pequeñas en cuatro municipios distintos ellas se diferencian en paisaje y tipo de suelo. Se encuentra Labor Villa Juanita en el municipio de Chimaltenango, Finca San José Calderas del municipio de Parramos, Finca Retana en el municipio de Antigua Guatemala y Balneario Medina en Ciudad Vieja; estos lugares se encuentran en los paisajes Altiplano hidrovolcánico, Montaña Volcano erosional y Piedemonte hidrovolcánico respectivamente. Poseen pendientes de 7 a 25%. Posee un drenaje natural bien drenado y pocas áreas con moderado (MAGA 2010). Se encuentra en las zonas de vida Bosque Húmedo y muy Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, donde se reportan las texturas franco arenosas y arenosas francas, poseen un régimen de humedad ústico, tienen un bajo contenido de potasio, y son suelos que reaccionan fuertemente a la prueba de NaF, indicando la presencia de materiales amorfos. El tipo de suelo que se encuentra en el área para la consociación Villa Juanita es Typic Haplustands, la consociación Parrojas tiene suelos tipo

Dystric Haplustepts y la consociación Santiago Zamora presenta suelos Cumullic Haplustolls.

- Grupo 12:

Sdxk (25 - 50%), esta unidad comprende dos consociaciones Parrojas ubicada en Panimaquin, San Diego Chimachoy, Chimachoy y Chicasanga del municipio de San Andrés Itzapa estas tierras se encuentran a su capacidad de uso es clase IV y VI y la consociación Milpas Altas ubicada en Patzite en el municipio de Pastores; Chutzac en el municipio de Santa Catarina Barahona; estas tierras tienen su capacidad de uso clase VI, se encuentran en el paisaje Montaña Volcano erosional. Poseen pendientes de 25 a 50%. Posee un drenaje natural bien drenado (MAGA 2010). Se encuentra en las zonas de vida Bosque Húmedo y muy Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, se reportan las texturas franco arenosas, poseen un régimen de humedad ústico, tienen un bajo contenido de potasio y son suelos que reaccionan fuertemente a la prueba de NaF, indicando la presencia de materiales amorfos. El tipo de suelo que se encuentra en el área para la consociación Parrojas es Dystric Haplustepts y la consociación Milpas Altas presenta suelos Humic Haplustands.

- Grupo 13:

Sdk (0 - 7%), esta unidad se localiza en la consociación Río San Luis el tipo de suelo encontrado es Vitrandic Humustepts, se ubica específicamente en labor agrícola Norcafé en el municipio de Parramos; río Paso de San Luis en el municipio de Pastores; la capacidad de uso en la que se encuentran estas tierras es de clase III, se encuentra en la montaña volcano erosional (MAGA 2010). La zona de vida es Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, presenta pendientes desde 0% a 7% se encuentra en el paisaje de altiplano hidrovulcánico, tiene drenaje natural bien drenado. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero con texturas francas, estas áreas tienen régimen de humedad ústico y poseen bajo contenido de potasio.

- Grupo 14:

Sdk (7 - 25%), esta unidad se localiza en las consociación Buena Vista ubicada en El Rejón, El Rejón cinco del municipio de Sumpango Sacatepéquez, presenta los suelos Andic Haplustolls, la consociación Río Itzapa ubicada específicamente en la Granja El Vergel en el municipio de Chimaltenango; Chuarramos en el municipio de San Andrés Itzapa; Joya de Xejuyu, San Bernabé del municipio de Paramos; Joya del Aguacate del municipio de Pastores, presenta los suelos Typic Haplustolls y por último la consociación Magdalena se localiza en Chimuch, Santa Rosita, Rancho Alegre del municipio de Sumpango Sacatepéquez, Granja Mis Dos Rosas del municipio de Santiago Sacatepéquez; Patzite, San Luis Pueblo Nuevo del municipio de Pastores, presenta los suelos Humic ustivitrands, la capacidad de uso de estas tierras son de clase III y IV, se encuentra en la montaña volcano erosional (MAGA 2010). La zona de Vida es Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, presenta pendientes desde 7% a 25% con drenaje natural bien drenado. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero donde se reportan las texturas francas y franco arenosas, estas áreas tienen régimen de humedad ústico y poseen bajo contenido de potasio.

- Grupo 15:

Sdk (25 - 50%), esta unidad se localiza en la consociación Las Flores, presenta los suelos Typic Humustepts, se ubica en Las Flores, Valle de la Primavera, Chixote, Cerro La Campana, Quintas del Tejar, Cerro Chichulin del municipio de Sumpango Sacatepéquez, y en la consociación Guachipilín esta se localiza en Finca Tetuan del municipio de Antigua Guatemala; Finca La Esperanza del municipio de Ciudad Vieja, presenta los suelos Typic Haplustalfs. Se encuentra en la montaña volcano erosional (MAGA 2010). El área posee dos clases de capacidad de uso las cuales son IV y VI. La zona de vida es Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque muy Húmedo Subtropical Cálido, presenta pendientes desde 25% a 50% con drenaje natural moderado. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero donde se reportan las texturas franco arenosas, estas áreas tienen régimen de humedad ústico y poseen bajo contenido de potasio.

- Grupo 16:

Sdk (50 - 75%), esta unidad se localiza en la consociación Casa Blanca el tipo de suelo encontrado es Typic Humustepts, se ubica en las áreas de Nuevo San Luis del municipio de Pastores, estas tierras tienen capacidad de uso VII, se encuentra en el paisaje de Altiplano hidrovulcánico (MAGA 2010). La zona de vida es Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, presenta pendientes desde 50% a 75%, tiene drenaje natural excesivo. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica en surcos de grado moderado donde se reportan las texturas francas, estas áreas tienen régimen de humedad ústico y poseen bajo contenido de potasio.

- Grupo 17:

Sdk (>75%), esta unidad es pequeña únicamente con 26 Ha, se localiza en la Consociación Río San Luis el tipo de suelo encontrado es Vitrandic Humustepts, se localiza específicamente en San Luis Pueblo Nuevo en el municipio de Pastores. Se encuentra en la montaña volcano erosional (MAGA 2010). La zona de Vida es Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, presenta pendientes mayores a 75% tiene drenaje natural bien drenado. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero donde se reportan las texturas francas, estas áreas tienen régimen de humedad ústico y poseen bajo contenido de potasio.

- Grupo 18

Sdx (25 - 50%), esta unidad se localiza en la consociación El Rejón presenta los suelos Typic Dystrustepts, se ubica específicamente en Rejón Cinco, Granja Coromoto, Tunino, Cerro San Antonio y El Rejón del municipio de Sumpango Sacatepéquez, se encuentran en el paisaje montaña volcano erosional con pendientes de 25 a 50% con un drenaje natural bien drenado (MAGA 2010). Se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, donde se reportan las texturas franco arenosas, poseen un régimen de humedad ústico y presencia de materiales amorfos, posee material compactado.

- Grupo 19:

Sd (0 - 7%), esta unidad se localiza en la consociación Antigua, presenta los suelos Cumulic Haplustolls, se ubican específicamente en Fincas Esperanza, Panorama, Retana, Santa Teresa, Las Margaritas, Las Salinas del departamento de Antigua Guatemala; Fincas La Azotea, San Isidro, Las Victorias del municipio de Jocotenango, la capacidad de uso de estas tierras es III, se encuentran en el paisaje pie de monte hidrovulcánico con pendientes de 0% a 7% con un drenaje natural bien drenado (MAGA 2010). Se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical y una pequeña área en la zona Bosque muy Húmedo Subtropical Cálido. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, las texturas son francas, poseen un régimen de humedad ústico, no tiene limitaciones.

- Grupo 20:

Sd (25 - 50%), esta unidad se localiza en la consociación Las Lomas, presenta los suelos Typic Haplustands se ubica específicamente en Comunidad Pedro Marani, Labor San Isidro del municipio de Chimaltenango; Yerbabuena, Granja San Sebastián, Buena Vista, Puerto Rico del municipio de San Andrés Itzapa, estas tierras son de capacidad de uso VI, se encuentran en el paisaje montaña volcano erosional con pendientes de 25% a 50% con un drenaje natural bien drenado (MAGA 2010). Se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, donde se reportan las texturas franco arenosas, poseen un régimen de humedad ústico, no tiene limitaciones.

- Grupo 21:

Ldhxk (7 - 25%). esta unidad se localiza en la consociación Pachitur, presenta los suelos Humic Dystrustepts, se ubica específicamente en Comunidad Veintinueve de Diciembre, Semococ del municipio de San Andrés Itzapa, estas tierras son de capacidad de uso clase IV, las que se encuentran en montaña volcano erosional con pendientes de 7% a 25% con un drenaje natural moderado (MAGA 2010). Se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial,

afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, donde se reportan las texturas franco arcillosas, poseen un régimen de humedad ústico, tienen un bajo contenido de potasio, y son suelos ácidos que comprenden un pH entre 5.0 y 6.0, también teniendo en cuenta que a las pruebas de fluoruro de sodio (NaF) reaccionan fuertemente por lo que aseguran la presencia de materiales amorfos.

- Grupo 22:

Ldhxk (25 - 50%), esta unidad, posee las mismas características que el grupo 21, Ldhxk (7 – 25%), descrita anteriormente con la única variable que el porcentaje de pendiente es más alto, posee pendientes de 25 a 50%, esto debido que también forma parte de la Consociación Pachitur, se encuentra ubicado en Granja San Vicente en San Andrés Itzapa; Cajagualte, Chirijuyu, Xecajagualten, Vista Hermosa del municipio de Parramos, estas tierras tienen capacidad de uso VI.

- Grupo 23:

Ldb (50 - 75%), esta unidad se localiza en la consociación Cerro Monterrico, presenta los suelos Andic Haplustolls, se ubica específicamente en Cerro El Rejón del municipio de Sumpago Sacatepéquez; Cerro El Olvido de Santiago Sacatepéquez, su capacidad de uso de la tierra se encuentra en clase VII se encuentran en el paisaje montaña volcánico erosional con pendientes de 50% a 75% con un drenaje natural bien drenado (MAGA 2010). Se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; se reportan las texturas franco limosas, poseen un régimen de humedad ústico, poseen problemas de alcalinidad, por lo que el pH es igual o mayor a 7.5.

- Grupo 24:

Ldh (50 - 75%), esta unidad se localiza en la consociación Pacorral presenta los suelos Andic Haplustepts, se encuentra ubicado específicamente en Cerro Las Minas, El Aguacate del municipio de San Andrés Itzapa, estas tierras poseen su capacidad de uso de la tierra clase VI, se encuentran en montaña volcánico erosional con pendientes de 50% a 75% con un drenaje natural bien drenado (MAGA 2010). Se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado

ligero, donde se reportan las texturas franco arcillosas, poseen un régimen de humedad ústico y el pH es ácido está dentro de un rango de 5.0 a 6.0.

- Grupo 25:

Ldk (25 - 50%), esta unidad se localiza en la consociación Jocotenango presenta los suelos Andic Haplustolls, se ubica específicamente en Joya del Aguacate, finca Santa Rosa, en el municipio de Pastores, El Llano, San Felipe de Jesús, El Hato, Finca la Follie del municipio de Antigua Guatemala, San José La Rinconada, fincas Buena Vista, Filadelfia, Santa Bárbara, Tegucigalpa del municipio de Jocotenango; estas tierras están a capacidad de uso VI y VII, se encuentra en el paisaje montaña volcánico erosional (MAGA 2013), tienen pendientes que varían de 25% a 50% estas áreas es donde se encuentran los cañones, que rodean las principales corrientes de los ríos, tienen drenaje natural bien drenado, la zona de vida en la que se encuentra es Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos ni encharcamientos; la erosión en esta unidad es hídrica laminar de grado moderado debido al arrastre de sedimentos que se da en las áreas de los ríos, se encuentran texturas franco limosas, los modificadores que tiene la unidad de manejo es su bajo contenido de potasio y el régimen de humedad es ústico.

- Grupo 26:

Ldk (50 - 75%), esta unidad se localiza en las consociaciones Los Aposentos y Jocotenango, presentan suelos Andic Haplustolls y Typic Usthorhents respectivamente, se encuentran específicamente en Cerro el Manzanillo, Finca La Cruz, San Lorenzo El Tejar, del municipio de Pastores, estas tierras tienen capacidad de uso clase VII, se encuentran en el altiplano hidrovolcánico y montaña volcánico erosional (MAGA 2010 y 2013), tienen pendientes que varían de 50% a 75% a pesar de que se encuentre en el altiplano tiene pendientes muy altas, debido a que son las áreas donde se encuentran los cañones, que rodean las principales corrientes de los ríos, tienen drenaje natural bien drenado y la parte ubicada en la consociación Los Aposentos tiene un drenaje excesivo, la zona de vida en la que se encuentra es Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos ni encharcamientos; la erosión en esta unidad es hídrica laminar de grado moderado debido al arrastre de sedimentos que se da

en las áreas de los ríos, se encuentran texturas franco limosas y franco arcillosas los modificadores que tiene la unidad de manejo es su bajo contenido de potasio y el régimen de humedad es ústico.

- Grupo 27:

Ld (50 - 75%), esta unidad se localiza en la consociación Los Pinos presenta los suelos Andic Haplustolls, se encuentra específicamente en Cerros Pablo, El Rodeo, El Niño, El Manzanillo, El Portal del municipio de Pastores; Loma Las Flores del municipio de Jocotenango, Vuelta Grande, Agua Colorada, El Tambor del municipio de Antigua Guatemala; Ventanilla del municipio de Sumpango Sacatepéquez, la capacidad de uso de estas tierras es principalmente VII aunque existe una pequeña área con un VIII, se encuentran en el paisaje de montaña volcano erosional (MAGA 2010). Presenta áreas montañosas con pendientes que varían de 50% a 75% y en muy pocas áreas tiene pendientes hasta mayores de 75% con drenaje natural bien drenado, la zona de vida en la que se encuentra es Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, las texturas son franco limosas, poseen un régimen de humedad ústico, no tiene limitaciones.

- Grupo 28:

Cdhk (7 - 25%), esta unidad se localiza en la consociación Bola de Oro, presenta los suelos Andic Haplustolls, se ubica específicamente en Colonia las Colinas, Xejuyú, Granja San Vicente, del municipio de San Andrés Itzapa, Finca Bella Vista, Labor Dorita, del municipio de Paramos; Cerro El Santizo del municipio de El Tejar; la capacidad de uso para esas áreas VII, se encuentra en el paisaje montaña volcano erosional con pendientes de 7% a 25% con un drenaje natural bien drenado (MAGA 2010). Se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica tipo laminar y tipo surcos de grado moderado, donde se reportan las texturas arcillo limosas, poseen un régimen de humedad ústico, tienen un bajo contenido de potasio, y son suelos ácidos que comprenden un pH entre 5.0 y 6.0.

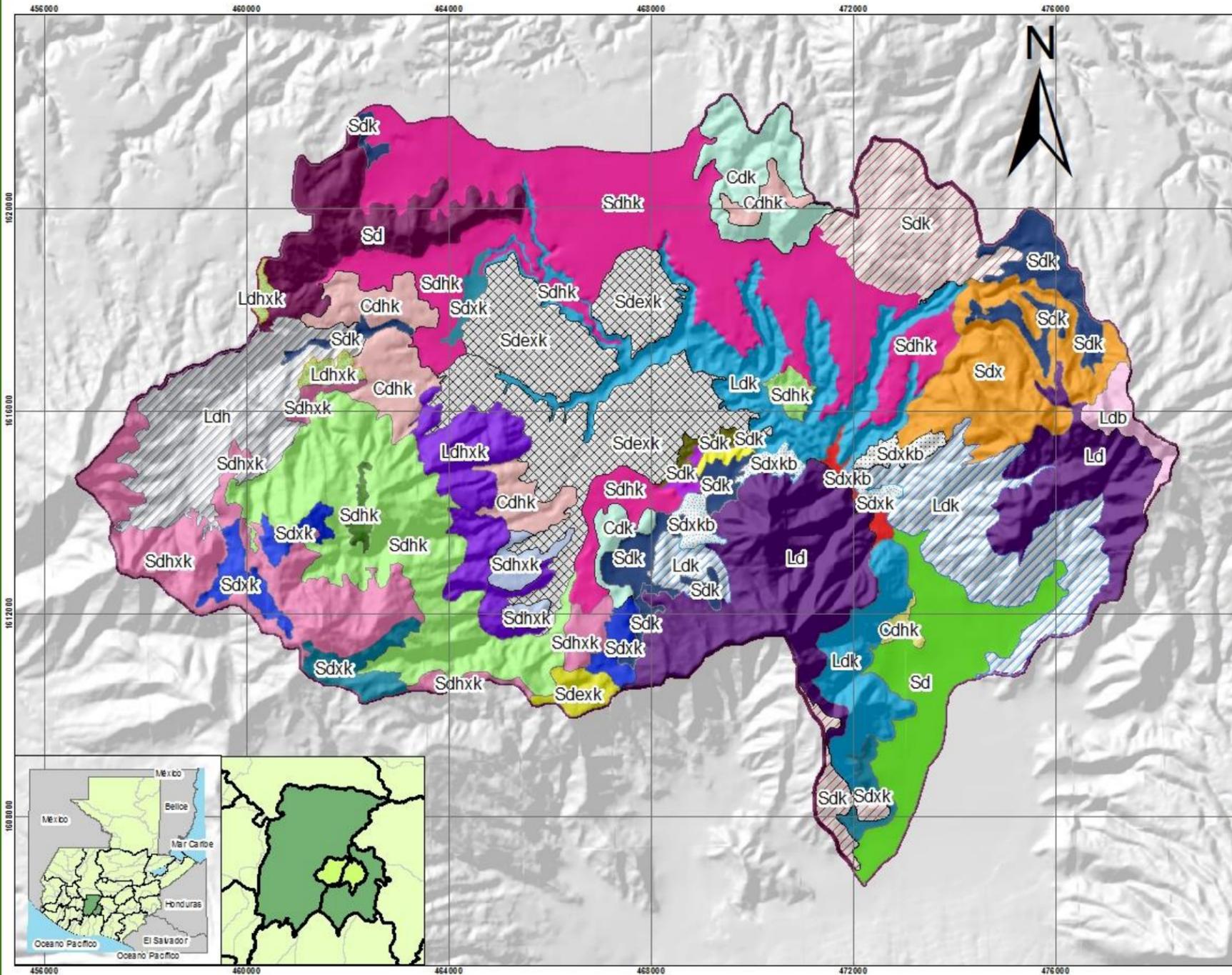
- Grupo 29:

Cdhk (25 - 50%), En esta unidad, se encuentra Finca San Isidro de Jocotenango; la clasificación por su capacidad de uso es VI, posee las mismas características que el grupo 28 descrita anteriormente con el porcentaje de pendiente más alto, posee pendientes de 25 a 50%.

- Grupo 30:

Cdk (25 - 50%), esta unidad se localiza en la consociación Ciénaga Grande, específicamente en las áreas de San José el Naranjo, Santo Domingo El Rosario del municipio de El Tejar, se encuentran en montaña volcano erosional con pendientes de 25% a 50% con un drenaje natural bien drenado (MAGA 2010). Se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. En el área no se reporta pedregosidad superficial, afloramientos rocosos, ni encharcamientos; la erosión reportada es hídrica laminar de grado ligero, se reportan las texturas arcillosas, poseen un régimen de humedad ústico, tienen un bajo contenido de potasio y presenta material compactado. La consociación Ciénaga Grande presenta los suelos Andic Haplustolls.

Mapa de Grupos de Manejo de la Parte Alta de la Cuenca del Rio Guacalate



Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA-
 Universidad de San Carlos de Guatemala USAC
 Facultad de Agronomía FAUSAC

Grupo de Manejo	SUPERFICIE		
	km2	ha	%
Sdhk(0 - 7%)	266.91	2669.10	13.90
Ld(50 - 75%)	184.54	1845.39	9.61
Sdexk(0 - 7%)	167.96	1679.59	8.75
Sdhk(25 - 50%)	149.46	1494.56	7.78
Ldk(50 - 75%)	149.12	1491.21	7.77
Sdhxk(25 - 50%)	110.00	1100.01	5.73
Ldk(25 - 50%)	104.81	1048.08	5.46
Ldh(50 - 75%)	93.65	936.52	4.88
Sdk(25 - 50%)	82.23	822.34	4.28
Sd(0 - 7%)	81.43	814.26	4.24
Sdx(25 - 50%)	80.82	808.22	4.21
Sd(25 - 50%)	68.59	685.87	3.57
Sdk(7 - 25%)	64.83	648.34	3.38
Cdhk(7 - 25%)	63.34	633.38	3.30
Ldhxk(25 - 50%)	53.76	537.62	2.80
Cdk(25 - 50%)	51.67	516.67	2.69
Sdxk(25 - 50%)	29.22	292.16	1.52
Sdxk(7 - 25%)	26.95	269.46	1.40
Ldb(50 - 75%)	14.08	140.79	0.73
Sdxkb(25 - 50%)	13.74	137.45	0.72
Sdhxk(7 - 25%)	13.65	136.50	0.71
Sdexk(25 - 50%)	9.74	97.35	0.51
Ldhxk(7 - 25%)	8.25	82.49	0.43
Sdxkb(7 - 25%)	6.71	67.15	0.35
Sdxk(0 - 7%)	6.05	60.47	0.31
Sdhk(7 - 25%)	4.71	47.14	0.25
Sdk(0 - 7%)	4.35	43.53	0.23
Sdk(50 - 75%)	4.34	43.41	0.23
Cdhk(25 - 50%)	2.84	28.38	0.15
Sdk(>75%)	2.61	26.10	0.14
TOTALES	1920.36	19203.55	100.00

Sistema de Coordenadas: GTM
 Proyección: Transverse Mercator
 Datum: WGS-1984
 Unidades lineales: Metros
 Fuente: Base de Datos
 Estudio Semidetallado de Suelos de los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez 2010, 2013
 Escala de generación 1:50,000
 Escala de impresión 1:80,000

Elaborado por:
 Claudia Cecilia Saput Coj
 Mayo 2014



2.5.5 Lineamientos para el manejo y conservación del suelo:

Los lineamientos, para el manejo y conservación se lograron obtener por medio de la clasificación de suelo por su capacidad de fertilidad (FCC), obteniendo 30 unidades de manejo las cuales se pueden observar en la figura 39. Cada una de estas unidades, posee una matriz con sus datos relevantes y los lineamientos para el manejo de esa área específica.

Cuadro 21: Lineamientos generales según grupos de manejo de la parte alta de la cuenca del río Guacalate

Campo	Características	Lineamientos para el manejo y conservación del suelo
1	<ul style="list-style-type: none"> • Textura arenosa • Régimen ústico • Baja CIC • Presencia materiales amorfos • Bajo contenido de potasio • Pendiente (0-7%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento de los niveles de materia orgánica, para retención de humedad • Realizar rotación de cultivos
2	<ul style="list-style-type: none"> • Textura arenosa • Régimen ústico • Baja CIC • Presencia materiales amorfos • Bajo contenido de potasio • Pendiente (25-50%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a la capacidad de uso que es VI lo mejor sería implementar sistemas agroforestales y/o áreas con pastos, cambiando el uso agrícola que se tiene o implementar cultivos perennes.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Textura arenosa • Régimen ústico • pH entre 5.0 a 6.0 • Presencia materiales amorfos • Bajo contenido de potasio • Pendiente (7-25%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los cultivos con terrazas de banco • Debido a su capacidad de uso IV se puede implementar cultivos con prácticas de conservación.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Textura arenosa • Régimen ústico • pH entre 5.0 a 6.0 • Presencia materiales amorfos • Bajo contenido de potasio • Pendiente (25-50%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservar el bosque que se encuentra en la clase VII debido a que se encuentra en uso correcto • Implementar plantaciones forestales en el área donde se tiene cultivos agrícolas realizando terrazas individuales.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Textura arenosa • Régimen ústico • Presencia materiales amorfos • Bajo contenido de potasio • pH mayor a 7.3 • pendiente (7-25%) 	<ul style="list-style-type: none"> • El área es de capacidad de uso es IV por lo que se debe implementar cultivos con prácticas de conservación principalmente curvas a nivel o el establecimiento de cultivos permanente para protección del suelo.
6	<ul style="list-style-type: none"> • Textura arenosa • Régimen ústico • Presencia materiales amorfos 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar sistemas agroforestales en las áreas donde se encuentran cultivos anuales debido a su capacidad de uso VI • Mantener el rastrojo en las plantaciones de café

	<ul style="list-style-type: none"> Bajo contenido de potasio pH mayor a 7.3 pendiente (25-50%) 	<ul style="list-style-type: none"> Conservar y manejar el bosque que se encuentra en el área
7	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico pH entre 5.0 a 6.0 Bajo contenido de potasio Pendiente (0-7%) 	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar niveles de Materia orgánica, para mejorar el drenaje y retención de humedad En las áreas que no son urbanas, realizar un asocio de cultivos para el mejor uso de los nutrientes del suelo.
8	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico pH entre 5.0 a 6.0 Bajo contenido de potasio Pendiente (7-25%) 	<ul style="list-style-type: none"> Estas áreas tienen capacidad de uso clase IV, por lo que el uso agrícola tendrían que realizarlo con prácticas de conservación de suelos como curvas a nivel junto con acequias de ladera o ser utilizados para pastos y ganadería.
9	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico pH entre 5.0 a 6.0 Bajo contenido de potasio Pendiente (25-50%) 	<ul style="list-style-type: none"> Conservar el bosque que se posee en el área Estas áreas tienen capacidad de uso clase VI, por lo que el uso apropiado debería ser agroforestal o cultivos semi perennes o perennes en vez de cultivos anuales. En las áreas con cobertura arbustiva baja (matorrales) implementar plantaciones forestales.
10	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico Presencia materiales amorfos Bajo contenido de potasio Pendiente (0-7%) 	<ul style="list-style-type: none"> Debido que en esta área, es pequeña y principalmente carreteras asfaltadas, se puede implementar presas de geocostales en las orillas para protección del suelo En las áreas que se encuentren taludes, realizarles mantenimiento para evitar deslaves. En donde se encuentra cultivado café, dejar que el rastrojo se incorpore en el suelo.
11	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico Presencia materiales amorfos Bajo contenido de potasio Pendiente (7-25%) 	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar niveles Materia orgánica, para mejorar el drenaje y retención de humedad, en las áreas donde se tiene café incorporar el rastrojo. En áreas donde su capacidad de uso es VI implementar sistemas agroforestales o cultivos perennes.
12	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico Presencia materiales amorfos Bajo contenido de potasio Pendiente (25-50%) 	<ul style="list-style-type: none"> En áreas donde su capacidad de uso es clase VI implementar uso agroforestal, cambiando los cultivos agrícolas. En el área donde su capacidad de uso es IV cultivar en terrazas o implementar cultivos perennes.
13	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico Bajo contenido de potasio Pendiente (0-7%) 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la rotación de cultivos como una práctica para conservar el suelo e implementar materia orgánica. Implementar la incorporación de abonos verdes como Avena (<i>Avena sativa</i>), Centeno (<i>Claviceps purpúrea</i>), Nabo (<i>Brassica napus</i>), Vicia (<i>Vicia sativa</i>).
14	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico Bajo contenido de potasio Pendiente (7-25%) 	<ul style="list-style-type: none"> Conservar las áreas forestales que se encuentran en el área Realizar los cultivos en asocio si se siembra maíz, asociarlo con frijol y una cucúrbita Realizar los cultivos siguiendo las curvas a nivel.
15	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico 	<ul style="list-style-type: none"> Conservar las áreas forestales que se encuentran en el área, e implementar bosque en las áreas con capacidad de uso VI

	<ul style="list-style-type: none"> Bajo contenido de potasio Pendiente (25-50%) 	<ul style="list-style-type: none"> En las áreas con capacidad de uso IV implementar prácticas de conservación principalmente terrazas o cambiar el uso a agroforestería, pastos o ganadería.
16	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico Bajo contenido de potasio Pendiente (50-75%) 	<ul style="list-style-type: none"> Conservar el bosque, que se posee en el área Realizar terrazas de muro vivo para las áreas forestales
17	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico Bajo contenido de potasio Pendiente (>75%) 	<ul style="list-style-type: none"> Conservar el bosque, que se posee en el área, debido que está en uso correcto debido a su capacidad de uso VIII
18	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico Presencia materiales amorfos Pendiente (25-50%) 	<ul style="list-style-type: none"> Conservar las áreas forestales que se encuentran en el área, e implementar bosque en las áreas con capacidad de uso VI cambiando el uso que tiene actualmente que son cultivos agrícolas.
19	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico Pendiente (0-7%) 	<ul style="list-style-type: none"> Debido a que se tiene café en el área, es recomendable mantener el rastrojo para su incorporación en el suelo Establecer los cultivos de café siguiendo curvas a nivel
20	<ul style="list-style-type: none"> Textura arenosa Régimen ústico Pendiente (25-50%) 	<ul style="list-style-type: none"> Debido a la capacidad de uso es VI, es recomendable en el área mantener el bosque que se encuentra, e implementar sistemas agroforestales o áreas forestales cambiando el uso actual que son cultivos agrícolas.
21	<ul style="list-style-type: none"> Textura limosa Régimen ústico pH entre 5.0 a 6.0 Presencia materiales amorfos Bajo contenido de potasio Pendiente (7-25%) 	<ul style="list-style-type: none"> Debido a que su capacidad es IV y posee agricultura de hortalizas, se debería implementar prácticas de conservación como curvas a nivel y acequias de ladera o cambiar el uso a pastos y ganadería.
22	<ul style="list-style-type: none"> Textura limosa Régimen ústico pH entre 5.0 a 6.0 Presencia materiales amorfos Bajo contenido de potasio Pendiente (25-50%) 	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar áreas sobreutilizadas debido a que su capacidad es VI, se deberían de cambiar el uso a agroforestería.
23	<ul style="list-style-type: none"> Textura limosa Régimen ústico pH mayor a 7.3 Pendiente (50-75%) 	<ul style="list-style-type: none"> Conservar el bosque, que se posee en el área Cambiar el uso agrícola a forestal para no explotar el suelo Realizar terrazas de muro vivo
24	<ul style="list-style-type: none"> Textura limosa Régimen ústico pH entre 5.0 a 6.0 Pendiente (50-75%) 	<ul style="list-style-type: none"> Debido a la pendiente y su capacidad de uso es VII, mantener el bosque, para evitar pérdidas grandes de suelo En las áreas en donde hay matorrales, implementar plantaciones forestales
25	<ul style="list-style-type: none"> Textura limosa Régimen ústico Bajo contenido de potasio Pendiente (25-50%) 	<ul style="list-style-type: none"> La capacidad de uso del suelo es VI y VII en su mayor parte, por lo cual se podrían aprovechar las áreas con matorrales para plantaciones forestales o implementar sistemas agroforestales con conservación de suelos (siguiendo las curvas a nivel)

26	<ul style="list-style-type: none"> • Textura limosa • Régimen ústico • Bajo contenido de potasio • Pendiente (50-75%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a la capacidad de uso y que es la zona de protección con bosques de galería es aconsejable mantener los bosques • Aprovechar las áreas con matorrales para alguna plantación forestal
27	<ul style="list-style-type: none"> • Textura limosa • Régimen ústico • Pendiente (50-75%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a la pendiente y su capacidad de uso es VII y VIII, mantener el bosque, para evitar pérdidas grandes de suelo • Cambiar los cultivos agrícolas por sistemas agroforestales y bosques de protección.
28	<ul style="list-style-type: none"> • Textura arcillosa • Régimen ústico • pH entre 5.0 a 6.0 • Bajo contenido de potasio • Pendiente (7-25%) 	<ul style="list-style-type: none"> • En las áreas donde se tienen cultivos con pendientes elevadas realizar las siembras siguiendo las curvas a nivel o implementar plantaciones forestales.
29	<ul style="list-style-type: none"> • Textura arcillosa • Régimen ústico • pH entre 5.0 a 6.0 • Bajo contenido de potasio • Pendiente (25-50%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a que se tiene café en el área, es recomendable mantener el rastrojo para su incorporación en el suelo • Implementar áreas forestales o agroforestales en donde se tienen matorrales.
30	<ul style="list-style-type: none"> • Textura arcillosa • Régimen ústico • Bajo contenido de potasio • Pendiente (25-50%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a que se realizan siembras de granos básicos y las pendientes son muy altas es fundamental realizar prácticas de conservación de suelos, estas podrían ser el cultivo en terrazas pero primordialmente cambiar el uso a sistemas agroforestales debido a su capacidad de uso VI.

2.6 Conclusiones:

2.6.1 Según el análisis de cobertura vegetal y uso de la tierra de la parte alta de la cuenca, muestra que el 27.9% de la cuenca tiene capacidad de uso de la tierra agrícola (Clases II y III), 61.1% el cual puede ser utilizado para pastos y/o áreas forestales y el restante 11.0% aptos para usos semi-intensivos; sin embargo un 43.54% es de uso actual de cultivos agrícolas, finalmente el 30.46% del área de estudio está siendo sobreutilizada.

2.6.2 Para el área de estudio existe un historial de proyectos de conservación de suelos, mismos que aunque no han sido rechazados por la población, tampoco han sido de mayor impacto ya que los agricultores no se han apropiado de ellos y únicamente se encontró un 0.2% de la superficie de la cuenca con prácticas de manejo y conservación de suelo y agua (38 ha).

2.6.3 A efectos de proponer prácticas para el manejo y conservación del suelo que se adapten a las condiciones del área estudiada con la metodología Soil Fertility Capability Classification (FCC) se definieron 30 grupos de manejo con alta homogeneidad.

2.6.4 Los lineamientos generales de manejo y conservación de suelos se plantearon por cada grupo de manejo, utilizando como base lo investigado y aplicando criterios agronómicos y ambientales para recomendar prácticas de manejo y conservación, acordes a las características de cada área en particular, con el objetivo de minimizar las pérdidas de suelo así prevenir a futuro los aspectos negativos de la erosión del suelo.

2.7 Recomendaciones:

2.7.1 Debido a que la parte alta de la cuenca presenta las mayores pendientes del terreno y la más alta susceptibilidad a la erosión, se recomienda especialmente para esta parte seguir los lineamientos de manejo del suelo planteados en el presente documento.

2.7.2 Implementar campañas y capacitación del personal del estado sobre manejo y conservación de suelos, principalmente del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) aprovechando que la población en general, y los Centros de Aprendizaje en Desarrollo Rural (CADER) están interesados en conocer como se realizan estas prácticas.

2.7.3 Se recomienda rescatar los bosques de galería, ya que ellos aportan funciones de protección y conservación para poder contrarrestar las fuerzas físicas que afectan a los suelos a través de la erosión del agua ya que el bosque ejerce un efecto de amortiguación que protege contra las inundaciones y la erosión de las riberas de los ríos.

2.7.4 Se recomienda como una opción el uso del software N-Spect, debido a que es una herramienta sumamente importante y confiable, ya que facilita bastante el trabajo para poder comparar pérdidas en diferentes áreas y así darle una visión a las personas sobre la situación de la cuenca estudiada sobre cuanto suelo es el que se pierde por erosión.

2.8 Bibliografía:

1. Almorox A, J *et al.* 1994. Métodos de estimación de la erosión hídrica. Madrid, Editorial Agrícola Española. 152 p.
2. Alvarado, V. 2014. Rehabilitación de ríos urbanos mediante el uso de especies nativas. Guatemala. *In* Congreso Iberoamericano de control de erosión y sedimentos (2014, Antigua, GT). Guatemala. 38 diapositivas.
3. Arana López, G. 1992. Análisis espacial para evaluar la erosión hídrica en la subcuenca del río Pensativo, Guatemala. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 109 p.
4. Argueta Medina, JC. 2010. Estimación de los riesgos y niveles de erosión hídrica en la microcuenca del río Negro, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 85 p.
5. Buckman, O; Brady, C. 1996. Desarrollo de sistemas agrícolas y conservación de suelo. Trad. por Salord Bacerló. Roma, Italia, Montaner y Simón. 207 p.
6. Buol, SW; Sánchez, P; Cate, RB; Granger, MA. 1975. Soil fertility capability classification: a technical soil classification system for fertility management. *In* Bornemisza, E; Alvarado, A (ed.). Soil management in tropical America. Raleigh, NC, US, North Carolina State University.
7. Cardoza Vázquez, L; Cuevas Flores, J; García Carreón, JS; Guerrero Herrera, JA; González Olarte, JC; Hernández Méndez, H; Lira Quintero, M de L; Nieve Faustino, JL; Tejeda Sartorius, D; Vázquez Martínez, CM. 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales: manual de obras y prácticas. 3 ed. México, CONAFOR. 298 p.
8. CONAFOR, MX; SEMARNAT, MX. 2013. Criterios técnicos para la ejecución de los proyectos de conservación y restauración de suelos. México. 63 p.
9. CECI-SOCEDEVI (Centro de Solidaridad Internacional - Sociedad de Cooperación para el Desarrollo, GT). 2006. Análisis del subsector económico de artesanías en el departamento de Sololá, Guatemala. Guatemala, Proyecto Desarrollo Económico-Rural del departamento de Sololá. 28 p.
10. Cid Herrera, JA Del. 2012 Trabajo de graduación realizado en la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo UPGGR-MAGA, en la microcuenca del río Pachoj, en los municipios de Acatenango y San Juan Comalapa, Chimaltenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 303 p.

11. DIGEGR (MAGA, Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos, GT). 2013. Estudio semidetallado de suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Guatemala. 788 p.
12. Edujardin.ES. 2012. Rotación por familias de hortalizas (en línea). España. Consultado 22 abr 2015. Disponible en <http://www.edujardin.es/rotacion-de-cultivos-en-el-huerto-urbano/>
13. FAO, IT. 1993. Erosión en los suelos de América Latina (en línea). Roma, Italia. Consultado 25 mar 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/t2351s/t2351s03.htm>
14. _____. 2001. Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y desarrollo rural (en línea). Roma, Italia. Consultado 31 mar 2014. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw5s.pdf>
15. Faustino, J; García, S. 2008. Manual de manejo de cuencas. El Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables / CARE / FORGAES / UE. 9 módulos.
16. Foster, A. 1985. Métodos aprobados en conservación de suelos. 3 ed. México, Trillas. 411 p.
17. Fundesyram.info. 2015a. Asociación de cultivos (en línea). El Salvador. Consultado 22 abr 2015. Disponible en: <http://www.fundesyram.info/biblioteca/displayFicha.php?fichaID=1034>
18. Fundesyram.info. 2015b. Asociación de cultivos (maíz - frijol) (en línea). El Salvador. Consultado 22 abr 2015. Disponible en <http://www.fundesyram.info/biblioteca/displayFicha.php?fichaID=1030>
19. Gálvez, J. 2000. Proyecto de manejo integrado de recursos naturales en el altiplano occidental, Guatemala. Guatemala, CODERSA. 51 p.
20. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2003. XI censo nacional de población y VI de habitación. Guatemala. 275 p.
21. _____. 2006. Proyecciones de población y lugares poblados con base al XI censo de población y VI de habitación 2002, período 2000-2020. Guatemala. 1 CD.
22. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT); MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT); FAO, GT. 2003. IV censo nacional agropecuario. Guatemala. 3 v.

23. InfoJardin.com. 2015. Glosario de jardinería, flores, plantas, botánica y medio ambiente: percolación - definición (en línea). España. Consultado 13 mayo 2015. Disponible en <http://www.infojardin.net/glosario/peciolado/percolacion.htm>
24. Klingebiel, AA; Montgomery, PH. 1961. Land capability classification. Washington, D.C., US, USDA, Soil Conservation Service, 21 p. (Agricultural Handbook 210).
25. López F, RA. 1991. La degradación y pérdida de los suelos agrícolas. Venezuela, CIDIAT. 73 p. (Serie: Suelos y Clima SC-65).
26. López F, R. 2002. Degradación del suelo, causas, procesos evaluación e investigación. Venezuela, CIDIAT. 273 p. (Serie: Suelos y Clima SC-75).
27. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2006. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, a escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.
28. _____. 2005. Base de datos y mapas electrónicos en formato shapes del mapa de taxonomía de suelos del departamento de Chimaltenango y Sacatepéquez. Guatemala. 1 CD.
29. Maggi, P. 2006. Erosión (en línea). Malvin Norte, Montevideo, Uruguay, Universidad de la República de Uruguay, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de la Epigénesis, Curso de Edafología. 21 diapositivas. Consultado 13 mayo 2015. Disponible en <http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/EROSION.pdf>
30. Motta Franco, EL. 1999. Estudio de la erosión hídrica del suelo, microcuenca del río Itzapa, Chimaltenango, de 1994 a 1996. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 98 p.
31. Obando, F *et al.* 2012. Agricultura de conservación en tierras de ladera. Manizales, Colombia, Universidad de Caldas. 181 p.
32. OTECBIO (Oficina Técnica de Biodiversidad, GT). 2011. Guatemala y la pérdida de suelo fértil (en línea). Guatemala. Consultado 5 jun 2014. Disponible en: http://www.chmguatemala.gob.gt/Members/esolorzano/noticias/news_item.2011-01-26.1951097363

33. Rivera-Trejo, F; Gutiérrez-López, A; Val-Segura, R; Mejía-Sermeño, R; Sánchez-Ruiz, F; Aparicio-Mijares, FJ; Díaz-Flores, LL (editores). 2005. La medición de sedimentos en México (en línea). . et al. La medición de sedimentos en México. México, IMTA / UJAT. 318 p. Consultado 10 feb 2015. Disponible en https://books.google.com.gt/books?id=u67pDo53risC&pg=PP4&lpg=PP4&dq=la+medici%C3%B3n+de+sedimentos+en+M%C3%A9xico,+2005&source=bl&ots=dnNH7aV4Ta&sig=8_TdE3cBX7cov5GPqfzdzlImEY&hl=es-419&sa=X&ei=CRhFVaGeLsWngwSVt4DwAg&ved
34. Sánchez, M. 1979. Determinación de escurrimiento superficial y erosión en el suelo del área del proyecto de conservación de suelos Michatoya. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 54 p.
35. Tacam Cúmez, CA. 2008. Dinámica de cambio de uso de la tierra y su impacto en el comportamiento del ciclo hidrológico de la parte norte de la subcuenca alta del río Guacalate y actividades realizadas en la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 132 p.
36. Hieronimi, H. 2007. 2007. Manejo de agua en el paisaje (en línea). Colombia, Tierramor.org. Consultado 22 abr 2015. Disponible en <http://www.tierramor.org/permacultura/suelos&agua.htm>
37. Tobías Vázquez, HA; Salguero Barahona, MR comps. 2008. Clasificación de tierras para capacidad de uso; metodología del USDA (Land capability classification). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 37 p.
38. UPGGR (MAGA, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, GT). 2005. Atlas hidrológico. Guatemala. Escala 1:11000,000. 55 p.
39. _____. 2010. Estudio semidetallado de suelos del departamento de Chimaltenango, Guatemala. Guatemala. 753 p.
40. UVG (Universidad del Valle de Guatemala, GT); Fundación Soros, GT; Universidad del Valle de Guatemala, Altiplano, GT. 2008. Conservación de suelos agroecología, Manual dirigida técnicos. Guatemala. 40 p.

2.9 Anexos:

2.9.1 Pérdidas de Suelo en la parte alta de la cuenca del río Guacalate

Cuadro 22A: Detalle de las pérdidas de suelo por cada uno de los polígonos de las consociaciones

No. Polígono	NOMBRE DE LA CONSOCIACION	Área en Ha	Pérdidas de suelo por Consociación	Pérdidas en Ton/ha*año	Pérdidas en mm/año
1	Consociación Casa Blanca	43.83	0	0	0
2	Consociación Los Aposentos	1055.79	0	0	0
3	Consociación Cerro Monterrico	138.95	220.29	1.59	0.23
4	Consociación Miramar	867.5	17141.9	19.76	2.91
5	Consociación Milpas Altas	97.2	4376.02	45.02	4.41
6	Consociación Parijuyú	90.81	2435.71	26.82	2.48
7	Consociación San Luis	26.01	506.05	19.46	2.09
8	Consociación Pastores	60.53	0	0	0
9	Consociación Pacorral	936.61	62415	66.64	5.72
10	Consociación Las Lomas	678.76	13547.4	19.96	1.8
11	Consociación Las Flores	672.66	21237.7	31.57	3.13
12	Consociación Magdalena	173.33	826.63	4.77	0.72
13	Consociación Antigua	815.11	0	0	0
14	Consociación Santiago Zamora	70.29	4393.84	62.51	7.02
15	Consociación El Tejar	64.44	48.82	0.76	0.07
16	Consociación Río San Luis	43.38	0	0	0
17	Consociación El Tejar	196.18	0	0	0
18	Consociación El Tejar	174.51	18144.9	103.98	9.2
19	Consociación El Tejar	49.59	0	0	0
20	Consociación El Tejar	356.85	59265.3	166.08	14.7
21	Consociación El Tejar	1872.63	49025	26.18	2.32
22	Consociación Parramos	958.41	207928	216.95	20.71
23	Consociación Parramos	473.85	1449.52	3.06	0.29
24	Consociación Parramos	247.23	393.48	1.59	0.15
25	Consociación Villa Juanita	46.26	0	0	0
26	Consociación Parrojas	144.63	6821.43	47.16	3.74
27	Consociación Parrojas	120.15	5483.99	45.64	3.62
28	Consociación Parrojas	73.71	989.32	13.42	1.06
29	Consociación Los Pinos	1263.6	47901.5	37.91	4.86
30	Consociación Los Pinos	631.33	23870.9	37.81	4.85
31	Consociación El Rejón	808.02	91415.7	113.14	18.86

32	Consociación Jocotenango	438.12	3265.85	7.45	0.79
33	Consociación Jocotenango	115.38	10298.3	89.26	9.5
34	Consociación Jocotenango	928.53	67424.4	72.61	7.72
35	Consociación El Tizate	60.48	398.24	6.58	0.61
36	Consociación El Tizate	25.2	2966.53	117.72	10.9
37	Consociación El Tizate	52.02	1104.71	21.24	1.97
38	Consociación El Tizate	67.14	1155.24	17.21	1.59
39	Consociación Buena Vista	49.68	0	0	0
40	Consociación Buena Vista	29.07	44.83	1.54	0.15
41	Consociación Buena Vista	67.68	967.41	14.29	1.35
42	Consociación Buena Vista	47.34	3051.38	64.46	6.08
43	Consociación Buena Vista	93.06	801.74	8.62	0.81
44	Consociación Guachipilín	142.08	2166.96	15.25	1.98
45	Consociación Ciénaga Grande	92.52	781.81	8.45	0.72
46	Consociación Ciénaga Grande	425.15	7957.05	18.72	1.59
47	Consociación Bola de Oro	28.08	174.1	6.2	1.08
48	Consociación Bola de Oro	149.94	0	0	0
49	Consociación Bola de Oro	219.14	38778	176.96	30.96
50	Consociación Bola de Oro	191.07	1999.54	10.46	1.83
51	Consociación Bola de Oro	73.53	329.27	4.48	0.78
52	Consociación Río Itzapa	116.18	0	0	0
53	Consociación Río Itzapa	41.4	0	0	0
54	Consociación Río Itzapa	30.33	376.38	12.41	0.87
55	Consociación Xeparquiy	1431.18	198003	138.35	12.79
56	Consociación Pachitur	538.62	59218.6	109.95	17.45
57	Consociación Pachitur	56.7	469.29	8.28	1.31
58	Consociación Pachitur	24.03	72.93	3.03	0.48
59	Consociación Chicasanga	42.77	167.57	3.92	0.37
60	Consociación Chicasanga	42.48	649.55	15.29	1.46
61	Consociación Chicasanga	93.69	1069.57	11.42	1.09
62	Consociación Chicasanga	94.04	4665.89	49.62	4.75
63	Consociación Chicasanga	57.51	322.92	5.62	0.54
64	Consociación Chicasanga	39.77	8765.51	220.41	21.09
65	Consociación Xeparquiy	47.52	475.78	10.01	0.93
SUMATORIA		19203.58	1,057,760.75		258.49

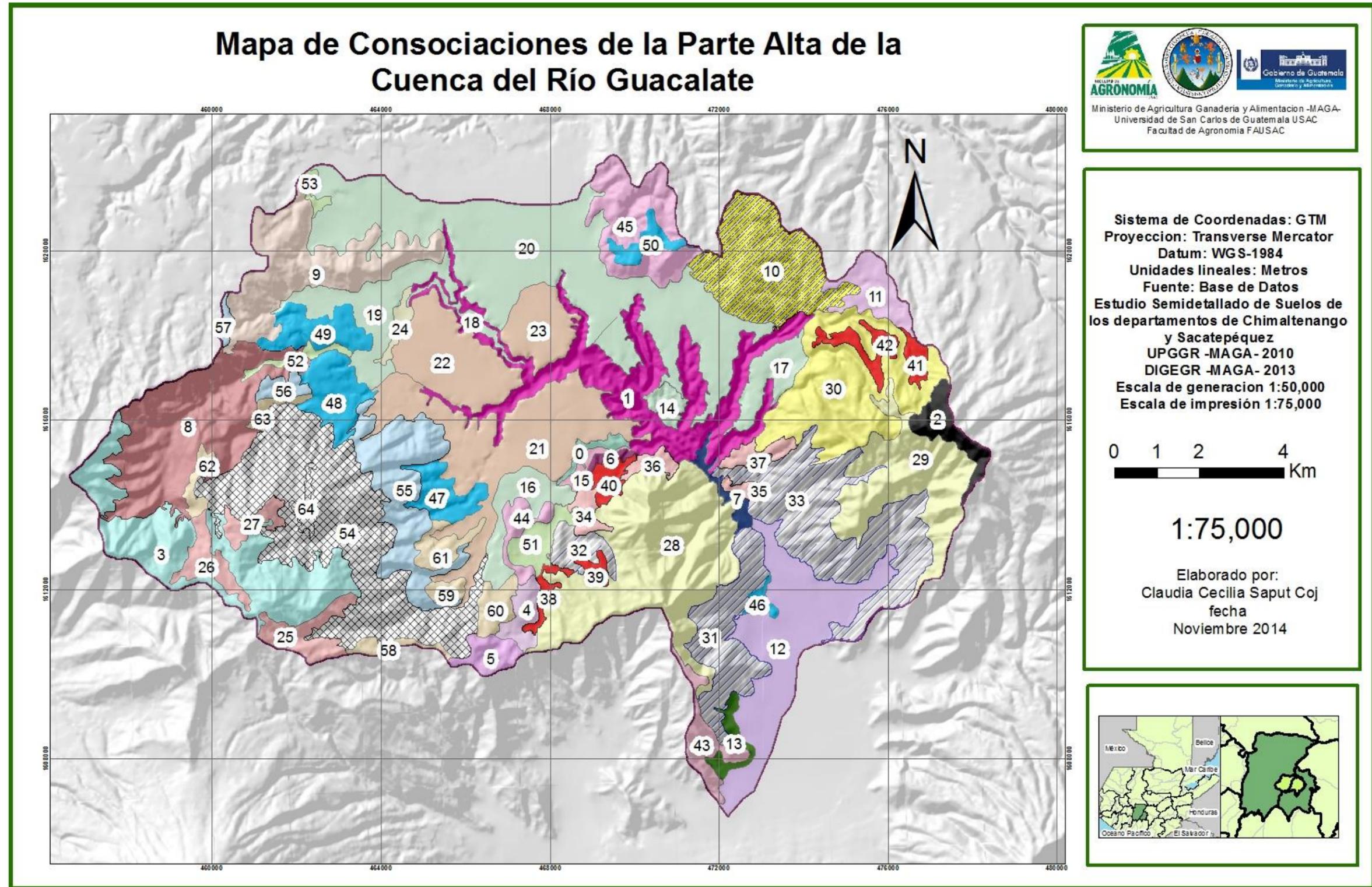


Figura 39A: Mapa de Consociaciones de la parte alta de la cuenca del río Guacalate

2.9.2 Prácticas de conservación de suelos encontradas en la parte alta de la cuenca del río Guacalate



Figura 40A: Terrazas de banco en Chimaltenango, Chimaltenango



Figura 41A: Gaviones como protección de la carretera en Chimaltenango, Chimaltenango



Figura 42A: Terrazas en Sumpango Sacatepéquez



Figura 43A: Separación de parcelas, utilizadas como barreras vivas en El Rejón Sumpango Sacatepéquez



Figura 44A: Curvas de Nivel en Sumpango Sacatepéquez



Figura 45A: Acequias en Pastores, Sacatepéquez



Figura 46A: Gaviones como protección de camino en El Hato, Antigua Guatemala



Figura 47A: Curvas de Nivel en Antigua Guatemala, Sacatepéquez



Figura 48A: Terrazas en San Andrés Itzapa, Chimaltenango



Figura 49A: Barreras Vivas en Parramos, Chimaltenango



Figura 50A: Acequias en San Andrés Itzapa, Chimaltenango



Figura 51A: Tablones levantados para evitar la escorrentía en Parramos, Chimaltenango

**3 CAPITULO III. INFORME DE SERVICIOS PARA LA DIRECCIÓN DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, ESTRATÉGICA Y GESTIÓN DE
RIESGOS, DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y
ALIMENTACIÓN.**

3.1 Presentación:

La Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgo, que pertenece al Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, la cual tiene por objeto, generar, procesar y difundir información geográfica, para contribuir al análisis del sector, que permita proponer medidas estratégicas y de coyuntura, en apoyo a los subsectores agrícola, pecuario, forestal e hidrobiológico; para ello se cuenta con el proyecto de taxonomía de suelos y el laboratorio de información geográfica, ambos de mucha importancia para el logro del objetivo. El proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de la Tierra de la República de Guatemala, se enfoca en realizar estudios semidetallados de los departamentos según el convenio 43-2006, siendo necesaria una fase de gabinete y una fase de campo, para el levantamiento de información, para después analizarla y redactar los estudios. Estas actividades demandan mucho esfuerzo para generar información precisa, técnica y científica. Luego de tener el estudio semidetallado, se tiene el objeto de dar a conocerlo a manera de utilizarlo, ya que es una herramienta importante y valiosa, siempre y cuando se le dé un buen uso, ya que este puede ayudar al desarrollo de cada departamento. Para el caso del departamento de Sololá, ya cuenta con información importante sobre el suelo, siendo su topografía muy quebrada y es muy importante proteger los suelos, debiéndose dar a conocer a los pobladores, para que le den un uso efectivo a los libros, mapas y demás recursos didácticos y que no se quede la información almacenada únicamente. La otra parte de la dirección, está conformada por el laboratorio de información geográfica, en donde poseen toda la información cartográfica del país. Como parte de sus funciones, también se encarga de apoyar a otras entidades, como para la Encuesta Nacional Agropecuaria, en la cual sus integrantes se encargan de la digitalización de la información levantada por el personal del Instituto Nacional de Estadística (INE), en cada departamento.

Se realizaron dos servicios dentro de la DIGEGR los cuales fueron a) Apoyo al trabajo de campo y gabinete de los estudios semidetallados de suelos de los departamentos de Escuintla y Guatemala, b) Cooperación en las actividades de capacitación y digitalización de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos DIGEGR. Estos servicios se llevaron a cabo en el periodo de Febrero a Noviembre, del año 2014.

3.2 Servicio No. 1: Apoyo al trabajo de campo y gabinete, de los estudios semidetallados de suelos de los departamentos de Escuintla y Guatemala.

3.2.1 Objetivos:

a) General:

- Apoyar las actividades del proyecto: El proyecto Mapa de Taxonomía de Suelos y Capacidad de Uso de la Tierra de la República de Guatemala, para realizar los estudios semidetallados de los departamentos de Escuintla y Guatemala.

b) Específicos:

- Apoyar a los edafólogos, en la lectura de perfiles y toma de muestras de suelo en campo para sus posteriores análisis físicos y químicos en laboratorio.
- Realizar pruebas de infiltración, tabulación de datos y realización de gráficas de infiltración, para el estudio semidetallado del departamento de Escuintla
- Realizar pruebas de compactación con el penetrómetro de compactación.
- Ayudar en la extracción de columnas de suelos, para el futuro Museo de suelos del país, correspondientes al departamento de Escuintla.
- Colaborar en el procesamiento de datos del departamento de Escuintla
- Apoyar en la creación de información a utilizar en el estudio semidetallado del departamento de Guatemala.

3.2.2 Metodología:

A. Actividad Lectura de Perfiles:

a) Salida a campo:

Se planificó el acompañamiento a los edafólogos en la última etapa de campo la cual consistía en la realización de calicatas, a partir del 3 de marzo hasta parte del mes de abril del año 2014.

b) Ubicación del punto donde realizar la calicata:

En el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, se conformaron los equipos, realizándose la distribución de tareas y puntos, para realizar las calicatas.

La ubicación del punto se realizó con el ingreso de las coordenadas UTM en el GPS y con la ayuda de la boleta de descripción, se ubicó el mejor lugar para realizar la calicata.

c) Abertura de la calicata, lectura de perfiles, y toma de muestras

- Se realizó una excavación de aproximadamente 2 metros de largo, 1.0 a 1.2 m de ancho y 1.3 metros de profundidad.
- Se realizó la separación de los horizontes.
- Se describieron las características externas como color, textura, estructura (tipo, clase y grado de desarrollo), consistencia, en húmedo y en mojado, poros (tamaño y cantidad), raíces (tamaño, cantidad, distribución, estado), presencia de macroorganismos, límite entre los horizontes, presencia de fragmentos de roca dentro o sobre la superficie de suelo, reacciones al NaF, al H₂O₂, al HCl y pH; regímenes de humedad y temperatura del suelo, drenaje interno, externo y natural. (ver anexo 5.1)
- Se tomaron las muestras de suelo de cada horizonte, identificándolo para realizar el análisis de laboratorio de suelos, empacándose en bolsa doble de polietileno y se etiquetaron debidamente, según el tipo de análisis que se requería.

B. Actividad Pruebas de Infiltración:

a) Fase de Campo:

- Se realizaron las pruebas de infiltración en zonas con pendientes menores al 12%, las cuales ya se tenían mapeadas, diferenciando las unidades cartográficas de suelos, el uso en donde se realizaron, fueron agrícola con cultivos intensivos.
- Se utilizó un juego de anillos de infiltración, los cuales se ubicaron en forma concéntrica, a una distancia aproximada de 5 metros de la calicata.
- Se llenaron los anillos con agua y con una regla graduada, se registraba el descenso del agua del anillo interior a diferentes intervalos de tiempo, tomando lecturas en diseños realizados para el efecto. (Ver figura 62A)

b) Fase de gabinete: Tabulación de datos, cálculo y creación de las gráficas de infiltración:

- Se realizó la tabulación de datos extraídos en campo, en un formato Excel (Hoja de cálculo).

- En esta hoja Excel, se calculó la lámina del cilindro A, y la lámina del cilindro B, la lámina promedio y lámina acumulada. A través de la aplicación de un logaritmo, se encuentra la sumatoria de infiltración acumulada.
- Con los datos de infiltración acumulada se determinó la ecuación, la cual se resuelve por el método de eliminación, para encontrar el valor de n y K , en la fórmula de infiltración.
- Después se sustituyen valores en la ecuación para determinar el valor de R^2 .
- Con este valor de R^2 , se realizó un reajuste a los datos del logaritmo. En base a estos valores, si es mayor a 0.7 no se modifica y si es menor a 0.7, se realizaran los ajustes para corrección.
- Se calculó la infiltración básica por medio de la fórmula $I_b = (K)((-600)(-n)^n$
- Se procedió a realizar las gráficas correspondientes para cada prueba de infiltración (ver anexo 5.5)
- Por medio del valor de infiltración básica, se determinó la velocidad de infiltración según los rangos utilizados por el IGAC

C. Recolección de monolitos, (columnas de suelos representativos):

- Se seleccionó la unidad cartográfica que contenía el suelo de interés.
- Se localizó sobre el material cartográfico el punto donde se tomara la columna de suelo
- Se preparó el material necesario (herramientas del edafólogo, caja de empaque, tornillos, desarmador, nylon, etc.)
- Se abrió la calicata, y se describió el conjunto de variables características según metodología del IGAC, 2008.
- Se seleccionó la pared de la calicata, donde se delimitó la columna de suelo a tomar, con una tabla de dimensiones similares a las de la caja de empaque
- Se colocó la caja de madera con la cara abierta en dirección a la pared de suelo, se cortó la columna de suelo por los bordes de la caja y se incrustó la caja, conforme se avanzaba en el corte.
- Cuando se encontró completamente llena la caja, se realizó el corte final y se retiró la columna, que cuando se encontró en posición horizontal se recubrió con el

polietileno previamente adherido al interior de la caja, se colocó tapa de seguridad con tornillos y se trasladó hacia el sitio de secado.

4. Pruebas de Compactación:

- Se armó el penetrómetro de compactación.
- Se limpió el sensor de lecturas.
- Se calibró.
- Se realizó la toma de coordenadas.
- Se realizó la caracterización correspondiente del lugar donde se realizó la lectura.
- Se tomaron datos del uso del suelo, humedad, entre otros
- Aplicación de la fuerza de forma vertical, para que penetre en el suelo el penetrómetro de compactación y realización de las lecturas sobre la compactación del suelo. (ver anexo 5.4)

5. Procesamiento de datos del departamento de Escuintla:

- Se transcribieron las boletas de la fase de campo de la descripción de perfiles del departamento de Escuintla a formato digital.

6. Creación de información a utilizar en el estudio semidetallado del departamento de Guatemala.

- Se realizaron los diseños, y correspondientes cuadros de morfología de los perfiles modales e inclusiones.

3.2.3 Resultados:

A. Actividad Lectura de Perfiles:

La etapa de campo, se realizó entre los meses de marzo a mayo de 2014. Por día se tenía la meta de realizar dos calicatas, las cuales estaban en lugares diferentes incluso en municipios distintos. El apoyo que se les dio a los edafólogos fue en principio una observación externa en lo que se aprendía en lo que consistía todas las actividades, después de ese proceso se realizó un apoyo en cada una de las actividades.

El equipo de edafólogos, se reunía temprano para la planificación diaria, recibir las boletas de observaciones (cajuelas o barrenajes), la cual ayudaba a la orientación del suelo representativo en el cual se tenía que realizar la calicata, esta boleta también poseía información como las coordenadas para la ubicación del lugar, datos que se tomaron con anterioridad, todo como ayuda de referencia.

Cuando ya se tenía una planificación de los lugares a visitar, se realizaba una planificación con el mapa, donde se ubicaban las carreteras por las cuales se llegaría al punto buscado, posteriormente se ingresaban las coordenadas al GPS, como ayuda de ubicación.

Cuando se encontraba el área buscada para realizar el muestreo, se procedía a abrir la calicata, con las dimensiones correspondientes en forma transversal a la luz del sol. Ya abierta la calicata, se procedió a la lectura de la misma, la cual correspondía en la observación de colores, la toma organoléptica de texturas y estructuras, presencia de poros, raíces y macroorganismos, así también la realización de pruebas de NaF, HCl, y H₂O₂. Al finalizar la descripción del perfil, se procedía a la toma de muestras para enviarlas a los diferentes laboratorios. La muestra se tomaba de forma homogénea del centro del perfil, para evitar la contaminación con los horizontes de arriba y abajo, y a lo horizontal de su horizonte. Estas muestras se dejaban en una bolsa, la cual llevaba una etiqueta con los datos generales de la calicata y debidamente identificada, para ser enviada a los laboratorios. (Ver figura 53 y 54)

Cuadro 23: Descripción de lugares en los cuales se realizó el apoyo para la lectura de calicatas, con coordenadas correspondientes

No.	Municipio	Numero de Calicata	X	Y
1	Escuintla (501)	50153	463560	1589308
2		50151	468510	1587069
3		50147	461342	1577415
4		50172	480931	1568870
5		50177	473438	1574218
6		50155	462013	1589401
7		50169	466023	1578001
8	Guanagazapa (508)	50814	472706	1562233
9		50815	472049	1560906
10	La Democracia (503)	50303	450732	1554101
11		50306	447334	1544190
12		50302	448618	1548103
13	La Gomera (507)	50707	437428	1541271
14		50711	432403	1542719
15		50714	437259	1552335
16		50718	418529	1549828
17		50709	426590	1554986
18		50719	435734	1560282
19		50705	433884	1539672
20		50715	430095	1549718
21	Masagua (505)	50516	461281	1556975
22		50515	457736	1564425
23		50513	458531	1555000
24	Nueva Concepción (513)	51305	409375	1553217
25		51313	421794	1578341
26		51311	422090	1562462
27		51309	415029	1550634
28		51308	401364	1557653
29	San José (509)	50906	464056	1539531
30		50906	464056	1539531
31	Santa Lucía Cotzumalguapa (502)	50228	441377	1592857
32		50229	445269	1592860
33		50223	434777	1592779
34		50218	445755	1588712
35		50214	440380	1586210

36	Santa Lucía Cotzumalguapa (502)	50222	434938	1591979
37		50226	443817	1590964
38		50240	445077	1576321
39	Siquinalá (504)	50411	444541	1583063
40		50217	445605	1584387
41		50417	451463	1588167
42		50421	449318	1586009
43	Tiquisate (506)	50611	401852	1578340
44		50612	399354	1580398
45		50604	391759	1552053

Las calicatas que se realizaron en el departamento de Escuintla fueron 318, en las que se apoyó en el trabajo de campo fueron 45 (Ver figura 55). Los municipios en donde se colaboró con los edafólogos fueron en los municipios de Escuintla, Guanagazapa, La Democracia, La Gomera, Masagua, Nueva Concepción, San José, Santa Lucía Cotzumalguapa, Siquinalá y Tiquisate.

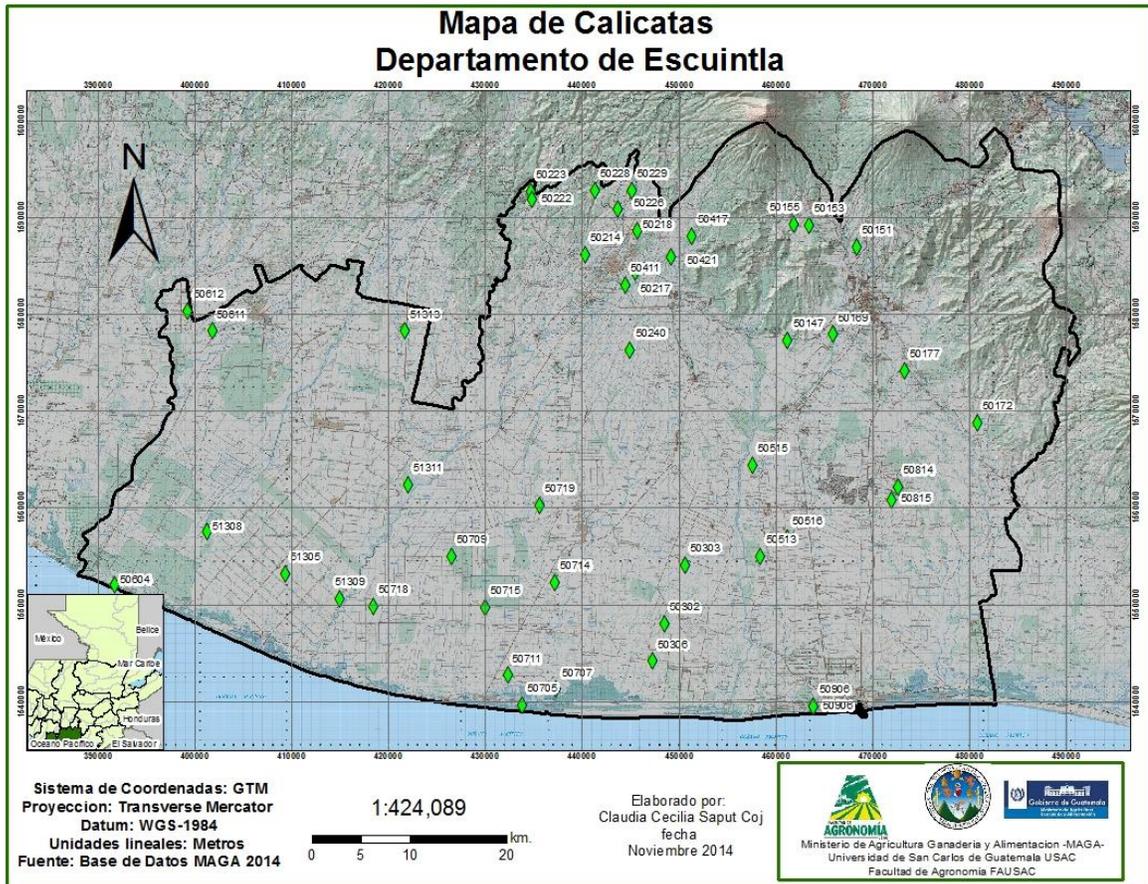


Figura 54: Mapa de Ubicación de las calicatas, en las cuales se realizó el apoyo de la lectura de los perfiles.

B. Actividad Pruebas de Infiltración

La actividad juntamente con las calicatas era la realización de las pruebas de infiltración, en las cuales el objetivo principal era la medición de la lámina de agua que se infiltraba en un tiempo determinado, se realizaron veintinueve pruebas ubicadas en distintos municipios del departamento de Escuintla.

En las pruebas de infiltración se realizó el llenado de una boleta por cada una de las pruebas, en total se obtuvieron veintinueve boletas, la cual llevaba la información general de la calicata, ubicación, fecha y los responsables. (Ver figura 56)

En la base de datos en Excel, se realizaron los cálculos correspondientes para poder obtener los datos de infiltración acumulada y logaritmo de tiempo los cuales se encuentran marcados en rojo en el cuadro 24. Estos datos son utilizados para realizar los cálculos para encontrar la infiltración básica, la cual es utilizada para calcular la velocidad de infiltración y se clasifico según las calificaciones utilizadas en el proyecto de taxonomía de suelos. (Ver figura 57)

634 altitud
441377
1592857

125

Proyecto Mapa de Taxonomía y Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso, a escala 1:50.000, de la República de Guatemala.												
Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo UPGGR (MAGA)												
PRUEBA DE INFILTRACIÓN No.								Fecha				
16								D	M	A		
Perfil No. 50228			Foto:			Departamento: Escuintla						
Municipio: Santa Loba			Localización: finca la recompensa									
Uso del suelo: Plantación de Hule												
Contenido de humedad:												
INFILTRÓMETRO A				INFILTRÓMETRO B				INFILTRÓMETRO C				PROFUNDIDAD CEN. (cm)
TIEMPO (min)	LECTURA (cm)	LÁMINA (cm)	PROFUNDIDAD (cm)	TIEMPO (min)	LECTURA (cm)	LÁMINA (cm)	PROFUNDIDAD (cm)	TIEMPO (min)	LECTURA (cm)	LÁMINA (cm)	PROFUNDIDAD (cm)	
0	10		0	0	0		0	0	0		0	
1	8		1	1	1		1	1	6		10	
2	6		2	2	2		2	5				
3	4		3	3	3		3	4.6				
4	10.7		4	4	4		4	4				
5	3.5		5	5	5		5	4.5				
10	2.5		10	10	10		10	2				
15	4		15	15	15		15	7				
20	2.5		20	20	20		20	1.5				
45	8		45	45	45		45	0.5				
60	4.4		60	60	60		60	5				
90	6		90	90	90		90	2				
120	7		120	120	120		120	0.5				
150			150	150	150		150					
180			180	180	180		180					
210			210	210	210		210					
240			240	240	240		240					
270			270	270	270		270					
300			300	300	300		300					
Observaciones:										Elaboró: Claudia Sapet		
										Revisó: Manuel Tum		

Figura 55: Representación de la boleta de infiltración para el proyecto del mapa de taxonomía calicata 50228

Cuadro 24: representación de base de datos para la realización de los cálculos para la realización de la gráfica de infiltración de la calicata 50228

Tiempo	Cilindro A		Cilindro B		Lam. Prom	Inf. Acum campo	Intervalo de tiempo	Inf campo real	Inf. campo ajustada	Tiempo acum	Log inf. campo
	Lectura 1	Lamina 1	Lectura 2	Lamina 2							
0	12	0	9	0		0	0				
1	8	4	6	3	3.5	3.5	1	210	225	1	2.32
2	6	2	5	5	3.5	7	1	210	210	2	2.32
3	4.0/13.0	2	4.6	5.5	3.75	10.75	1	225	225	3	2.35
4	10.7	2.3	4	4.5	3.4	14.15	1	204	204	4	2.31
5	7.5	3.2	3.5	5.3	4.25	18.4	1	255	255	5	2.41
10	7.5	6.8	1.0/10	17.2	12	30.4	5	144	144	10	2.16
15	6	15.2	7	15	15.1	45.5	5	181.2	181.2	15	2.26
30	2.5/9.5	35.5	1.5/10	24.4	29.95	75.45	15	119.8	119.8	30	2.08
45	8	22	0.5/9	23.5	22.75	98.2	15	91	91	45	1.96
60	4.4/14.5	13.1	5	24.5	18.8	117	15	75.2	75.2	60	1.88
90	6	43	2.0/9	26.2	34.6	151.6	30	69.2	69.2	90	1.84
120	7	16.5	0.5	10.3	13.4	165	30	26.8	26.8	120	1.43

Log tiempo acum	Sumatoria		Int. tiempo	Inf. campo ajustada	Inf. con modelo	R2	Tiempo acum	Inf. acum campo	Log de inf. acum campo	Sum inf. acum	Log tiempo acum	Sum Log acum	Inf. acum con modelo
	Log I	Log T											
0.00			1	9	308.32	0.72567	1	3.5	0.544		0		4.36
0.30			1	6	242.69		2	7	0.845		0.30		7.62
0.48			1	6	210.98		3	10.75	1.031		0.48		10.57
0.60			1	4	191.03		4	14.15	1.151		0.60		13.33
0.70			5	4	176.87		5	18.4	1.265		0.70		15.96
1.00	13.87	3.08	10	4.8	139.22		10	30.4	1.483	6.32	1	3.08	27.90
1.18			15	3.6	121.03		15	45.5	1.658		1.18		38.69
1.48			30	2	95.27		30	75.45	1.878		1.48		67.65
1.65			45	3.6	82.82		45	98.2	1.992		1.65		93.80
1.78			60	0.2	74.99		60	117	2.068		1.78		118.29
1.95	11.44	10.12	90	1.8	65.19		90	151.6	2.181	11.99	1.95	10.12	164.02
2.08			120	2.3	59.03		120	165	2.217		2.08		206.84

Lam= lamina; Prom= promedio; Inf= infiltración; Acum=acumulado; Log=logaritmo; Int= intervalo; sum=sumatoria

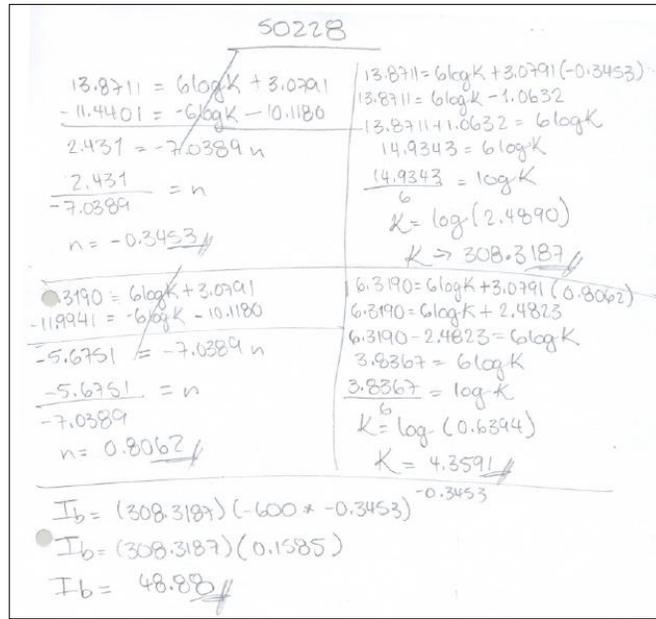


Figura 56: Ejemplificación de las ecuaciones utilizadas para poder determinar la infiltración básica para el perfil 50228

Se realizaron 29 pruebas de infiltración, en diez municipios diferentes, se realizaron cinco pruebas en Escuintla, seis en La Gomera, tres en Masagua, Cuatro en Nueva Concepción, seis en Santa Lucía Cotzumalguapa y una en Guanagazapa, La Democracia, San José, Siquinalá y Tiquisate como se detalla en el cuadro No. 25.

Para cada prueba de infiltración se realizó su respectiva grafica como se puede observar en la figura No. 58, la cual representa los datos de infiltración, una infiltración básica de 16.55 un coeficiente de correlación de 0.75 y una calificación según la metodología del IGAC como rápida.

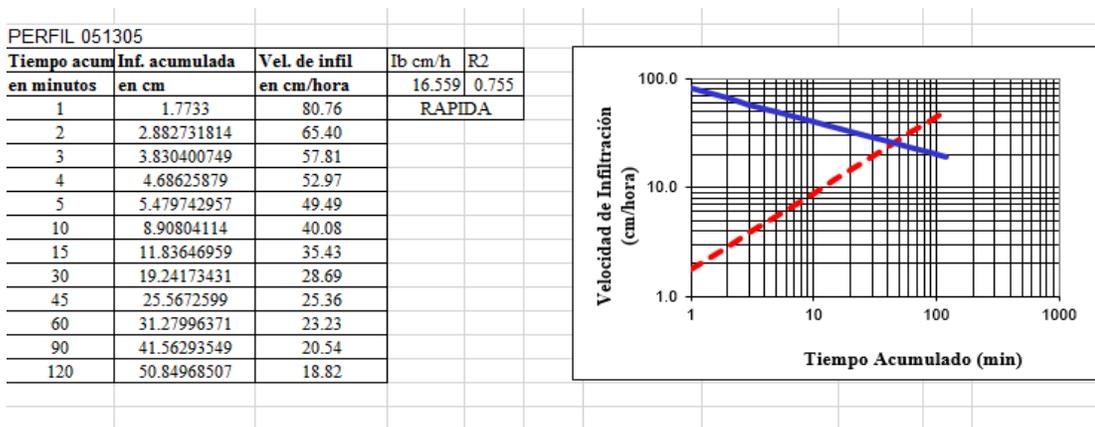


Figura 57: Representación de los datos de infiltración con la respectiva gráfica.

Cuadro 25: Listado de pruebas de infiltración realizadas en el departamento de Escuintla.

No.	Numero de Calicata	Municipio	X	Y	Ubicación
1	50153	Escuintla	463560	1589308	Finca Lorena
2	50151		468510	1587069	Finca Colorado
3	50147		461342	1577415	Finca Las Ilusiones
4	50172		480931	1568870	Finca Agropecuaria La Luz
5	50177		473438	1574218	Finca San Cayetano
6	50814	Guanagazapa	472706	1562233	Polleras San Miguel
7	50303	La Democracia	450732	1554101	Finca Polonia
8	50707	La Gomera	437428	1541271	Finca La Paz
9	50711		432403	1542719	Finca El Rosario
10	50714		437259	1552335	Finca el Caulote
11	50718		418529	1549828	Finca Chichimeca
12	50709		426590	1554986	Finca Pirijuyu
13	50719		435734	1560282	Finca Churubusco
14	50516	Masagua	461281	1556975	Finca Trinidad
15	50515		457736	1564425	Finca Málaga
16	50513		458531	1555000	Finca Cibeles
17	51305	Nueva Concepción	409375	1553217	Trocha 7
18	51313		421794	1578341	El Cuntan
19	51311		422090	15624462	Finca Las Marías
20	51309		415029	1550634	Finca Santa Odilia
21	50906	San José	464056	1539531	Atras del cementerio de San José
22	50228	Santa Lucia Cotzumalguapa	441377	1592857	Finca la Recompensa
23	50229		445269	1592860	Finca El Baul
24	50223		434777	1592779	Finca Tierra Linda
25	50218		445755	1588712	Finca El Baul
26	50214		440380	1586210	Finca San Antonio la Paz
27	50222		434938	1591979	Finca Popoyá
28	50411		Siquinalá	444541	1583063
29	50611	Tiquisate	401852	1578340	Finca Antigua

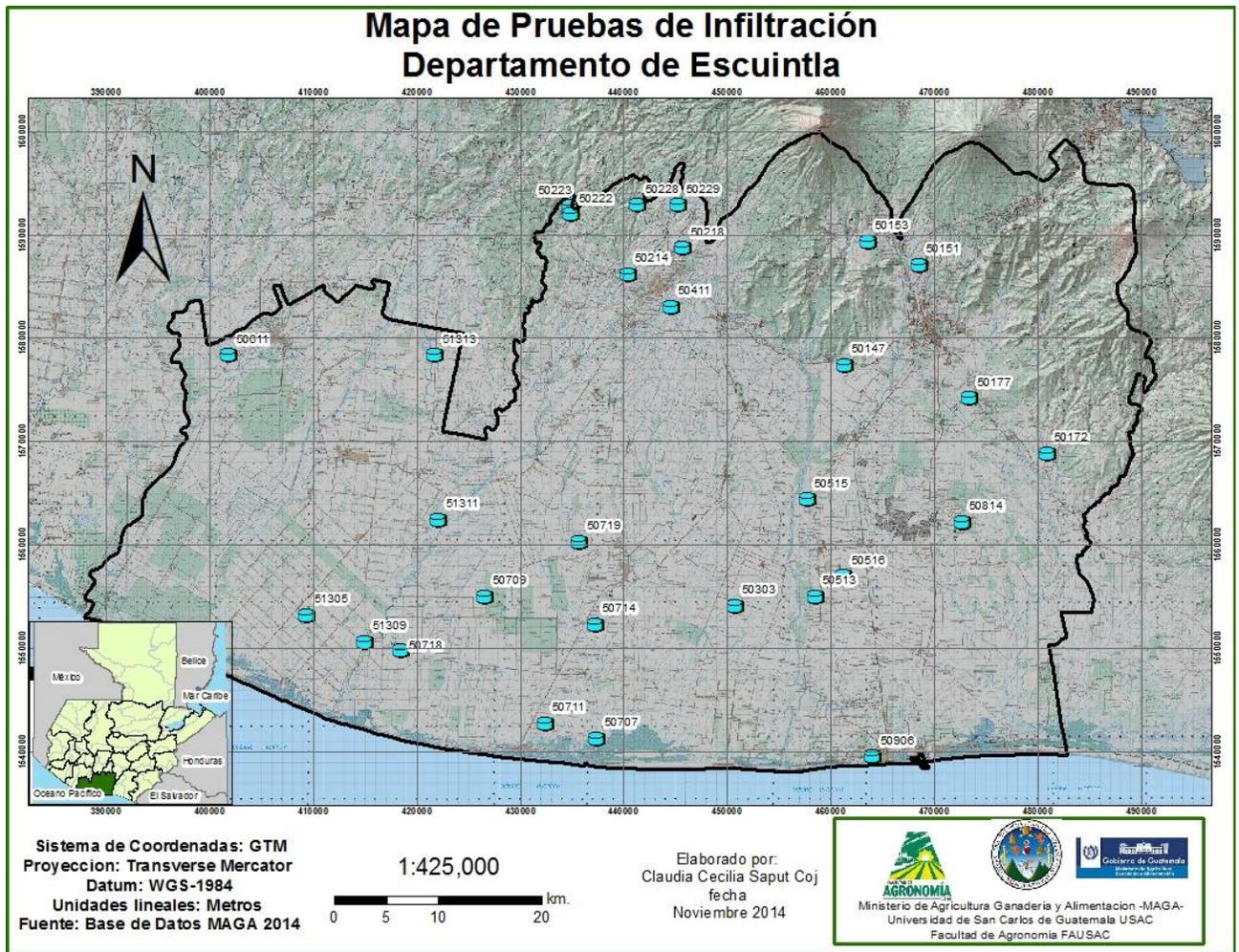


Figura 58: Mapa de ubicación de los pruebas de infiltración realizadas en el departamento de Escuintla

C. Recolección de monolitos, (columnas de suelo representativos)

Los monolitos no se realizaban en todas las lecturas de los perfiles, eran determinadas por ser unidades más representativas en área, mayor productividad y que se encontraran en áreas planas. Se realizó el apoyo en la recolección de dos monolitos realizados en Escuintla y Nueva Concepción.

Cuadro 26: Coordenadas de ubicación de los monolitos realizado en Escuintla

No.	Numero de Calicata	Municipio	X	Y	Ubicación
1	50151	Escuintla	468510	1587069	Finca Colorado
2	51305	Nueva Concepción	409375	1553217	Trocha 7

D. Pruebas de Compactación:

Las pruebas de compactación, se realizaron en el municipio de Escuintla (2), Santa Lucía Cotzumalguapa (2) y Masagua (1). Cuatro se realizaron en suelo húmedo y una se realizó en suelo seco. Las pruebas de compactación se realizaron con un penetrómetro de compactación Field Scout SC900 este aparato realizaba mediciones de presión en el suelo medidos en PSI a cada pulgada de profundidad. (Ver cuadro 28).

Cuadro 27: listado de las pruebas de compactación realizadas en el departamento de Escuintla

No.	CALICATA	COORDENADAS GTM		ALTURA (msnm)	Observaciones
		X	Y		
1	050151	468511	1587073	565	Suelo húmedo
2	050153	463560	1589308	690	Suelo húmedo
3	050229	445269	1592860	719	Suelo húmedo
4	050218	445757	1588714	531	Suelo húmedo
5	050513	458576	1555025	42	Suelo seco

Cuadro 28: Lecturas de la compactación del suelo de 0 a 18 pulgadas de profundidad.

No.	CALICATA	0 in	1 in	2 in	3 in	4 in	5 in	6 in	7 in	8 in	9 in	10 in	11 in	12 in	13 in	14 in	15 in	16 in	17 in	18 in
1	050151	30	30	25	25	51	92	112	310	321	346	407	407	382	341	316	275	300	321	270
2	050153	20	20	30	178	204	173	275	382	407	341	351	336	305	321	290	300	285	310	310
3	050229	31	51	71	143	143	47	534	478	494	545	443	443	422	387	372	443	458	453	412
4	050218	5	61	137	117	61	95	100	96	105	110	115	118	120	120	135	132	138	132	130
5	050513	20	30	60	173	336	351	372	321	310	310	305	280	290	300	305	310	320	290	300

E. Procesamiento de datos del departamento de Escuintla

Se realizó la transcripción de 45 boletas de características físicas del perfil de suelo a formato digital para que sean utilizadas en el capítulo 4 “Descripción de las Unidades Cartográficas y Leyenda de Suelos” y para el anexo B “Descripción morfológica de las inclusiones de las unidades cartográficas de suelos y los resultados de laboratorio” del estudio semidetallado del departamento de Escuintla. (Ver cuadro 29)

Cuadro 29: Descripción morfológica de la calicata No. 50408

Tipo de perfil	Modal (1)
Unidad Cartográfica	Grupo indiferenciado Peña Partida
Símbolo	MKU
	Epipedón
	Umbrico

Taxonomía del suelo	Endopedón	Cámbico
	Nombre	Typic Hapludands, familia franca fina (medial) sobre arcillosa, isohipertérmica
Localización Geográfica	Departamento	Escuintla
	Municipio	Siquinalá
	Aldea	-
	Caserío, sector, sitio, finca	Hidroeléctrica El Capulín
	Coordenadas (planas)	Longitud (X): 455770 Latitud (Y): 1585761
Fotografías Aéreas	Foto No.	1,404
	Línea de vuelo No.	232
	Bloque No.	01
Posición Geomorfológica	Paisaje y ambiente morfogenético	Montaña volcano-erosional
	Tipo de relieve	Filas y vigas
	Forma del terreno	Ladera
Material Parental		Rocas ferromagnesianas (basalto, andesita y dacita) y materiales piroclásticos no consolidados (tefras, ceniza y pómez)
Altitud		351 m.
Pendientes	Clase	Moderadamente escarpadas
	Rango	50 - 75 %
Aspectos climáticos	Clima ambiental	Calido húmedo
	Precipitación promedio anual	3,708 mm.
	Temperatura promedio anual	23.1 °C.
	Distribución de las lluvias	Suficientes durante los dos semestres, permiten cultivos continuados
Clima edáfico	Régimen de humedad	Údico
	Régimen de temperatura	Isohipertérmico
	Temperatura a 50 cm.	27.5 °C.
Drenaje	Interno	Moderado
	Externo	Rápido
	Natural	Moderadamente excesivo
Erosión	Clase	Hídrica
	Tipo	Surcos
	Grado	Moderado
Movimientos en masa	Clase	No hay
	Tipo	-
	Frecuencia	-
Afloramientos rocosos	Clase	Poca
	Superficie cubierta	10 %.
Pedregosidad superficial	Tipo	Piedra
	Clase	Mediana
	Superficie cubierta	10 %.
Nivel freático	Clase	No evidente
	Profundidad	-
Inundaciones y/o encharcamientos	Clase	No hay
	Duración	-
Profundidad efectiva	Clase	Moderadamente profunda
	Profundidad	85 cm.
	Limitante	Material compactado
Uso	Actual	Bosque latifoliado

	Nombre de los cultivos	No hay
	Vegetación natural	Volador, ocushe, pacaya
	Limitante del uso	Pendientes moderadamente escarpadas, erosión moderada, presencia de pedregosidad superficial en el perfil, material compactado
Describió		Augusto Rogelio Pacheco Cabrera, Claudia Saput
Fecha de descripción		13-03-2014
Morfología		
Profundidad y nomenclatura	Descripción de horizontes	
0 – 20 cm. A	Color en húmedo pardo oscuro (10YR3/3); textura de campo (al tacto) franco arcillosa y de laboratorio _____; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; muchas raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H ₂ O ₂ ; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite gradual y plano.	
20 – 50 cm. Bw1	Color en húmedo pardo amarillento (10YR3/6); textura de campo (al tacto) franco arcillosa y de laboratorio-----; frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, débiles; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; frecuentes raíces, finas y medias, vivas, de distribución normal; poca actividad de macroorganismos; reacción moderada al NaF, no hay al HCl, ni al H ₂ O ₂ ; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y plano.	
50– 85 cm. 2Bw2	Color en húmedo pardo oscuro a pardo (10YR4/3); textura de campo (al tacto) arcillosa y de laboratorio_____; frecuente piedra (20%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; estructura en bloques subangulares, finos y medios, moderados; consistencia en húmedo friable, en mojado pegajosa y plástica; frecuentes poros, finos y medianos, tubulares, continuos; pocas raíces, medias, vivas, de distribución normal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H ₂ O ₂ ; pH 6.5, reacción ligeramente ácida; límite claro y ondulado.	
85 – 125 cm. 2C	Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10YR4/2); textura de campo (al tacto) arcillosa y de laboratorio_____ ; frecuente piedra (30%), irregular, sin alteración, de naturaleza ígnea; sin estructura (masivo); consistencia en húmedo firme, en mojado pegajosa y plástica; pocos poros, finos y medianos, tubulares, discontinuos; pocas raíces, gruesas, vivas, de distribución anormal; no hay actividad de macroorganismos; reacción ligera al NaF, no hay al HCl, ni al H ₂ O ₂ ; pH 6.5, reacción ligeramente ácida.	
125 – 200x cm.	<i>Material basal: téfras, ceniza y pómez.</i>	
Observaciones		

F. Diseño de los cuadros morfológicos a utilizar en el estudio semidetallado del departamento de Guatemala

Para la descripción de unidades cartográficas se realizaron, 215 grupos de graficas de perfiles del departamento de Guatemala con la información de pH, materia orgánica y fósforo disponible, incluyendo los perfiles modales e inclusiones. Con estas graficas se realizó la morfología de perfil modal a utilizarse en el capítulo 4 “Descripción de las Unidades

Cartográficas y Leyenda de Suelos” y para el anexo B “Descripción morfológica de las inclusiones de las unidades cartográficas de suelos y los resultados de laboratorio” del estudio semidetallado del departamento de Guatemala (ver figura 60)

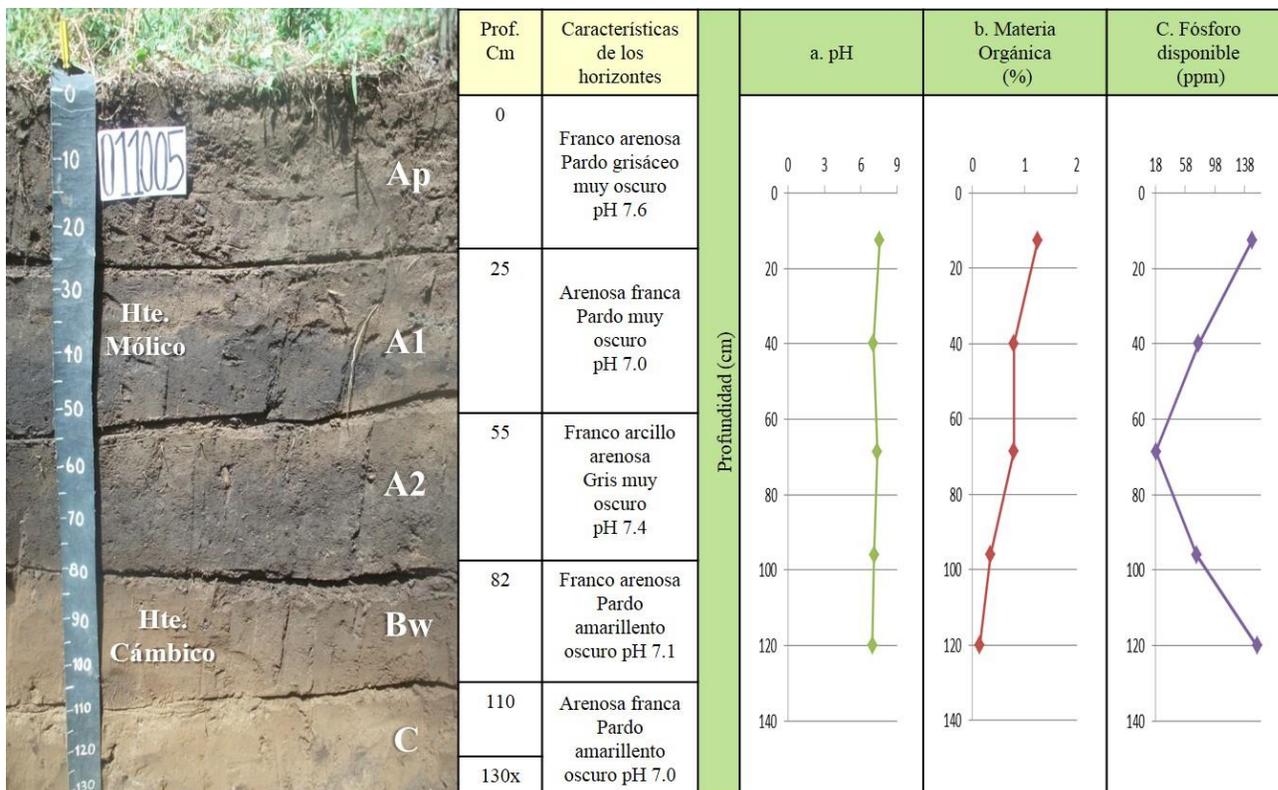


Figura 59: representación de la morfología del perfil en donde se muestran los diferentes horizontes como el comportamiento del pH, materia orgánica y fósforo disponible.

3.3 Servicio No. 2: Cooperación en las actividades de capacitación y digitalización de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgo DIGEGR

3.3.1 Objetivos:

a) General:

- Apoyar en las diferentes actividades de la Dirección de Información Geográfica Estratégica y Gestión de Riesgos DIGEGR, en temas relacionados con capacitación y digitalización.

b) Específicos:

- Capacitar a los participantes en el uso del Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Sololá, Guatemala, para mejorar la gestión del suelo y así brindar los conocimientos necesarios a los participantes, para que puedan identificar un área

de interés, y conocer las características físicas y químicas de los suelos y conocer los usos agrícolas más convenientes conforme a los requerimientos de las plantas y la capacidad de uso de la tierra.

- Apoyar en las actividades, del laboratorio de Información Geográfica de la DIGEGR, para la creación de polígonos por medio de digitalización, como apoyo al Instituto Nacional de Estadística (INE) en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA-2014), para diferentes departamentos de la República de Guatemala.

3.3.2 Metodología:

A. Actividad de Capacitación sobre el uso del estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá

- Se inscribieron a los participantes.
- Se realizó la presentación el proyecto.
- Se dieron las instrucciones del taller y las explicaciones técnicas a todos los participantes.
- Se eligió a un secretario por día quien fue uno de los edafólogos.
- Se realizaron tres grupos de personas para realizar el taller.
- Cada edafólogo trabajó con un grupo de personas, por un promedio de cuatro horas, para dar a conocer todo el proceso para utilizar el estudio semidetallado de suelos.
- Cada grupo realizó el ejercicio sobre la identificación de unidades cartográficas.
- Cada grupo realizó el ejercicio sobre identificación de clasificación de tierras por su capacidad de uso.
- Se dio un tiempo para las opiniones, preguntas y respuestas de todos los participantes.
- Se realizó una dinámica, para que cada grupo expusiera sus opiniones y recomendaciones sobre el uso del libro a los demás grupos.(Ver Anexo 4.6)
- Se capacitó sobre el manejo del documento digital del Software SIG a todos los participantes.
- Se realizó la entrega de libros y/o CD`s con el estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá.

B. Actividad de Digitalización para la Encuesta Nacional Agropecuaria 2014

- Se recibieron las ortofotos en digital, con una previa delimitación de las áreas de uso actual, realizadas por el personal del Instituto Nacional de Estadística, junto con un shaperfile sobre las áreas útiles de la fotografía.
- Se realizó por medio de la herramienta Editor del software arc gis 9.3, el corte de polígonos, la digitalización de los polígonos de áreas de uso, según la delimitación en campo.
- Se cambió el código de uso y el número de polígono. (Anexo 4.7)
- Se realizó el ingreso de datos a las bases de datos, para tener un registro y control de quien es el responsable de la digitalización de las ortofotos.
- Se realizó el mismo procedimiento para los departamentos de Izabal, Jutiapa, Retalhuleu, etc.

3.3.3 Resultados:

A. Actividad de capacitación sobre el uso del estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá

La capacitación se dió lugar en el departamento de Sololá, en la Universidad del Valle del Altiplano, se tuvo el apoyo para la logística del evento, por los edafólogos y coordinadores del MAGA, del departamento de Sololá.

La capacitación se inició con la presentación del proyecto por el Ing. William González, seguidamente se procedió a dar las instrucciones como la realización de grupos de trabajo, en la cual se realizó la distribución de los participantes, para realizar los trabajos grupales para que estos sean más personalizados y para mejorar el logro de objetivos. Después de realizar los grupos de trabajo, se procedió a la realización de los ejercicios para la utilización del estudio semidetallado de suelos.

El primer ejercicio: se enfocó en la identificación de unidades cartográficas, donde los receptores del curso ubican un área de interés, a la cual con la ayuda necesaria ubican el símbolo de la unidad cartográfica, la cual se les explico con el libro. Posteriormente se ubicaba los datos del área estudiada como lo es el paisaje, clima ambiental, el tipo de unidad

Después de realizar los dos ejercicios, se procedió a resolver todas las dudas de los participantes, a la toma de comentarios personales sobre el estudio semidetallado de suelos y las sugerencias y/o correcciones. Como último paso se procedió a la realización de una dinámica, en la cual se reunieron todos los participantes como los edafólogos, la dinámica consistió en exposición de la experiencia, que aprendieron, sugerencias para mejorar y opiniones personales al respecto de los estudios.

B. Actividad de Digitalización para la Encuesta Nacional Agropecuaria 2014

La digitalización se realizó un día por cada semana, según las programaciones del laboratorio de información geográfica. Este apoyo semanal tuvo sus variaciones y contratiempos, porque era dependiente de que el personal del Instituto Nacional de Estadística (INE) llevara las ortofotos al laboratorio de sistemas de información geográfica y en donde se tenían que escanear, y programar la red de shaperfile, cuando este proceso está listo continuaba la digitalización. En el mes de Septiembre, se pauso el proceso de digitalización de ortofotos para la ENA 2014, debido a un problema que se dio en el INE.

En los días que se digitalizó, se apoyó al laboratorio de sistemas de información geográfica con varios grupos, para el departamento de Izabal se digitalizó el grupo C y D, para Retalhuleu el grupo D y finalmente Jutiapa con los grupos A, C y D, correspondiente a aproximadamente 21 ortofotos, cada una con diferente número de polígonos a realizar.

3.4 Anexos:

3.4.1 Representación de las actividades en campo realizadas en el departamento de Escuintla



Figura 60A: Realización de la calicata, descripción del perfil, toma de datos, toma y llenado de muestras de suelo.



Figura 61A: Realización de prueba de infiltración



Figura 62A: realización de la preparación de un monolito



Figura 63A: toma de lecturas de compactación realizada con el penetrómetro

3.4.2 Capacitación sobre el estudio semidetallado de suelos del departamento de Solola



Figura 64A: Capacitación sobre el estudio semidetallado de suelos del departamento de Sololá

3.4.3 Representación de la digitalización como apoyo al laboratorio de información geográfica, en la Encuesta Nacional Agropecuaria.

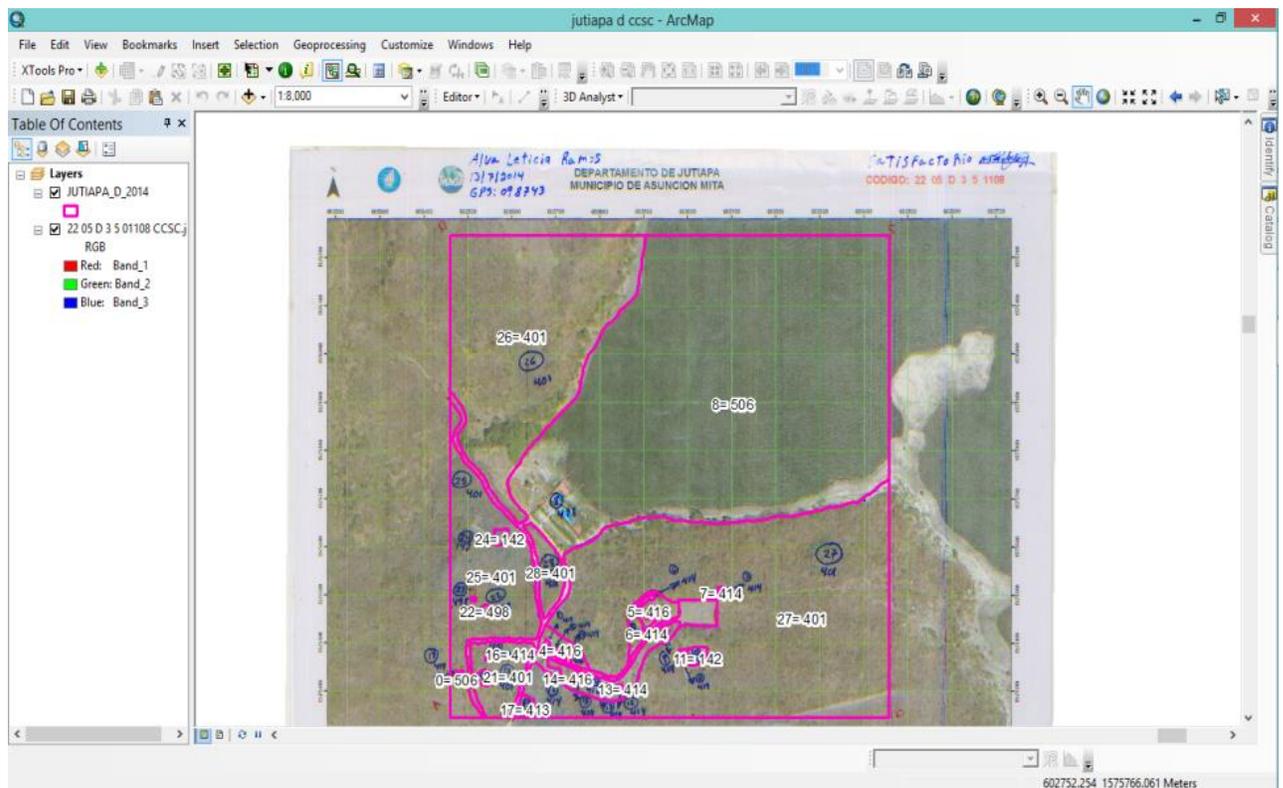


Figura 65A: Polígonos digitalizados para la ENA