

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN
ESTADO DEL ARTE EN INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA DE LAS
CUENCAS COYOLATE, ACOMÉ Y ACHIGUATE, EN LA VERTIENTE DEL
PACÍFICO, GUATEMALA, C.A.

MARIE ANDRÉE LIERE QUEVEDO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
ESTADO DEL ARTE EN INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA DE LAS
CUENCAS COYOLATE, ACOMÉ Y ACHIGUATE, EN LA VERTIENTE DEL
PACÍFICO, GUATEMALA, C.A.**

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

POR

MARIE ANDRÉE LIERE QUEVEDO

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR

Dr. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortíz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Msc. Óscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	Br. Ana Isabel Fión Ruíz
VOCAL QUINTO	Br. Luis Roberto Orellana López
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2012

Guatemala, noviembre de 2012

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: **“Estado del arte en información hidrometeorológica de las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate, en la vertiente del Pacífico”**; como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Marie Andrée Liere Quevedo

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Por sobre todas las cosas, quien me bendice con todo lo que me da y por permitirme alcanzar una de las más grandes metas de mi vida. Porque sin él no sería nada posible y me bendijo con una familia tan maravillosa. Infinitas gracias.
- A MIS PADRES:** Harald y Emérita, gracias por la guía durante cada paso de mi vida. Ustedes son mi ejemplo a seguir. Todo lo que tengo, soy y he aprendido es por ustedes, gracias por el invaluable esfuerzo y sacrificio realizado a través de los años para lograr esta meta, porque es debido a esto que estoy aquí, es un logro en conjunto.
- A MIS HERMANAS:** Melanie e Ivonne, por ser mis mejores amigas y confidentes, por apoyarme y estar siempre presentes; espero servirles como una guía para que ustedes puedan alcanzar sus metas. Todo se puede con esfuerzo y dedicación, y siempre estoy incondicionalmente. Las adoro con todo el corazón, todas para una, y una para todas.
- A MI AMOR:** Jorge, te agradezco por unirme a este viaje conmigo, desde aquel mes que le llaman marzo, que fue una noche de luna febril y cuarzo, te apareciste en mi vida sin ninguna anunciación ni salida...Gracias por ser siempre tan lindo, incondicional y maravilloso, por tu valioso apoyo, paciencia y presencia, en todas, siempre. Sos mi fuente de luz, de inspiración y amor. Gracias por todos los momentos que hemos vivido, te amo infinito...así que dame la mano y vamos a darle la vuelta al mundo.

AGRADECIMIENTOS

- A la Facultad de Agronomía por formarme a través de estos años y permitirme tener el orgullo de ser egresada de esta casa de estudios.
- A mis abuelos, Raúl Quevedo, y Ana María Matute, por ser siempre un gran ejemplo y sus sabios consejos. Especialmente a mi abuelita Felisa Lechuga (QEPD), espero que estés orgullosa de mí desde allá arriba.
- A mi tercera hermana Susy Guerra, quien ha sido mi amiga fiel y compañera a través de los años, has estado conmigo en todas y para todas, te quiero muchísimo mujer.
- A mis compañeros de fórmula que me acompañaron en la travesía de estudio, de luchas y desvelos, Adrian Gálvez, Alejandra Rosales, Gabriela Guzmán (que se unió al final), Mario Rodríguez y Alex Muy.
- A mis amigos de siempre Lis, Vera y Diego, porque nunca hemos dejado esta amistad, fundada desde hace años, con un lazo muy fuerte.
- A Luis Reyes y Estuardo Lira, quienes me han apoyado desde el inicio, por sus buenos consejos y amistad, ser parte de mi formación profesional; y a Vilma Porres y Cecilia Falla por abrirme las puertas de su casa y brindarme su amistad.

A mi supervisor

Marvin Salguero, gracias por la paciencia, el apoyo y la guía a través de este proceso.

A mis asesores,

Alfredo Suárez y Guillermo Santos, por su valiosa colaboración y la asesoría para la realización de este documento.

A todo el equipo del ICC

Juan Andrés, Elmer, Gonzalo, Alejandra, German, Pablo, Obed, Francisco, Carlos, por la amistad brindada a través del proceso de EPS y que continúa.

Al ICC

Especialmente a Alex Guerra, por abrirme las puertas, y permitirme empezar mi carrera profesional en esta institución.

RESUMEN

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático –ICC-, es la institución fundada por el sector azucarero de Guatemala para contribuir en acciones que desarrollen procesos adecuados de mitigación y adaptación al cambio climático en las comunidades, procesos productivos e infraestructura en la región. Y es en esta institución en donde se realizó el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) durante el período de agosto (2011) a mayo (2012).

Como parte inicial del EPS, se realizó un diagnóstico del área, que en este caso constituyó una descripción general de características biofísicas y socioeconómicas de las cuencas Achiguate, Acomé y Coyolate, que son las cuencas prioritarias donde ejerce acciones el ICC. En la primera parte de este documento se presenta la descripción de las cuencas, realizando una evaluación en donde se identifican problemas para los cuales se presentan alternativas de solución y hacia donde se enfocaron las acciones que constituyeron los servicios realizados.

Como se mencionó, las cuencas Achiguate, Coyolate y Acomé han sido establecidas como prioritarias en el plan estratégico del ICC, por lo que su estudio constituye elemental en tema de generación y análisis de información hidrológica y meteorológica como base para la reducción de vulnerabilidades de las comunidades dentro de las cuencas.

La identificación de vacíos en la información hidrometeorológica en estas cuencas, constituye un insumo importante para la orientación y asignación de recursos y apoyo en materia de investigación, tanto a nivel académico como estatal, no gubernamental y de grupos de interés, evitando de esta forma, la duplicación de esfuerzos y recursos en investigación.

La determinación del estado del arte de información hidrometeorológica consistirá entonces, para el ICC, una herramienta útil para sentar líneas bases para el programa

de Investigación en Clima e Hidrología y de la planificación estratégica dentro de estas tres cuencas, además como un aporte esencial al país y sobre todo para la investigación aplicada. De esta forma en el capítulo dos se presenta la recopilación, el análisis y la sistematización de esta información recopilada que proveerá una base de datos como insumo base para esta planificación.

Finalmente, en el tercer capítulo, se presentan los servicios realizados en el EPS, como alternativas de solución identificadas durante el diagnóstico. Se llevó a cabo el apoyo en el proceso de establecimiento de viveros en 13 comunidades ubicadas dentro de las cuencas anteriormente mencionadas; un mapa de tierras potenciales para la reforestación con fines de protección de las riberas de los ríos de las cuencas Acomé, Coyolate y Achiguate; propuesta de rediseño de Arboretum en CENGICAÑA; finalmente la digitalización de los usos del departamento de Santa Rosa como parte del proyecto del mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra -COBUSOT- (MAGA).

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA

CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO GENERAL DE LAS CUENCAS ACHIGUATE, ACOMÉ Y COYOLATE, DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO	1
1.1 Resumen	2
1.2 Justificación	4
1.3 Marco Referencial	5
1.3.1 Visión	5
1.3.2 Misión	5
1.3.3 Clima e hidrología	5
1.3.4 Ecosistemas	6
1.3.5 Manejo integrado de cuencas	6
1.3.6 Gestión de riesgo de desastres	6
1.3.7 Desarrollo de capacidades y divulgación	7
1.3.8 Equipo profesional y estructura organizacional del ICC	7
1.3.9 Ubicación del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático	8
1.2 Objetivos	9
1.2.1 General	9
1.2.2 Específicos	9
1.2 Metodología	10
1.2.1 Fase 1	10
1.2.2 Fase 2	10
1.2.3 Fase 3	11
1.3 Resultados	12
1.3.1 Descripción de las vertientes de Guatemala	12
1.3.2 La vertiente del Pacífico	12
1.3.3 Ubicación de las cuencas Achiguate, Acomé y Coyolate	13
1.3.4 Características biofísicas	17
1.3.5 Características socioeconómicas	34
1.4 Análisis situacional	40
1.4.1 Análisis FODA	40

	PÁGINA
1.4.2 Matrices de problemas, causas, consecuencias y soluciones	41
1.4.3 Estrategias para maximizar amenazas y oportunidades	42
1.4.4 Estrategias para minimizar debilidades y amenazas	43
1.5 Bibliografía del diagnóstico	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO II ESTADO DEL ARTE EN INFORMACIÓN HIDROMETEREOLÓGICA DE LAS CUENCAS COYOLATE, ACOMÉ Y ACHIGUATE, EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO	45
2.1 Introducción	46
2.2 Definición del problema	48
2.3 Marco teórico	49
2.3.1 Hidrología	49
2.3.2 Importancia	49
2.3.3 Algunas de las ramas de la hidrología	50
2.3.4 Hidrometereología	50
2.3.5 Recursos hídricos	51
2.3.6 Ciclo hidrológico	51
2.3.7 Cuenca hidrográfica	53
2.3.8 Estado del arte	54
2.3.9 Registro de información cualitativa	55
2.3.10 Base de datos	58
2.3.11 Visual Basic	59
2.3.12 Lenguaje de consulta: SQL	60
2.4 Marco Referencial	61
2.4.1 Estudios similares en el país	61
2.4.2 Ubicación de la zona de estudio	65
2.5 Objetivos	69
2.5.1 Objetivo general	69
2.5.2 Objetivos Específicos	69
2.6 Metodología	70

	PÁGINA
2.6.1 Recopilación de la información	70
2.8 Resultados	75
2.8.1 Instituciones visitadas	75
2.8.2 Base bibliográfica	76
2.8.3 Base cartográfica	85
2.8.4 Clasificación de los estudios	94
2.8.5 Análisis de los estudios	95
2.8.5 Validación de la información recopilada: entrevistas	104
2.8.6 Propuestas obtenidas a través de las entrevistas	105
2.8.7 Integración de propuestas de investigación	106
2.9 Conclusiones	113
2.10 Recomendaciones	115
2.11 Bibliografía de investigación	116
2.12 Anexos	120
CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS	129
3.1 Apoyo en el establecimiento de viveros comunales	199
3.1.1 Presentación	199
3.1.2 Objetivos	200
3.1.3 Metodología	201
3.1.4 Resultados	207
3.2 Mapa de tierras para reforestación con fines de protección de las riberas	223
3.2.1 Presentación	223
3.2.2 Objetivos	224
3.2.3 Metodología	225
3.2.4 Resultados	229
3.3 Propuesta de diseño de arboretum, CENGICAÑA	237
3.3.1 Presentación	237
3.3.2 Antecedentes	238
3.3.3 Objetivos	239

	PÁGINA
3.3.4 Metodología	240
3.3.5 Resultados	242
3.4 Digitalización del departamento de Santa Rosa para COBUSOT	250
3.4.1 Antecedentes	250
3.4.2 Objetivos	251
3.4.3 Metodología	252
3.4.4 Resultados	255
3.5 Servicios no planificados	260
3.5.1 Cajetín para el ICC	260
3.5.2 Diplomado en Cambio Climático	261
1.6.1 Bibliografía Servicios	¡Error! Marcador no definido.
1.7.1 Anexos	263

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. 1. Series de suelos de Simmons	23
Cuadro 1. 2. Uso de la tierra	28
Cuadro 1. 3. Uso de la tierra por subcategorías	28
Cuadro 1. 4. Área y porcentaje por capacidad de uso de la tierra, metodología INAB	29
Cuadro 1. 5. Vegetación característica de la vertiente del Pacífico de Guatemala	32
Cuadro 1. 6. Número de habitantes por categoría de poblados en cada municipio	34
Cuadro 1. 7. Cantidad de habitantes por género dentro de las cuencas	36
Cuadro 1. 8. Distribución de población en cantidad y porcentajes por género	37
Cuadro 2. 1. Ejemplo de una ficha de datos para entrada de información	56
Cuadro 2. 2. Instituciones y Organizaciones relacionadas con el Manejo de RH	62
Cuadro 2. 3. Instituciones que tienen programas de investigación sobre recursos hídricos	64
Cuadro 2. 4. Estudios de la Facultad de Agronomía	76
Cuadro 2. 5. Estudios de INSIVUMEH	78
Cuadro 2. 6. Estudios de UNIRIOS	79
Cuadro 2. 7. Estudios de CONRED	80
Cuadro 2. 8. Estudios de la ERIS	80

Cuadro 2. 9. Estudios del IGN	80
Cuadro 2. 10. Estudios de la Escuela Centroamericana de Geología	81
Cuadro 2. 11. Estudios de la Facultad de Ingeniería	82
Cuadro 2. 12. Estudios realizados por CENGICAÑA	82
Cuadro 2. 13. Estudios realizados por otras instituciones	84
Cuadro 2. 14. Codificación de base de datos	85
Cuadro 2. 15. Información de estudios de líneas principales de la figura 2. 3	88
Cuadro 2. 16. Información de estudios hidrológicos a nivel de cuenca de la figura 2. 4	91
Cuadro 2. 17. Información de estudios meteorológicos de la figura 2. 5	94
Cuadro 2. 18. Cantidad de estudios por cuenca por línea de investigación	95
Cuadro 2. 19. Estudios por subcuenca	95
Cuadro 2. 20. División de estudios por subcuenca	100
Cuadro 2. 21. Líneas para de investigación hidrometereológica	107
Cuadro 2. 22. Matriz de síntesis de recomendaciones	112
Cuadro 3. 1. Características del diseño y medidas a considerarse	203
Cuadro 3. 2. Detalle de viveros: ubicación, especies de plantas, cantidad y la finalidad	208
Cuadro 3. 3. Listado de insumos y costos por vivero	210
Cuadro 3. 4. Costos totales de insumos, incluidos los 13 viveros	213
Cuadro 3. 5. Cantidad de semilla estimada para cada vivero	214
Cuadro 3. 6. Cantidad de semillas viables con su porcentaje de germinación y precio	215
Cuadro 3. 7. Total de semillas en kilogramos y costos totales incluyendo 20% por pérdida	215
Cuadro 3. 8. Reclasificación de acuerdo a profundidad de suelos de Simmons	229
Cuadro 3. 9. Porcentaje de pendientes de acuerdo a metodología de INAB	226
Cuadro 3. 10. Matriz de Capacidad de Uso de la Tierra junto a resultados	227
Cuadro 3. 11. Reclasificación de valores de capacidad de uso de la tierra a código binario	227
Cuadro 3. 12. Distancias horizontales mínimas para definir zonas de protección forestal	228
Cuadro 3. 13. Ponderaciones asignadas	228

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. 1. Estructura organizacional del ICC	7
Figura 1. 2. Ubicación de la Finca Camantulul	8
Figura 1. 3. División administrativa que integra las cuencas.	15
Figura 1. 4. Modelo de elevación digital de las cuencas Achiguaté, Acomé y Coyolate	16
Figura 1. 5. Temperaturas promedio anuales dentro de las cuencas	19
Figura 1. 6. Precipitación promedio anual de las cuencas	20
Figura 1. 7. Regiones fisiográficas de las cuencas	21
Figura 1. 8. Geología de las cuencas	22
Figura 1. 9. Órdenes de suelos	26
Figura 1. 10. Serie de suelos	27
Figura 1. 11. Uso de la tierra de las cuencas	30
Figura 1. 12. Capacidad de uso de la tierra, metodología INAB	31
Figura 1. 13. Zonas de vida existentes dentro de las cuencas	33
Figura 1. 14. Porcentaje de habitantes por lugares poblados	36
Figura 1. 15. Porcentaje de habitantes por género por cuenca	37
Figura 1. 16. Población económicamente activa a nivel de cuenca por género	39
Figura 1. 17. Porcentaje de alfabetismo a nivel de cuencas	39
Figura 1. 18. Causas, consecuencias y soluciones para deforestación	41
Figura 1. 19. Causas, consecuencias y soluciones para contaminación del recurso hídrico	42
Figura 2. 1. Ciclo hidrológico	52
Figura 2. 2. División administrativa de las cuencas	68
Figura 2. 3. Ubicación de estudios a nivel de cuenca	87
Figura 2. 4. Ubicación de estudios hidrológicos a nivel de subcuenca	90
Figura 2. 5. Ubicación de estudios meteorológicos realizados a nivel de subcuenca	93
Figura 3. 1. Diseño de la estructura del vivero forestal para 20,000 plantas	202
Figura 3. 2. Ubicación de viveros establecidos	209
Figura 3. 3. Capacitación en Nuevo Coyolate (izquierda) Capacitación Tahuexco (derecha)	216
Figura 3. 4. Capacitación en ECA Todos S. (izquierda) y Capacitación en Iztapa (derecha)	216
Figura 3. 5. Entrega de insumos en La Cumbre y en ECA Todos Santos	217
Figura 3. 6. Firma de Acta de entrega de insumos en ECA La Bendición (izq) entrega (der)	217
Figura 3. 7. Firma de Acta de entrega de insumos y entrega en Patulul, Suchitepéquez.	217

Figura 3. 8. División de semillas para cada comunidad	218
Figura 3. 9. Evaluación de áreas (cercado) y de Semillero (derecha), en ECA La Bendición	218
Figura 3. 10. Firma de Acta y entrega de semilla, ECA La Bendición, Guanagazapa	219
Figura 3. 11. Evaluación de áreas (semillero - izq) y firma de actas (der) en El Triunfo	219
Figura 3. 12. Entrega de semillas, El Triunfo. Evaluación de áreas en Patulul	219
Figura 3. 13. Cómo sembrar Teca. Firma de actas de entrega en Nuevo Coyolate	220
Figura 3. 14. Entrega de semilla. Demostración de siembra de Eucalipto Patulul	220
Figura 3. 15. Evaluación de actividades y cercado de área	220
Figura 3. 16. Evaluación de actividades, San Marcos Niza, Santo Domingo	221
Figura 3. 17. Evaluación de áreas, ASOBORDAS, La Nueva Concepción, Escuintla	221
Figura 3. 18. Semillero de Palo Blanco y Cedro –izq- Lagarto –medio-, Cedro –der- en ICC	222
Figura 3. 19. Semillero de Plumillo –izq y der- en comunidad Nuevo Coyolate, Patulul	222
Figura 3. 20. Semillero de Cedro, Todos Santos Cuchumatán, Guanagazapa, Escuintla	222
Figura 3. 21. Modelo de elevación del terreno	229
Figura 3. 22. Mapa de luminosidad (hillshade)	230
Figura 3. 23. Mapa de pendientes a nivel nacional y acercado a las cuencas de interés	231
Figura 3. 24. Mapa de curvatura a nivel nacional y acercado a las cuencas de interés	232
Figura 3. 25. Mapa de profundidades efectivas.	233
Figura 3. 26. Mapa de reclasificación de capacidad de uso de la tierra	234
Figura 3. 27. Propuesta de mapa para áreas potenciales a reforestar en riberas de ríos	235
Figura 3. 28. Ejemplo de aplicación	236
Figura 3. 29. Perímetro de la estación experimental Camantulul	242
Figura 3. 30. Mapa del lote 5 (Arboretum, plantaciones)	243
Figura 3. 31. Selección de espacios para plantar árboles	244
Figura 3. 32. Preparación del terreno (ahoyado – izquierda). Siembra (derecha)	244
Figura 3. 33. Identificación de especies (izq) árbol de Fruta de pan (<i>Artocarpus altilis</i> - der)	244
Figura 3. 34. Árbol de Sauce (<i>Salix chilensis</i> - izq) y Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i> -der) plantados	245
Figura 3. 35. Chapeo de malezas (izq). Árbol de ramón sin plato (centro)	245
Figura 3. 36. Tractor proveedor de agua para riego (izq). Método de riego selectivo(der)	245
Figura 3. 37. Trazo de sendero (izquierda). Limpieza de área trazada (derecha)	246
Figura 3. 38. Limpieza de área trazada	246
Figura 3. 39. Sendero limpio (izquierda). Corte de bambú (derecha)	246
Figura 3. 40. Bambú listo para ser colocado (izquierda). Colocación de bambú (derecha)	247

Figura 3. 41. Disposición de sendero con bambú	247
Figura 3. 42. Identificación de árboles (izquierda). Plaquetas de identificación (derecha)	247
Figura 3. 43. Elaboración de señalización (izquierda). Piedras para señalización (derecha)	248
Figura 3. 44. Piedras identificadas (izq). Árbol señalado, número 11, Cedro	248
Figura 3. 45. Leña apilada de Eucalipto de invasores	249
Figura 3. 46. Árboles afectados por los fuertes vientos de la tormenta 12 – E	249
Figura 3. 47. COBUSOT para el departamento de Santa Rosa	255
Figura 3. 48. Verificando áreas de caña en el mapa del departamento de Escuintla	256
Figura 3. 49. Verificación áreas en ortomapa del departamento de Santa Rosa	257
Figura 3. 50. Algunos ingenios corroboraron áreas en sus bases de datos de SIG	257
Figura 3. 51. Mapa del departamento de Santa Rosa en hoja cartográfica	258
Figura 3. 52. Mapa del departamento de Suchitepéquez en ortofotos	259
Figura 3. 53. Cuenca María Linda utilizando el nuevo diseño de cajetín	260
Figura 3. 54. Portada de folleto del Diplomado. Profesores de Retalhuleu	261
Figura 3. 55. Profesores de Mazatenango recibiendo curso	261

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Boleta de registro de información	122
Anexo 2. Entrada a la base bibliográfica	123
Anexo 3. Página principal	124
Anexo 4. Vista general del sistema	125
Anexo 5. Agregar un nuevo registro	126
Anexo 6. Información detallada de cada estudio	127
Anexo 7. Búsqueda avanzada.	128
Anexo 8. Boleta de evaluación de comunidades para el establecimiento de viveros.	263
Anexo 9. Boleta de evaluación de comunidades para de viveros	264
Anexo 10. Trifoliar elaborado como material de apoyo de información de los comunitarios	265
Anexo 11. Acta de entrega de insumos, Guanagazapa, Escuintla	266
Anexo 12. Acta de entrega de insumos de la Comunidad La Cumbre, Patulul	266
Anexo 13. Flujograma general	267
Anexo 14. Listado de participantes en el Taller de validación de COBUSOT	268

CAPÍTULO I
DIAGNÓSTICO GENERAL DE LAS CUENCAS ACHIGUATE, ACOMÉ Y COYOLATE,
DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO

1.1 PRESENTACIÓN

El Programa de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía (EPSA), es la última etapa de formación profesional del estudiante y consiste en conjunto de actividades académicas en el campo de la docencia, la investigación, la extensión y el servicio (EPSA, 2005).

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático –ICC-, es la institución fundada por el sector azucarero de Guatemala para contribuir en acciones que desarrollen procesos adecuados de mitigación y adaptación al cambio climático en las comunidades, procesos productivos e infraestructura en la región. Dentro del ICC, se encuentran cinco diferentes programas con distinto enfoque: Manejo integrado de cuencas, Clima e hidrología, Ecosistemas, Gestión de Riesgo de Desastres y Desarrollo de capacidades y divulgación.

Como parte inicial del EPS, se realizó un diagnóstico del área en donde se enfocaron las acciones durante esta etapa, que en este caso constituyó una descripción general de características biofísicas y socioeconómicas de las cuencas Achiguate, Acomé y Coyolate, que son las cuencas prioritarias en donde ejerce acciones el ICC. En este capítulo se presenta una descripción de cómo se encuentran las cuencas, realizando así una evaluación en donde se identifican problemas para los cuales se presentan alternativas de solución.

Como instituto de investigación, es necesario el establecimiento de líneas bases para programar estrategias de acción, y es en esta parte donde entra el programa de Clima e hidrología como parte investigadora mientras que el programa de Manejo integrado de cuencas toma las acciones de implementación de actividades, es en estos dos programas que se formó parte en el EPS.

Para la realización del diagnóstico se utilizaron fuentes de información secundaria, tales como las bases de datos de la plataforma ArcGis® generada por instituciones

tales como el MAGA, INAB, IGN, INE, para realizar el análisis. Así como la revisión de documentos existentes.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las cuencas Achiguate, Coyolate y Acomé son sistemas que varían en su comportamiento y su estudio constituye elemental en tema de investigación del recurso hídrico, así como otros factores que se involucran (habitantes dentro de las cuencas)..

Para el establecimiento de las líneas bases de trabajo en cualquier institución, es necesario conocer el área en la que se va a trabajar y sobre la cual se van ejecutar estos proyectos, conociendo cuál es la problemática que se presenta en el área, se pueden plantear propuestas de soluciones y basar sus decisión en un Plan Operativo de trabajo.

En base a lo anterior, para el Instituto de Investigación de Cambio Climático es de vital importancia conocer la situación actual de los recursos –biofísicos así como socioeconómicos- de las cuencas Achiguate, Acomé y Coyolate, para que en base a este diagnóstico se puedan establecer las líneas para los programas de investigación e implementación estratégica.

1.3 MARCO REFERENCIAL

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático es la institución fundada por el sector azucarero de Guatemala para contribuir en acciones que desarrollen procesos adecuados de mitigación y adaptación al cambio climático en las comunidades, procesos productivos e infraestructura en la región.

1.3.1 Visión

Ser una institución privada líder en investigación y desarrollo de proyectos para la mitigación y la adaptación al Cambio Climático en las comunidades, los procesos productivos y la infraestructura de la región.

1.3.2 Misión

Crear y promover acciones y procesos que faciliten la mitigación y la adaptación al cambio climático en la región con base en lineamientos técnico-científicos.

En la actualidad, el instituto cuenta con 5 diferentes programas que se enfocan en lo siguiente:

1.3.3 Clima e hidrología

Su objetivo es generar información y análisis sobre el clima y los recursos hídricos que sean empleados para la toma de decisiones relacionadas a los retos presentes y futuros del cambio climático.

A. Actividades principales:

- Administración de la red de estaciones del sector azucarero
- Modelos climáticos y amenazas potenciales
- Estudios de inundaciones
- Análisis de eventos extremos.

1.3.4 Ecosistemas

Su objetivo es generar y validar conocimiento que contribuya a mantener los servicios que los bosques y los sistemas agrícolas prestan a la sociedad.

A. Actividades principales

- Inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
- Procesos y/o alternativas tecnológicas para reducir las emisiones de GEI
- Diseño de corredores biológicos
- Aumentar la capacidad de adaptación de ecosistemas

1.3.5 Manejo integrado de cuencas

Este programa persigue impulsar e implementar acciones para mantener la integridad de los recursos naturales en las cuencas tomando en cuenta su contexto social.

A. Actividades principales

- Fomento y acompañamiento de procesos de organización social para el manejo de cuencas (en los primeros años se trabajará las cuencas prioritarias de la zona cañera de la Costa Sur).
- Promoción de manejo y protección del bosque.
- Apoyar el manejo integrado del agua.

1.3.6 Gestión de riesgo de desastres

Este programa persigue influir en la reducción de riesgo de desastres impulsando acciones con base en el análisis de factores naturales y sociales.

A. Actividades principales:

- Evaluación de la vulnerabilidad de poblados, infraestructura y sistemas de producción
- Análisis de amenazas, especialmente de las inundaciones
- Elaboración de propuestas de obras para reducción de desastres y adaptación al cambio climático.

1.3.7 Desarrollo de capacidades y divulgación

Su objetivo es difundir información y conocimientos que aumenten la capacidad de la población y de los sistemas productivos de mitigar y adaptarse al cambio climático.

A. Actividades principales:

- Capacitaciones a grupos clave de la población sobre el cambio climático.
- Publicaciones sobre el cambio climático.
- Asesoría técnica para la mitigación y adaptación al cambio climático.

1.3.8 Equipo profesional y estructura organizacional del ICC

El equipo consta del Director, cinco coordinadores de programa, personal administrativo, personal técnico y de campo (Figura 1. 1).



Figura 1. 1. Estructura organizacional del ICC

1.3.9 Ubicación geográfica del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático se encuentra ubicado en la finca Camantulul km 92.5 carretera a Mazatenango, en las oficinas de Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA), Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

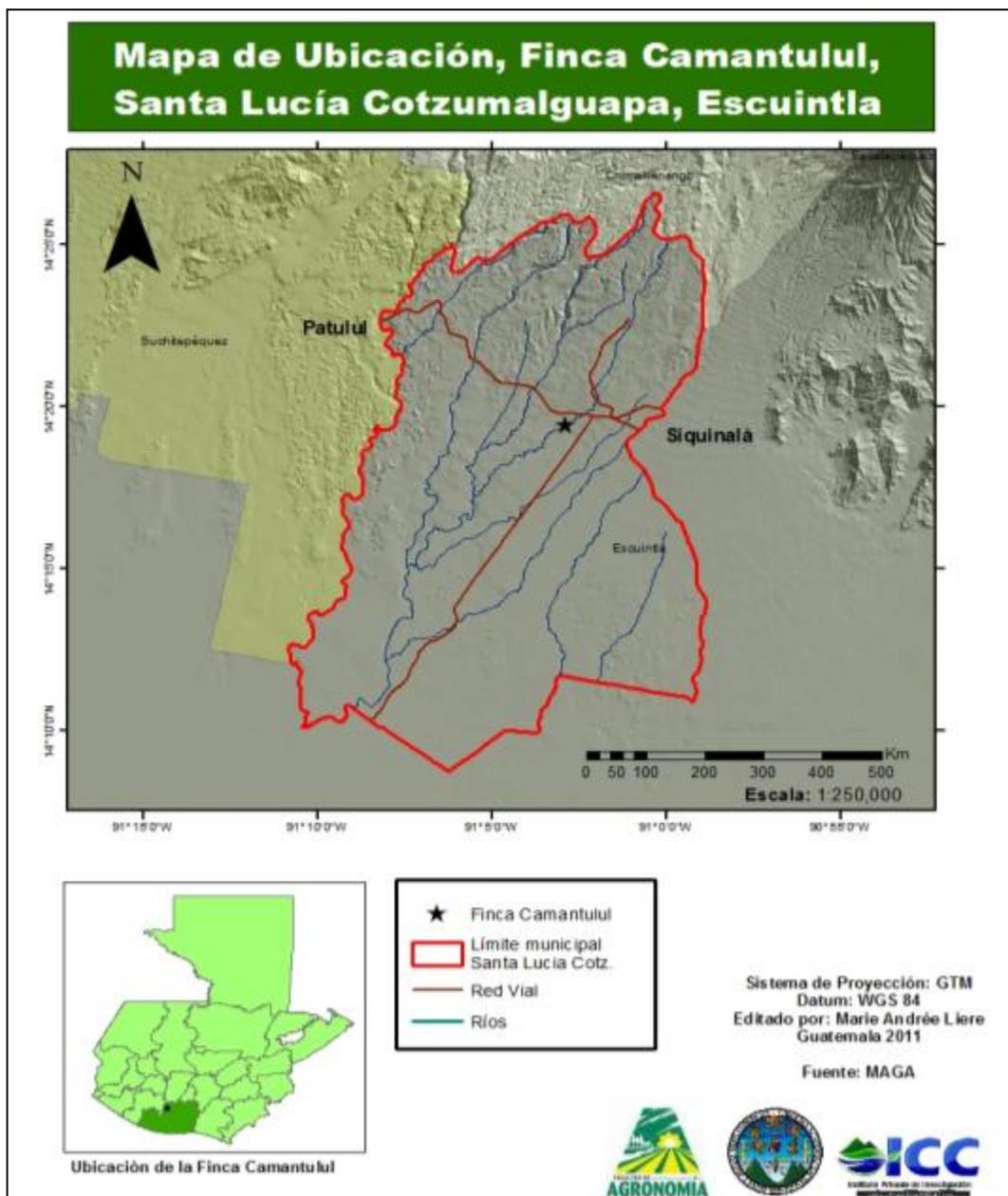


Figura 1. 2. Ubicación de la Finca Camantulul

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

- Realizar un diagnóstico biofísico y socioeconómico general de las cuencas Acomé, Achiguate y Coyolate en donde actualmente realiza acciones de desarrollo el Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático.

1.2.2 Específicos

- A. Descripción biofísica de las cuencas Acomé, Achiguate y Coyolate.
- B. Descripción socioeconómica de las cuencas Acomé, Achiguate y Coyolate.
- C. Definir y priorizar la problemática en las cuencas Acomé, Achiguate y Coyolate, en base a las características biofísicas y socioeconómicas de las cuencas para establecer bases de trabajo, y con ello proponer proyectos de desarrollo e investigación.

1.2 METODOLOGÍA

El procedimiento para obtener el análisis presentado en este informe incluyó las siguientes fases: a) conocer la situación a partir de recopilación de información de los subsistemas natural, económico y social realizada en estudios de referencia b) realizar proceso de consulta con actores clave y c) aplicar técnicas de análisis de información con Sistemas de Información Geográfico –SIG-.

1.2.1 Fase 1

A. Recopilación de información (secundaria)

Recopilación de la información existente que describe el panorama de los recursos naturales dentro de las 3 cuencas bajo estudio. Se obtuvo de fuentes secundarias bibliográficas, incluyendo también la información existente en la base de datos de shapfiles (Plataforma de ArcGis®: MAGA, IGN, INAB, INE) para la generación y análisis de mapas.

En base a la información recolectada se generó un análisis preliminar situacional y la generación de capas para poder establecer la información.

1.2.2 Fase 2

A. Recopilación de información (primaria)-establecimiento de contactos

Acercamiento con actores claves dentro de las cuencas que aportaron la información esencial (municipalidades, actores dentro de las cuencas, etc) en el momento de existir dudas. Corroborar áreas de uso.

1.2.3 Fase 3

A. Fase final de gabinete

Finalmente recolectada y procesada toda la información obtenida durante las fases anteriores se procedió a realizar la elaboración del diagnóstico general de los recursos naturales de las cuencas Acomé, Achiguate y Coyolate en donde actualmente realiza acciones de desarrollo el Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático.

Se generaron mapas temáticos para la representación gráfica de la información extraída de las base de datos. Estos mapas generados fueron:

- Departamentos
- Municipios
- Modelo de elevación digital
- Curvas de nivel
- Temperaturas promedio anual
- Precipitación promedio anual
- Regiones fisiográficas
- Geología
- Series de suelos
- Uso de la tierra
- Uso de la tierra por subcategorías
- Capacidad de uso de la tierra

1.3 RESULTADOS

1.3.1 Descripción de las vertientes de Guatemala

El Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH–, estima para Guatemala, que el 41 por ciento del agua de lluvia escurre superficialmente y llega a los océanos, principalmente en forma de corrientes de agua que escurren por todo el territorio nacional en tres grandes vertientes, las cuales son: La vertiente del Pacífico con una escorrentía de 30,053 millones de m³/año, del Atlántico 44,245 m³/año de escorrentía y del golfo de México de 42,290 millones de m³/año de escorrentía (Castro Loarca, 2003).

1.3.2 La vertiente del Pacífico

Los ríos de esta vertiente, son corrientes de longitudes cortas (110 kms promedio), se originan a una altura media de 3000 msnm y presentan pendientes fuertes en las partes altas de las cuencas (entre 10% y 20%), cambiando bruscamente a pendientes mínimas en la planicie costera, lo que genera grandes zonas susceptibles a inundación en la parte baja, produciendo crecidas instantáneas de gran magnitud y corta duración, así como tiempos de propagación muy cortos (Castro Loarca, 2003). Las cuencas que conforman el sistema de cuencas de la vertiente del Pacífico son: Coatán, Suchitate, Naranjo, Ocosito, Samalá, Sis-Icán, Nahualate, Madre Vieja, Coyolate, Acomé, Achiguate, María Linda, Paso Hondo, Paz, Ostúa, Olopa y Los Esclavos.

Las cuencas: Ocosito, Samalá, Sis-Icán, Nahualate, Madre Vieja, Coyolate, Acomé, Achiguate, María Linda y Los Esclavos son las áreas que constituyen la oferta del agua de la zona cañera guatemalteca. Las cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico, están ubicados en zonas de recarga hídrica que varían en su comportamiento y dependen de la altura sobre el nivel del mar y la cobertura forestal (Castro Loarca, 2003).

1.3.3 Ubicación de las cuencas Achiguate, Acomé y Coyolate

La cuenca del río Coyolate se ubica en el sur de Guatemala entre los paralelos 13°55' y 14°49' de latitud norte y los meridianos 90°51' y 91°22' de longitud oeste. El área de captación tiene una extensión de 1792.104 km², que representa el 7.45% del área de la Vertiente del Pacífico. El río Coyolate nace en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, y recorre aproximadamente 142 km antes de desembocar en el océano Pacífico.

El territorio de la cuenca se encuentra en jurisdicción de cuatro departamentos (Escuintla, Chimaltenango, Suchitepéquez y Sacatepéquez –Figura 1. 3-), abarcando la totalidad o parte de 15 municipios (San Miguel Dueñas, Alotenango, Santa Apolonia, Tecpán, Patzún, entre otros).

La cuenca del río Achiguate se encuentra ubicada al sur de Guatemala limitando al este con la cuenca del río María Linda y al oeste con Acomé y Coyolate, entre los paralelos 13°55 y 14°40 latitud norte y los meridianos 90°59' y 90°40'. Tiene una extensión aproximada de 1350.31 Km². Cuenta con 8 subcuencas a nivel 7 que son: Guacalate, Las Provincias, Ceniza, El Jute, Toxijón, Las Majadas, Los Molinos, Chochajá (MAGA, 2009).

El territorio de la cuenca se encuentra en jurisdicción de los departamentos (Figura 1. 3) Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla; abarcando así los municipios de Chimaltenango, El Tejar, Sumpango, San Andrés Iztapa, Pastores, entre otros.

La cuenca del río Acomé se ubica al sur de Guatemala, entre los paralelos 13°55' y 14°20'50" de latitud norte y los meridianos 91°13' y 91°0' de longitud oeste, (entre las cuencas de los ríos Coyolate y Achiguate) y tiene una extensión aproximada de 821.26 km². El territorio de la cuenca se encuentra en jurisdicción del departamento de Escuintla, y parte de los municipios de Santa Lucía Cotzumalguapa, Siquinalá, La Democracia y la Gomera, siendo este último el que ocupa la mayor parte de la cuenca (figura 1.3).

Esta cuenca está constituida por 4 subcuencas que son Agüero, Cabeza de Toro, Seco y El Papayo. Los afluentes que se encuentran dentro de la cuenca son Colojate, río Acomé o de la Gomera, río Agua Blanca, río Agüero, río Cabeza de Toro y el río Sanchinquihuite.

Las altitudes de las cuencas van desde los 0 hasta los 3960 msnm. El territorio cubre regiones del altiplano, la bocacosta, la llanura costera y la costa del Pacífico. A excepción de la cuenca del río Acomé que se encuentra ubicada en su totalidad en la Llanura Costera del Pacífico, siendo de topografía relativamente plana. En la Figura 1. 4 se presenta el modelo de elevación digital de la cuenca.

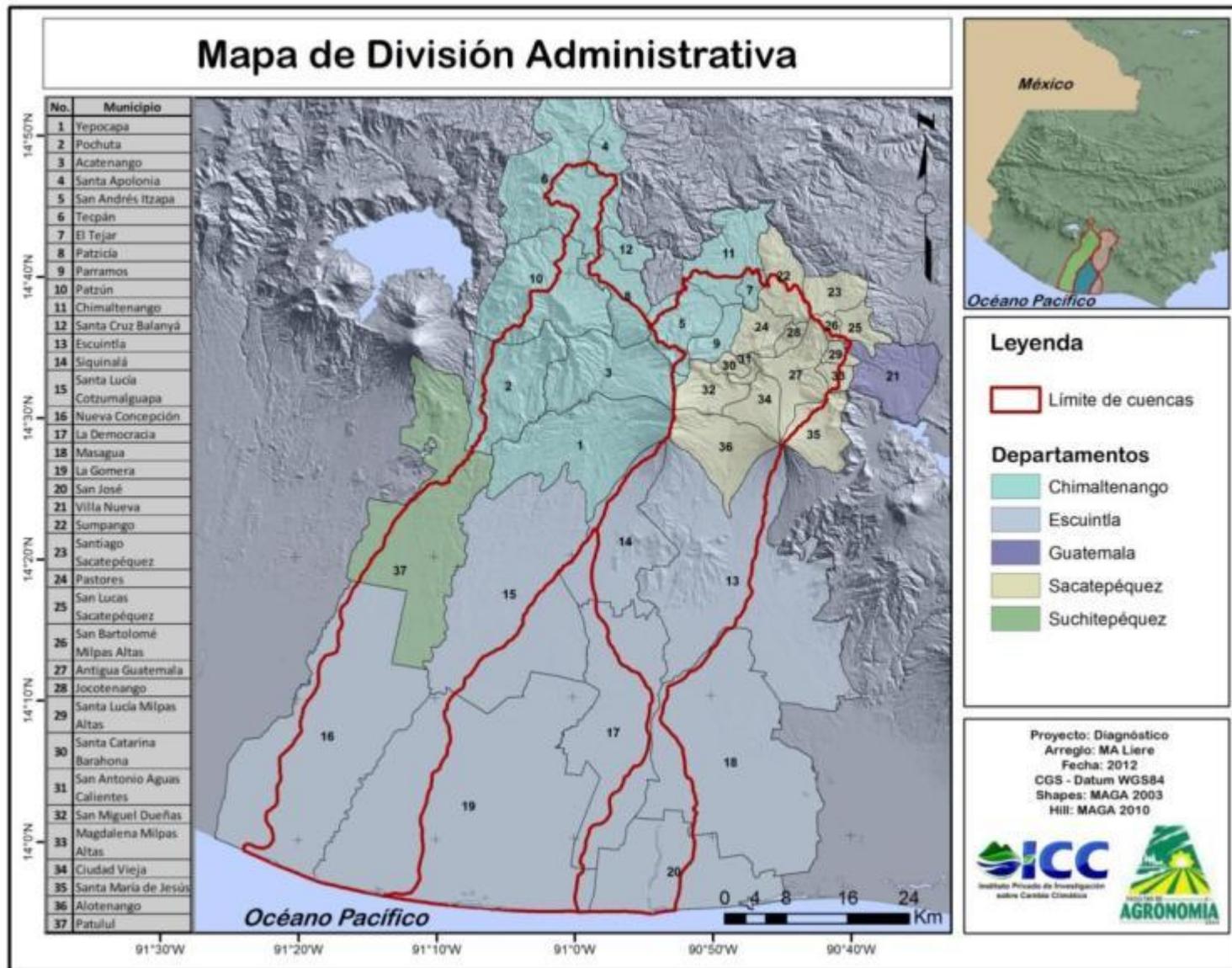


Figura 1. 3. División administrativa que integra las cuencas.

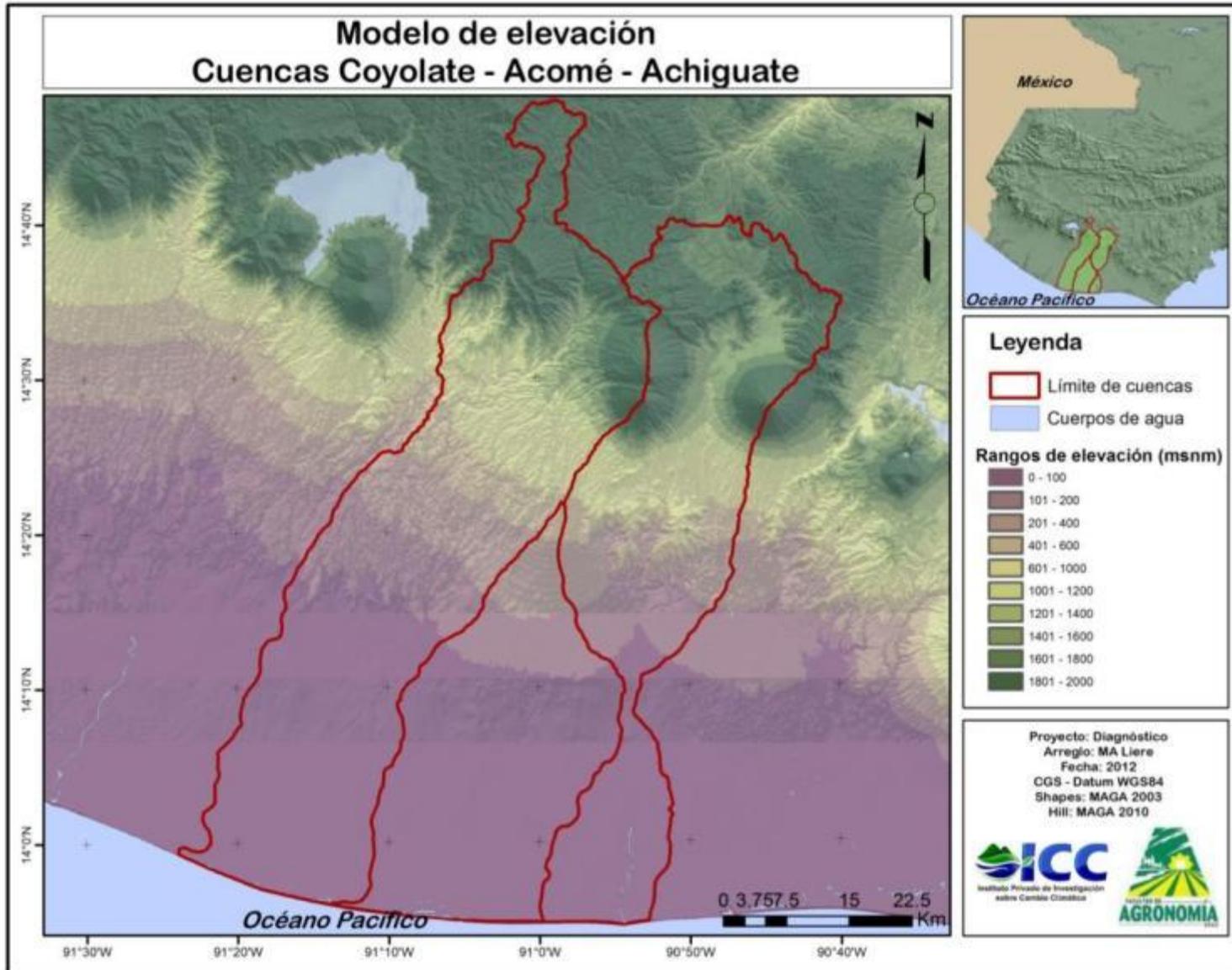


Figura 1. 4. Modelo de elevación digital de las cuencas Achiguate, Acomé y Coyolate

1.3.4 Características biofísicas

A. Características Climáticas

Las condiciones climáticas de la cuenca varían en tiempo y espacio. Temporalmente se presentan dos estaciones, la lluviosa que va de Mayo a Octubre y la seca que va de Noviembre a Abril. Cada estación presenta variabilidad en parámetros como la lluvia, el viento, la temperatura y la humedad. Con relación a la distribución espacial del clima, en las Figura 1. 5 Figura 1. 6 se observan las variables de precipitación pluvial y temperatura de la cuenca.

De acuerdo a la información de la base de datos de INSIVUMEH (2007) se reportan precipitaciones que van de 500 a 1,000 mm. anuales (en las partes bajas de las cuencas) y en otros en donde los rangos van de los 3,000 a 4,000 mm. anuales, Las máximas precipitaciones se dan en la bocacosta donde se alcanzan más de 4000 mm anuales. Esto se debe a que la humedad proveniente del Pacífico se mueve libremente del litoral hacia el interior, pero al encontrar la barrera orográfica de los volcanes se eleva y baja de temperatura, provocando la precipitación pluvial. La temperatura promedio oscila entre los 4 y los 26 °C, con valores más elevados al nivel del mar y disminuciones graduales con el aumento de la altitud. El rango general en las 3 cuencas es similar, en donde se reportan temperaturas mínimas de 4°C (en las cuencas Achiguate y Coyolate) mientras que para la cuenca Acomé se reportan temperaturas mínimas de 22°C, y para las 3 cuencas como máximo 26°C.

B. Fisiografía

En la figura 1.7 se pueden observar 3 regiones fisiográficas; la Llanura Costera del Pacífico, hasta los 400 msnm. Su geología está compuesta principalmente por Aluviones del Cuaternario, y es característica porque sus pendientes son menores en cuanto a su inclinación, abarca un 67% del área total de las cuencas. En la parte norte de Patulul y Santa Lucía Cotzumalguapa y una pequeña porción de Yepocapa, se encuentra la región Pendiente Volcánica Reciente, que abarca únicamente el 2% del área total. Y por último en toda la zona norte, aproximadamente a los 500 msnm se

encuentra la región de Tierras Altas Volcánicas, abarcando así el 31% del área total de las cuencas.

C. Geología

En la parte baja de la cuenca abarcando un 30% del área, se encuentran rocas sedimentarias, constituidos por aluviones del cuaternario. En la parte media-alta, (26% del área total de la cuenca), se encuentra constituido por rocas volcánicas que incluye coladas de lava, material lahárico, tobas y edificios volcánicos. Y un 6%, lo conforman rocas ígneas y metamórficas con características de rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso. Rocas volcánicas sin dividir del terciario. Predominantemente Mio-Plioceno. Incluye tobas, coladas de lava, material lahárico, y sedimentos volcánicos que abarca un 38% del área total (figura 1.8).

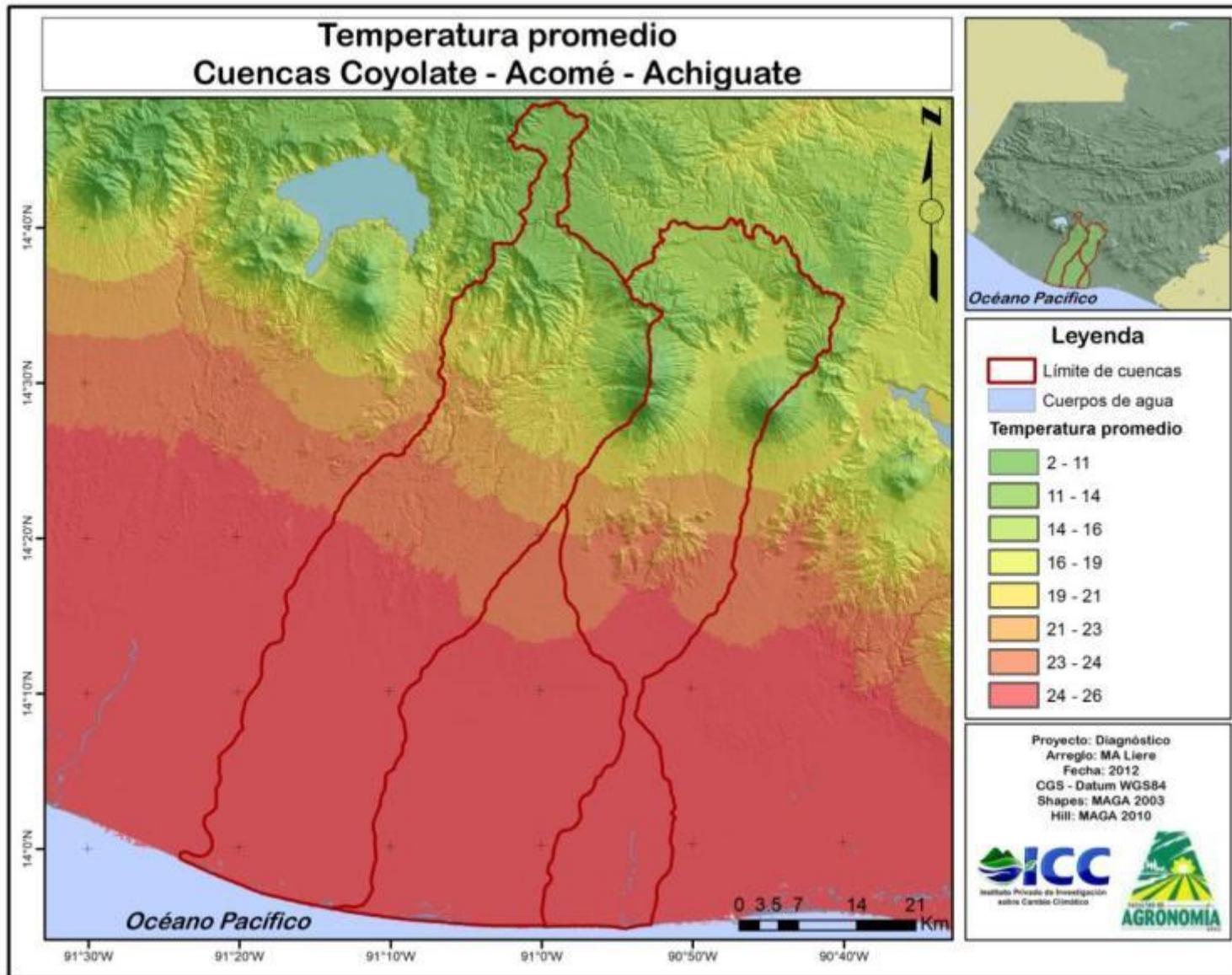


Figura 1. 5. Temperaturas promedio anuales dentro de las cuencas

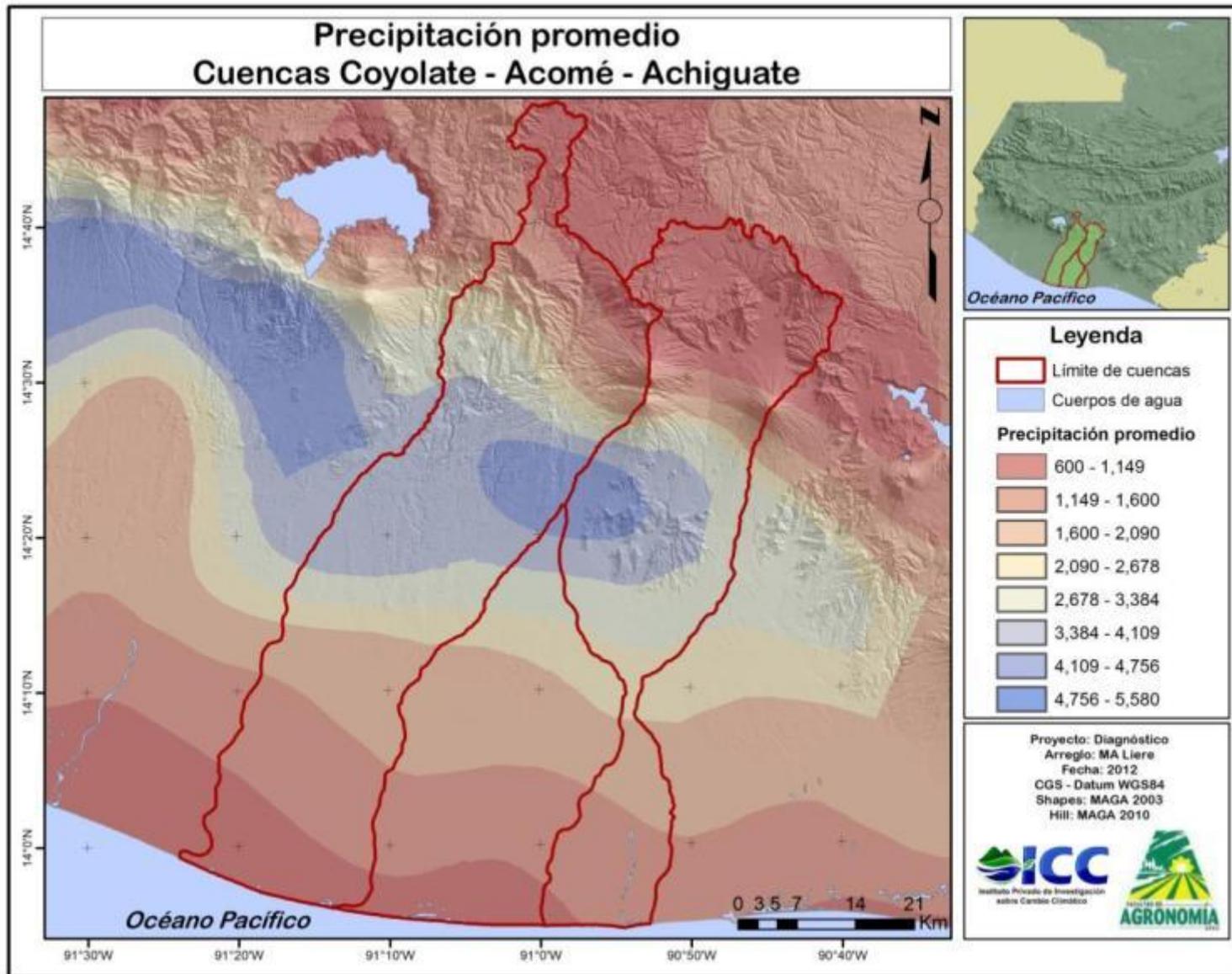


Figura 1. 6. Precipitación promedio anual de las cuencas

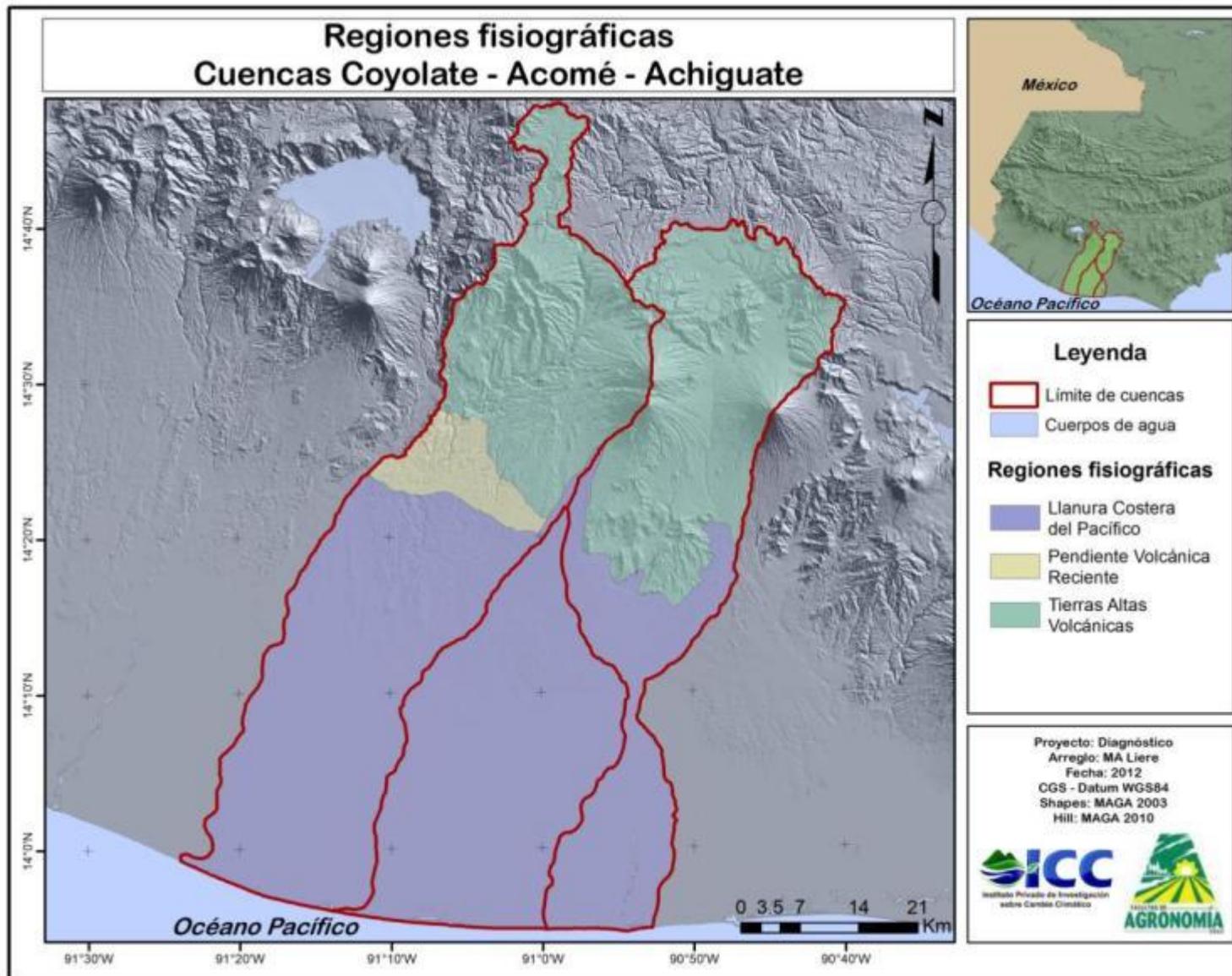


Figura 1. 7. Regiones fisiográficas de las cuencas

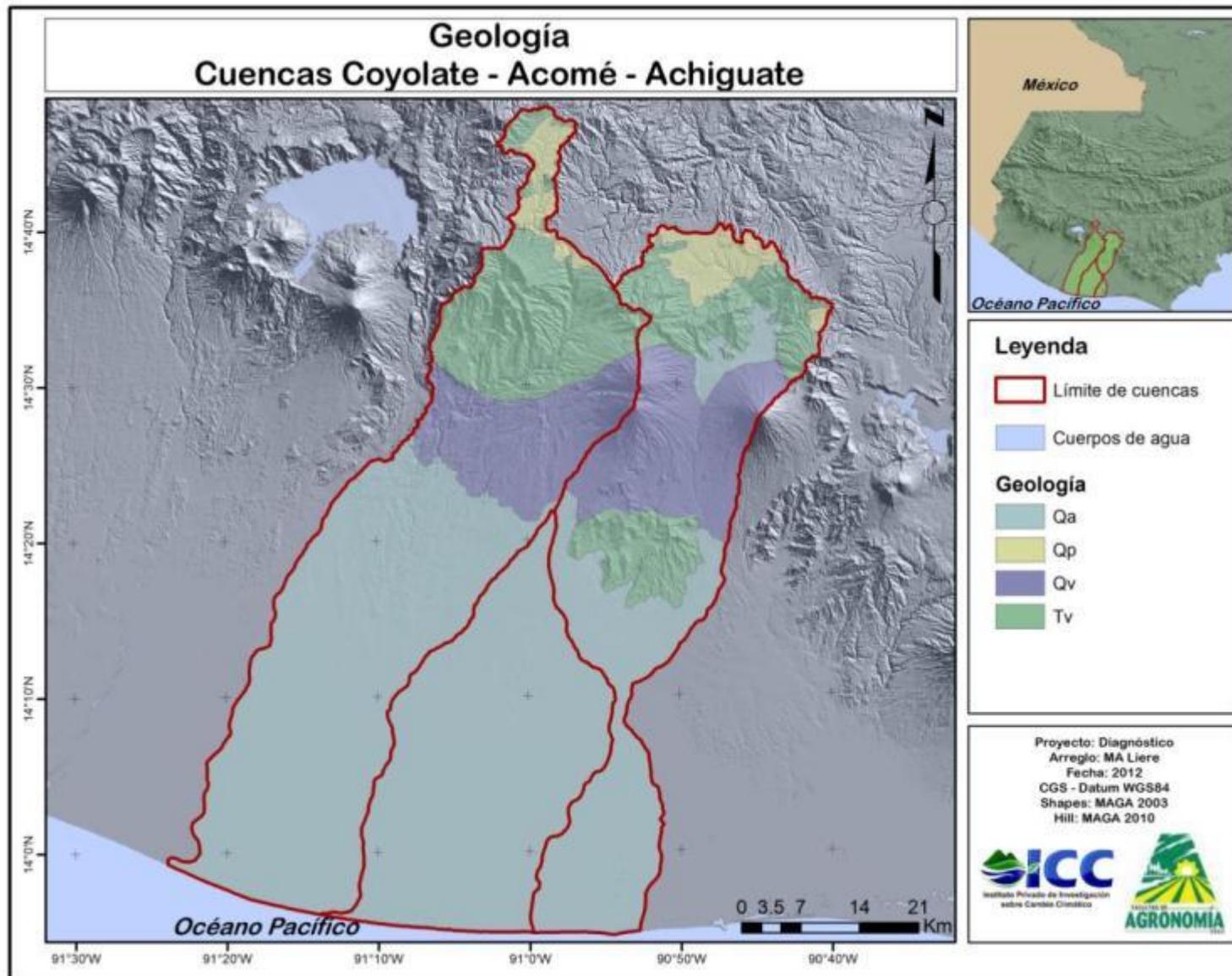


Figura 1. 8. Geología de las cuencas

D. Suelos

Los órdenes de suelos que podemos encontrar dentro de las cuencas cubriendo una mayor área son Mollisoles y Andisoles; en menor escala encontramos Alfisoles, Entisoles, Inceptisoles y Ultisoles (Figura 1. 9).

A continuación se presenta un cuadro resumiendo las series de suelos –Simmons- que podemos encontrar dentro de la cuenca (figura 1.10) junto con sus respectivas características:

Cuadro 1. 1. Series de suelos de Simmons

Serie de Suelos	Material Original	Clase de drenaje	Color Superficial	Textura superficial	Profundidad Efectiva
Achiguate	Ceniza Volcánica	Drenaje Moderado	Café Grisáceo	Franca a Franca-Arcillosa	40
Alotenango	Ceniza Volcánica	Buen Drenaje	Café Grisáceo	Franco-Arenosa	110
Arena Playa de mar	Arena de Mar	Drenaje Excesivo	Negro	Arena	
Balanjuyú	Ceniza Volcánica	Buen Drenaje	Café Oscuro	Franca	100
Bucul	Depósitos Marinos o Aluviales	Drenaje muy Pobre	Gris muy Oscuro a Gris Oscuro	Franco-Arcillosa	100
Camanchá	Ceniza Volcánica	Buen Drenaje	Café muy Oscuro	Franca	150
Camantulul	Ceniza Volcánica	Buen Drenaje	Café Oscuro a muy Oscuro	Franco-Arcillosa	95
Cauqué	Ceniza Volcánica Pomácea	Buen Drenaje	Café muy Oscuro a Café	Franca a Franco-Arcillo-Arenosa	110
Chipó	Roca Granítica o Ceniza Volcánica	Drenaje Excesivo	Café muy Oscuro	Franca	40
Chocolá	Ceniza Volcánica o Material Aluvial	Buen Drenaje	Café Oscuro	Franco-Limosa o Arcillosa	150
Colojate	Lahar Máfico	Drenaje Excesivo	Gris Oscuro a Gris Cafesáceo Oscuro	Arena-Franca Gruesa o Franco-Arenosa a Arena-gravosa	50

Coyolate	Material Volcánico	Buen Drenaje	Café Oscuro	Franco-Arcillosa	100
Cutzán	Ceniza Volcánica Pomácea	Buen Drenaje	Café Oscuro a Café	Franco-Arenosa Fina	40
Escuintla	Lodo Volcánico	Buen Drenaje	Café muy Oscuro	Franca	110
Guacalate	Toba Volcánica	Buen Drenaje	Café muy Oscuro a Café Grisáceo muy Oscuro	Franca	45
Guatalón	Arena Volcánica	Drenaje Excesivo	Café Oscuro a Café muy Oscuro	Franco-Arenosa	80
Guatemala	Ceniza Volcánica	Buen Drenaje	Café muy Oscuro a Café Oscuro o Café	Franco-Arcillosa a Arcilla	> 100
Mazatenango	Material Volcánico	Buen Drenaje	Café Oscuro a Café Grisáceo Oscuro	Franco-Limosa	150
Osuna	Ceniza Volcánica	Buen Drenaje	Café a Café Oscuro	Franco-Arcillosa	más 50
Palín	Material volcánico y Máfico Mezclado	Buen Drenaje	Café Oscuro a Café muy Oscuro	Franco-Arenosa	100
Panán	Material Máfico	Buen Drenaje	Café Oscuro	Franco-Arenosa	50
Patzicía	Ceniza Volcánica Pomácea	Buen Drenaje	Café Oscuro	Franco-Arenosa	80 o más
Patzité	Ceniza Volcánica Pomácea	Buen Drenaje	Café Oscuro	Franco-Arenosa	75
Paxinamá	Aluvión	Drenaje Excesivo	Café Oscuro	Franco-Arenosa o Franco-Arenosa Fina	40 ó 50
Siquinalá	Brecha de Toba Máfica	Buen Drenaje	Gris Oscuro	Franca	40
Suchitepequez	Ceniza Volcánica	Buen Drenaje	Café Oscuro a Café muy Oscuro	Franco-Limosa	150 a 200
Tecojate	Depósitos Marinos	Drenaje muy Pobre	Gris Oscuro o Gris Cafesáceo Oscuro	Franco-Arcillosa	125

Tecpán	Ceniza Volcánica	Buen Drenaje	Café Oscuro a Café	Franco-Arcillo-Arenosa	150
Tiquisate franco	Depósitos Marinos Aluviales	Buen Drenaje	Café Oscuro a Café muy Oscuro	Franca	100
Tiquisate franco-arenosa	Depósitos Marinos Aluviales	Buen Drenaje	Café Oscuro a Café muy Oscuro	Franco-Arenosa Fina	100
Tolimán	Ceniza Volcánica	Buen Drenaje	Café Oscuro	Franco-Arenosa	100
Torolita	Flujo Lodoso Volcánico y Material Aluvial	Buen Drenaje	Café Rojizo muy Oscuro	Franco-Arcillosa	100
Totonicapán	Ceniza Volcánica o Roca	Buen Drenaje	Negro o Café muy Oscuro	Franco-Turbosa	90
Xayá	Flujo Lodoso	Buen Drenaje	Café Oscuro a Café Rojizo Oscuro	Franco-Arcillosa	100
Yepocapa	Ceniza Volcánica	Buen Drenaje	Café Oscuro a Café muy Oscuro	Franco-Gravosa	50 a 100
Zacualpa	Ceniza Volcánica	Drenaje Excesivo	Café a Café Grisáceo	Franco-Arenosa	50

Fuente: Elaboración propia, base de datos del MAGA

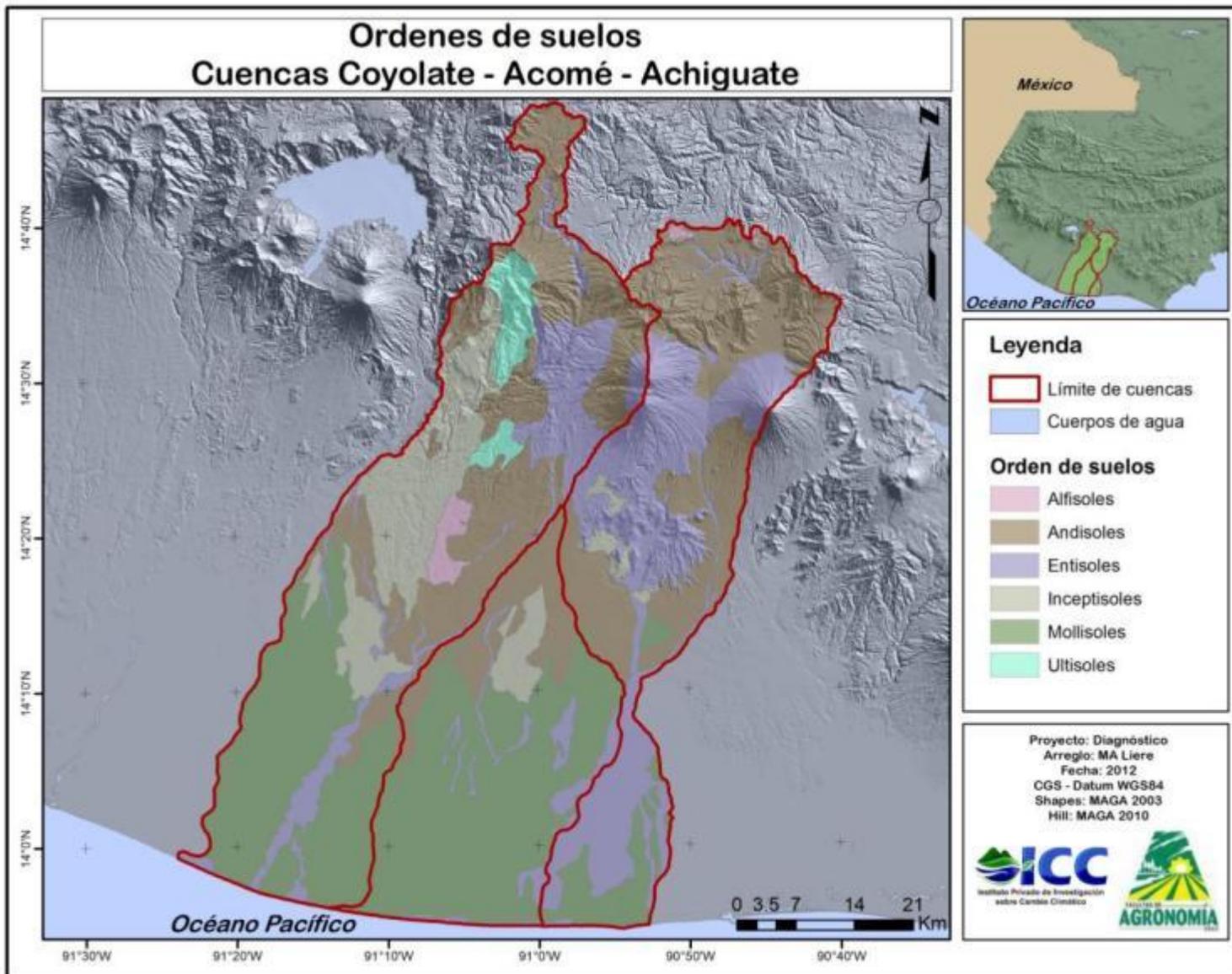


Figura 1. 9. Órdenes de suelos

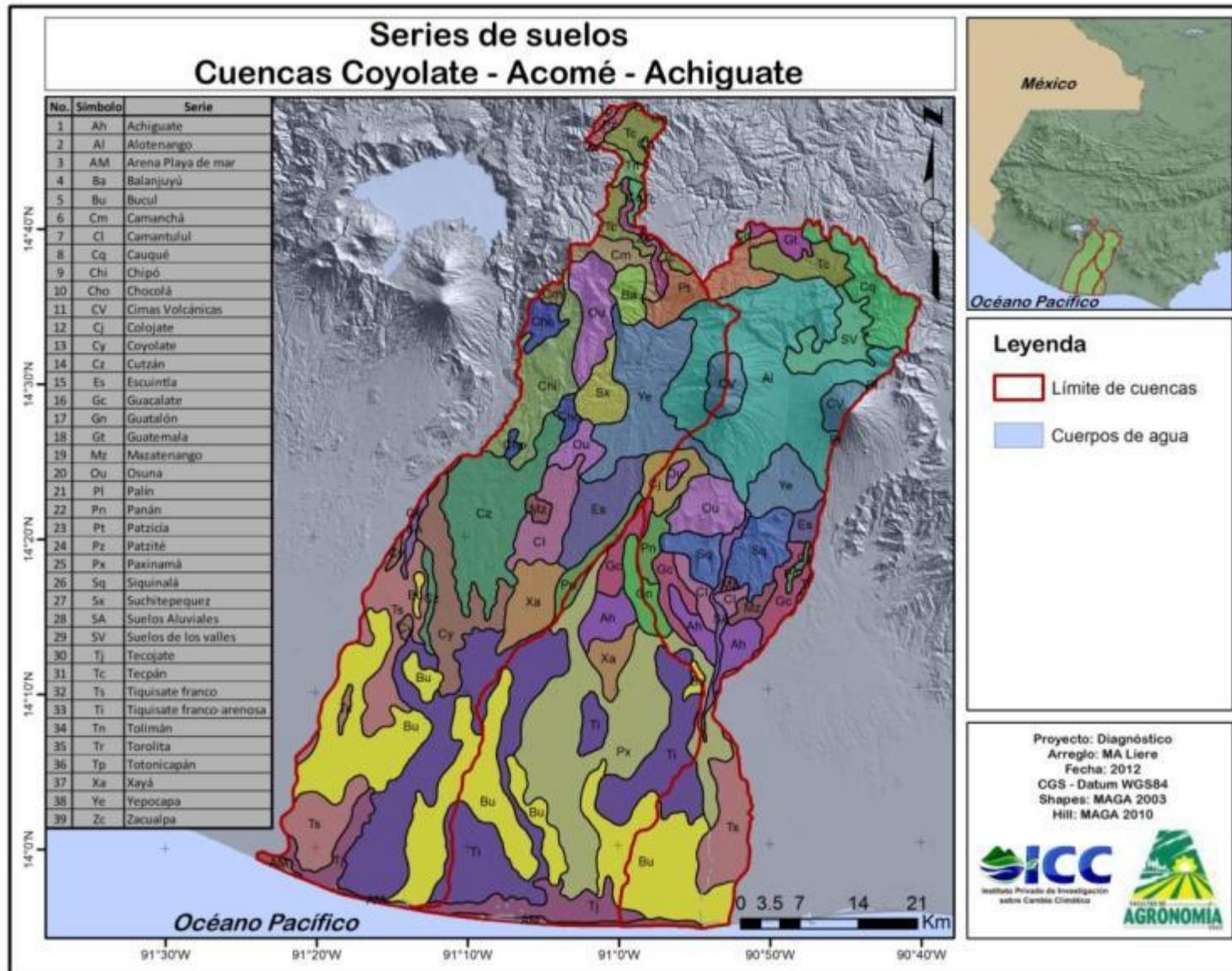


Figura 1. 10. Serie de suelos

E. Uso de la tierra y capacidad de uso

En el cuadro 1. 2 se presenta el uso de la tierra en una panorámica general, mientras que en el cuadro 1. 3 están presentados los usos, ampliando la información a subcategorías de uso (figura 1.11)).

Cuadro 1. 2. Uso de la tierra

Uso de la tierra	Área (Km ²)	% de área
Bosque Natural	369.76	9.71
Cuerpos de Agua	3.03	0.08
Cultivos	3304.96	86.80
Humedales y Tierras Inundables	27.69	0.73
Infraestructura	32.41	0.85
Pastos / Matorrales	48.93	1.28
Tierras Áridas o Estériles	20.97	0.55

Cuadro 1. 3. Uso de la tierra por subcategorías

Uso de la Tierra	Área en Km ²	% de área
Bosque Natural	369.76	9.71
Bosque Secundario (Arbustal)	78.07	2.05
Coníferas	182.87	4.80
Latifoliadas	104.14	2.73
Mixto	4.67	0.12
Cuerpos de Agua	3.03	0.08
Lagos, Lagunas y otros (Lénticos)	3.033	0.080
Cultivos	3304.96	86.80
Cultivos Anuales	928.28	24.38
Cultivos Perennes	2057.91	54.05
Otros Cultivos	318.77	8.37
Humedales y Tierras Inundables	27.69	0.73
Humedal con cobertura boscosa	26.64	0.70
Otros Humedales	1.05	0.03
Infraestructura	32.41	0.85
Centros Poblados	30.89	0.81
Zonas Industriales	1.52	0.04
Pastos / Matorrales	48.93	1.28
Pastos naturales	48.93	1.28
Tierras Áridas o Estériles	20.97	0.55
Área de Arena y / o Playa	6.56	0.17
Arena volcánica	14.41	0.38

El principal uso bajo el que se encuentra el territorio de las cuencas son actividades agrícolas (caña, granos básicos, hortalizas, agricultura semi-perenne, etc) cubriendo un 86.8% de la cuenca. Por otro lado casi un 20 % del territorio total de las cuencas tienen una cobertura de bosque natural. Existe también un área bastante extensa de áreas construidas, siendo este un 16% del área.

En el cuadro 4 se presentan las categorías de capacidad de uso de la tierra, elaborado en base a la metodología que establece INAB, que se pueden encontrar dentro de las cuencas (figura 1.12). En general, el área de las cuencas (30.98%) tiene capacidad de agricultura sin limitaciones, por lo que se puede decir que tiene un uso correcto dado que no se está sobreutilizando la tierra.

Cuadro 1. 4. Área y porcentaje por capacidad de uso de la tierra, metodología INAB.

Capacidad de uso		Área en Km ²	% de área
Agricultura con Mejoras	Am	652.83	17.15
Agricultura sin Limitaciones	A	1179.46	30.98
Agroforesteria con cultivos anuales	Aa	1081.69	28.41
Agroforesteria con cultivos permanentes	Ap	173.16	4.55
Áreas Protegidas de Protección	App	121.00	3.18
Sistemas Silvopastoriles	Ss	219.63	5.77
Tierras Forestales de Producción	F	280.40	7.36
Tierras Forestales de Protección	Fp	99.22	2.61

Fuente: elaboración propia

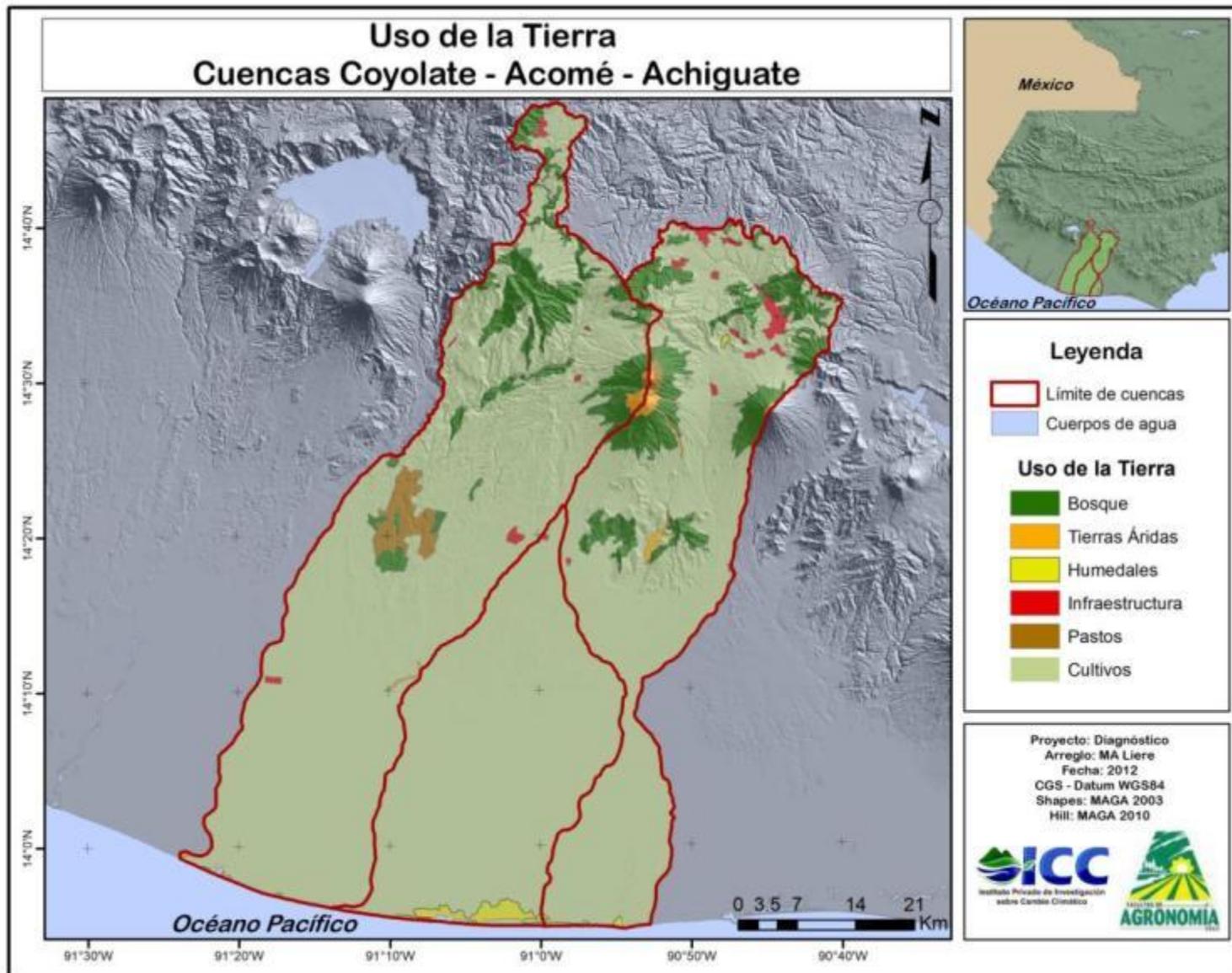


Figura 1. 11. Uso de la tierra de las cuencas

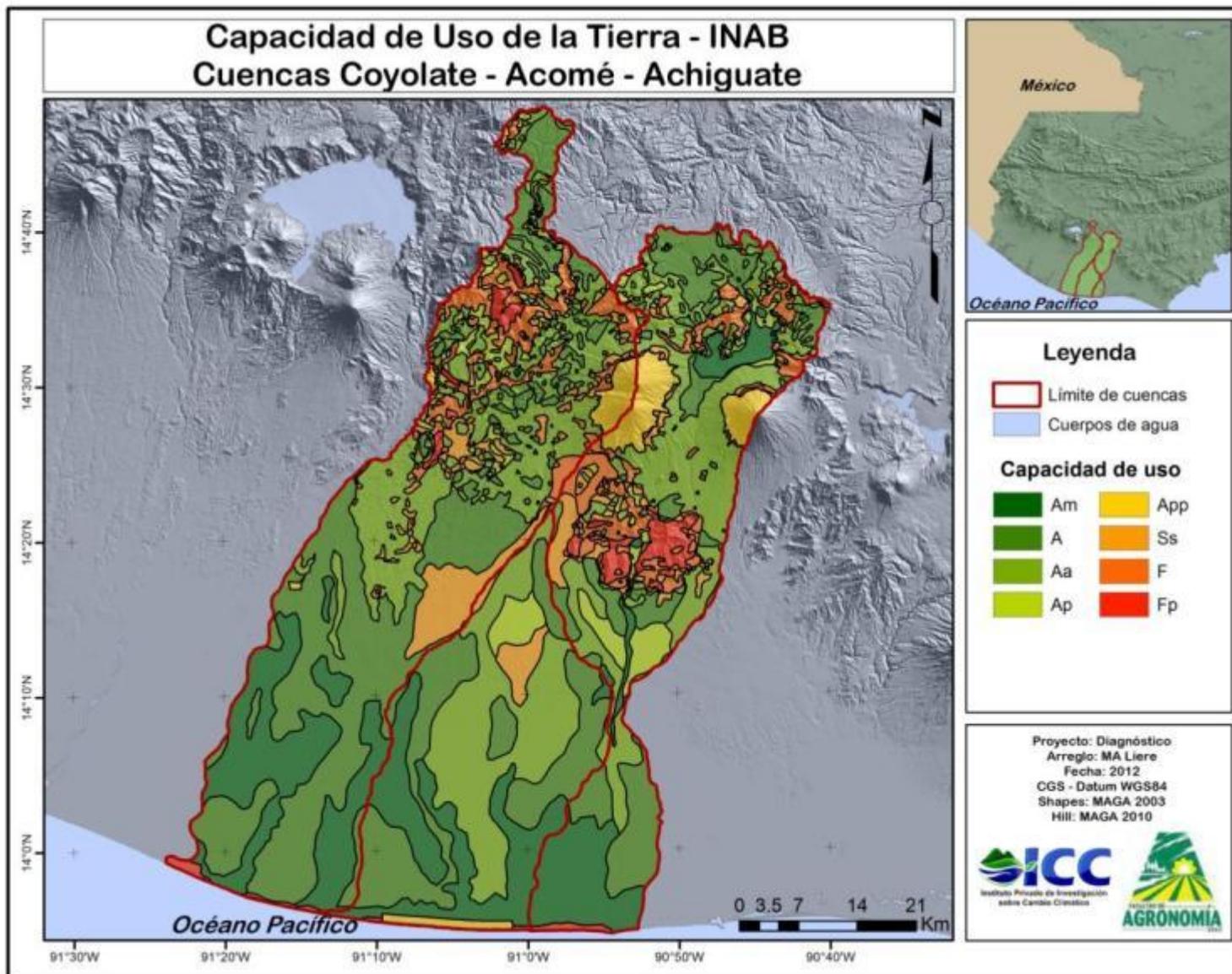


Figura 1. 12. Capacidad de uso de la tierra, metodología INAB

F. Zonas de vida

Dentro de las cuencas bajo estudio podemos encontrar 5 distintos tipos de zonas de vida. El principal, que abarca la mitad del área (53%) es el Bosque muy húmedo subtropical (cálido), con una precipitación promedio de 1826 mm, temperaturas mínimas de 21° y máximas de 25°C. Luego encontramos el Bosque húmedo subtropical (cálido), con un porcentaje de área de 26%, precipitaciones promedio de 2000 mm, temperaturas de 15° a 23°C como máximo. En menor área encontramos las zonas de vida Bosque húmedo montano bajo subtropical (14%), Bosque muy húmedo montano bajo subtropical (6%) y Bosque seco subtropical (2%) (figura 1.13).

G. Biodiversidad

La vegetación característica de estas áreas en términos generales está dominada por especies de latifoliadas que pueden desarrollarse en la parte costera del Pacífico en gran porcentaje del área que cubre la vertiente, siendo menor el porcentaje de área en donde pueden desarrollarse especies de coníferas (parte altas) no por eso restándoles importancia, por ser principalmente el área de las cabeceras de las cuencas de la vertiente. Las especies características de latifoliadas y coníferas las observamos en el Cuadro 1. 5.

Cuadro 1. 5. Vegetación característica de la vertiente del Pacífico de Guatemala

Latifoliadas	Coníferas
<i>Cordia alliodora</i> sp.	<i>Pinnus</i> sp.
<i>Quercus</i> sp	<i>Abies</i> sp.
<i>Ceiba</i> sp.	<i>Cupressus</i> sp.
<i>Lonchocarpus</i> sp.	
<i>Persea</i> sp.	
<i>Buddleia</i> sp	
<i>Brosimun allicastrum</i>	
<i>Acacia</i> sp	
<i>Talisia</i> sp	
<i>Avicennia racimosa</i>	
<i>Rizophora mangle</i>	
<i>Alnus</i> sp	

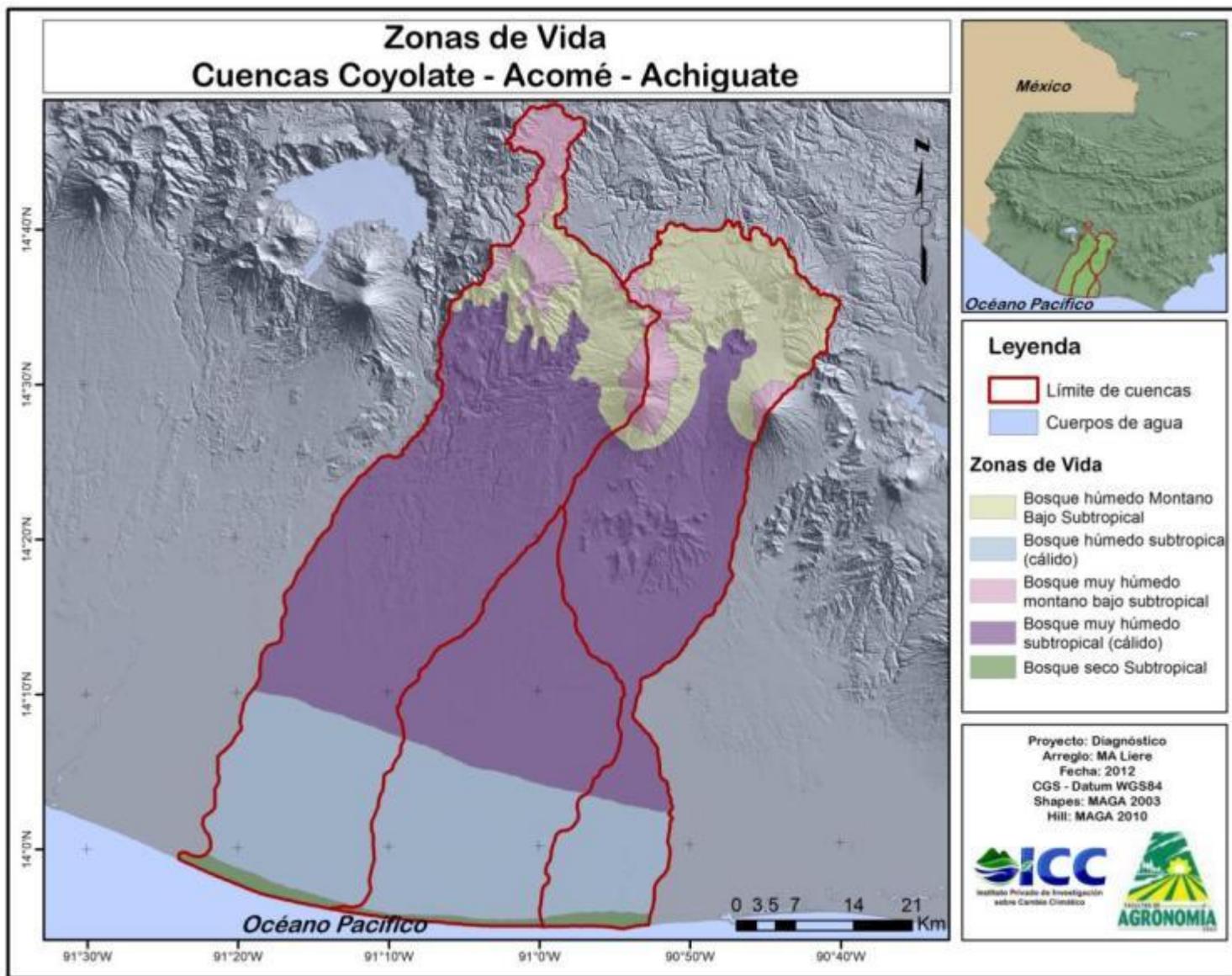


Figura 1. 13. Zonas de vida existentes dentro de las cuencas

1.3.5 Características socioeconómicas

A. Habitantes por categorías de poblados y municipios

A continuación se presentan los municipios que ocupan el área dentro de las cuencas Achiguate, Acomé y Coyolate, y que han sido categorizados en 3 grupos de poblados: pueblo, villa y ciudad (Cuadro 1. 6).

Cuadro 1. 6. Número de habitantes por categoría de poblados en cada municipio.

Municipios por categorías	Población
Ciudad	138189
Antigua Guatemala	16910
Chimaltenango	22403
Escuintla	45142
Santa Lucía Cotzumalguapa	53734
Pueblo	273300
Acatenango	15442
Alotenango	9776
Ciudad Vieja	8832
El Tejar	4407
Jocotenango	7701
La Democracia	13550
Magdalena Milpas Altas	3272
Masagua	11670
Nueva Concepción	27235
Palín	9888
Parramos	3374
Pastores	4558
Patulul	11885

Pochuta	4581
San Andrés Iztapa	14172
San Antonio Aguas Calientes	3644
San Bartolomé Millpas Altas	1868
San José	16865
San Lucas Sacatepéquez	6560
San Miguel Dueñas	7238
Santa Apolonia	4502
Santa Catarina Barahona	1451
Santa Lucía Milpas Altas	3592
Santa María de Jesús.	6221
Santiago Sacatepéquez	8021
Siquinalá	14160
Sumpango	10039
Tecpán Guatemala	20834
Yepocaca	17962
Villa	175222
La Gomera	57693
Patzicía	8214
Patzún	16375
Villa Nueva	92940
Total de Habitantes	586711

Elaboración propia con información del Censo Poblacional, INE, 2002.

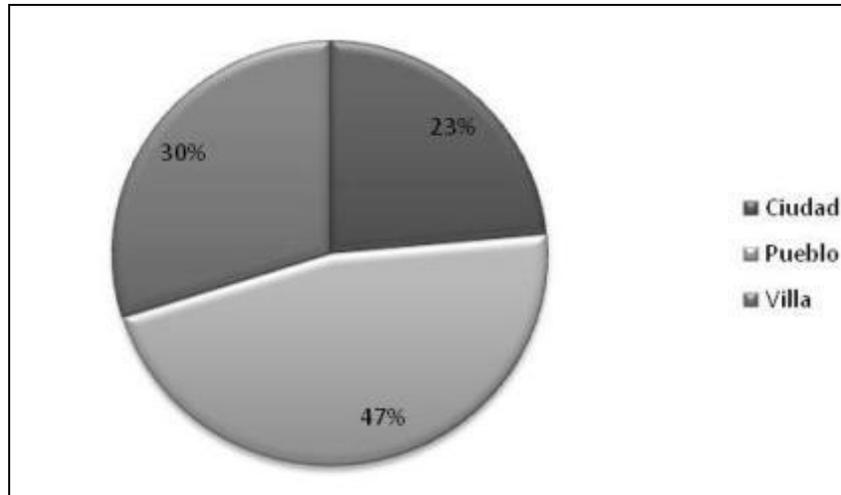


Figura 1. 14. Porcentaje de habitantes por lugares poblados

La Figura 1. 14. Porcentaje de habitantes por lugares poblados, presenta la distribución de la población en cuanto a categoría de poblado. El número total de habitantes asciende a un total de 586 711 pobladores, los cuales se distribuyen de la siguiente manera: en las ciudades (Antigua Guatemala, Chimaltenango, Escuintla, Santa Lucía Cotzumalguapa) representan el 23% de la población de las cuencas; el 47% de la población se encuentra distribuida en los pueblos (ver Cuadro 1. 6) y por último las villas (La Gomera, Patzicía, Patzún, Villa Nueva) donde se distribuye el 30% restante.

B. Población por género

En el cuadro 1.7 se presenta la distribución de población por género dentro de las cuencas: Cuadro 1. 7. Cantidad de habitantes por género dentro de las cuencas

Cuenca	Género	
	Masculino	Femenino
Río Achiguate	341626	349395
Río Acomé	55577	54228
Río Coyolate	169801	168272
Total	567004	571895

Fuente: INE, 2002.

En la Figura 1. 15 se observan los porcentajes de género para cada una de las cuencas bajo estudio. El fraccionamiento del 100% por género se hizo dividido para las 3 cuencas. Para la cuenca del río Achiguate, la población masculina representa un 60.25%, mientras que para la

cuenca del río Coyolate representa el 29.95% y para la cuenca del río Acomé un 9.80%. Mientras que para la población del género femenino, en la cuenca del río Achiguate se encuentra el 61.09%, para la cuenca del río Coyolate un 29.42% y para la cuenca del río Acomé el porcentaje de población femenina es de 9.48. Son similares los datos entre ambos géneros.

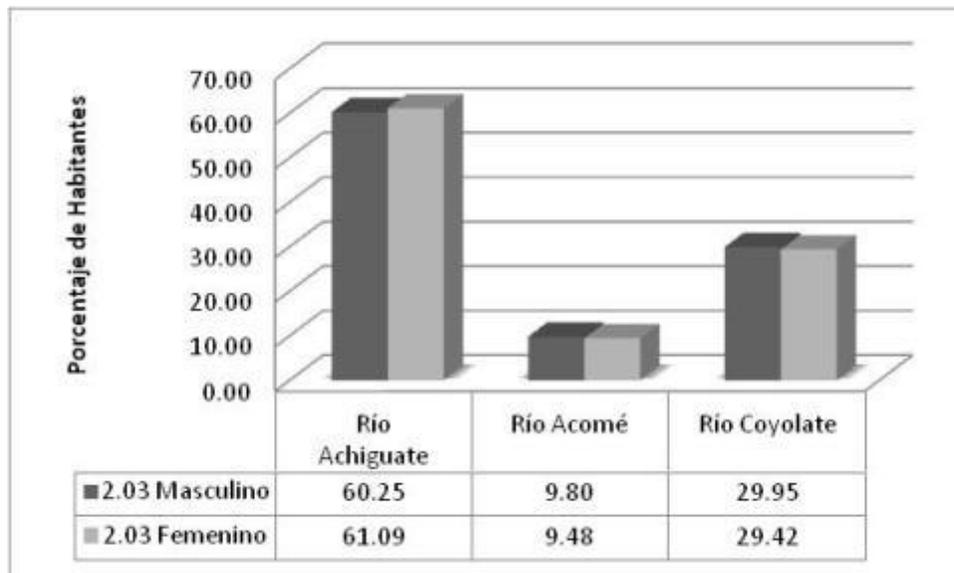


Figura 1. 15. Porcentaje de habitantes por género por cuenca

En el Cuadro 1. 8. Distribución de población en cantidad y porcentajes por género dentro de cada municipio de la cuenca., encontramos la división de la población en número de habitantes –con su respectivo porcentaje- de género masculino y femenino, se encuentra dividido de acuerdo a los municipios que integran las cuencas de los ríos Coyolate, Acomé y Achiguate.

Cuadro 1. 8. Distribución de población en cantidad y porcentajes por género dentro de cada municipio de la cuenca.

Municipio	Masculino		Femenino	
	No. Habitantes	%	No. Habitantes	%
Acatenango	14620	2.58	14218	2.49
Alotenango	9148	1.61	8846	1.55
Antigua Guatemala	16609	2.93	17559	3.07
Chimaltenango	22002	3.88	22694	3.97
Ciudad Vieja	8520	1.50	8834	1.54

El Tejar	3991	0.70	4085	0.71
Escuintla	44641	7.87	45273	7.92
Jocotenango	7399	1.30	7926	1.39
La Democracia	12544	2.21	12488	2.18
La Gomera	56172	9.91	53592	9.37
Magdalena Milpas Altas	2962	0.52	3012	0.53
Masagua	11165	1.97	10653	1.86
Nueva Concepción	26722	4.71	26034	4.55
Palín	9377	1.65	9444	1.65
Parramos	2960	0.52	2857	0.50
Pastores	4255	0.75	4212	0.74
Patulul	10871	1.92	10403	1.82
Patzicía	7805	1.38	8041	1.41
Patzún	15968	2.82	16595	2.90
Pochuta	4173	0.74	3970	0.69
San Andrés Iztapa	13346	2.35	14036	2.45
San Antonio Aguas Calientes	3329	0.59	3411	0.60
San Bartolomé Milpas Altas	1561	0.28	1585	0.28
San José	16356	2.88	15939	2.79
San Lucas Sacatepéquez	6252	1.10	6404	1.12
San Miguel Dueñas	6612	1.17	6644	1.16
Santa Apolonia	4097	0.72	4342	0.76
Santa Catarina Barahona	1135	0.20	1188	0.21
Santa Lucía Cotzumalguapa	52730	9.30	51692	9.04
Santa Lucía Milpas Altas	3283	0.58	3226	0.56
Santa María de Jesús	5910	1.04	5670	0.99
Santiago Sacatepéquez	7715	1.36	7767	1.36
Siquinalá	12648	2.23	12822	2.24
Sumpango	9735	1.72	9851	1.72
Tecpán Guatemala	20428	3.60	20724	3.62
Villa Nueva	92825	16.37	99244	17.35
Yepocapa	17138	3.02	16614	2.91
Total	567004	100	571895	100

Fuente: INE, 2002.

C. Población económicamente activa

En la Figura 1. 16 se ilustra la población económicamente activa por género. Es evidente que el motor económico a nivel de las tres cuencas dentro del núcleo familiar lo constituye el género masculino, además de ser la principal fuentes que proporciona la mano de obra para la producción de bienes y servicios económicos.

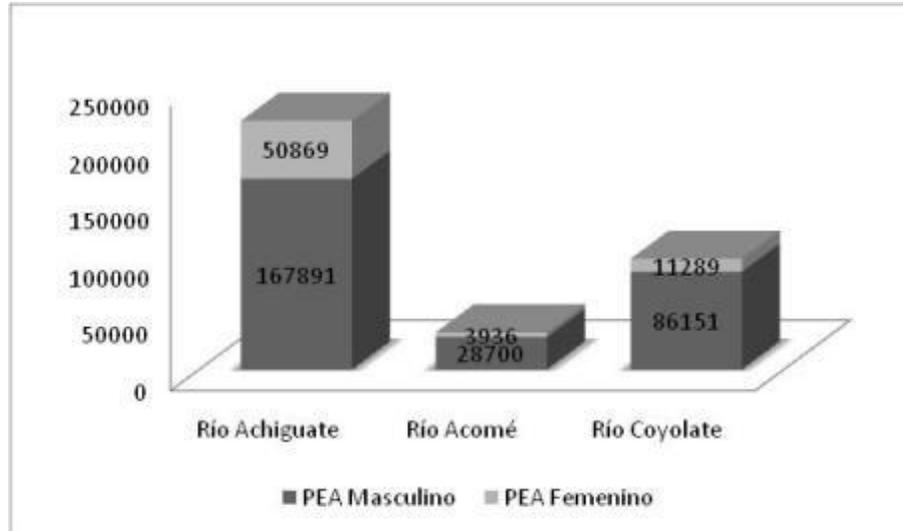


Figura 1. 16. Población económicamente activa a nivel de cuenca por género

D. Nivel de educación

En la Figura 1. 17, se encuentra ilustrado el nivel educacional existente dentro de las 3 cuencas. Se tiene que para la cuenca del río Achiguate existe un porcentaje de población bastante elevado de personas alfabetas, ascendiendo a un 48%; mientras que el porcentaje de analfabetismo dentro de esta cuenca es de 13.62%. Seguidamente encontramos que en la cuenca del río Acomé representa un 6.55% su nivel de alfabetismo mientras que el de analfabetismo es 3.04%

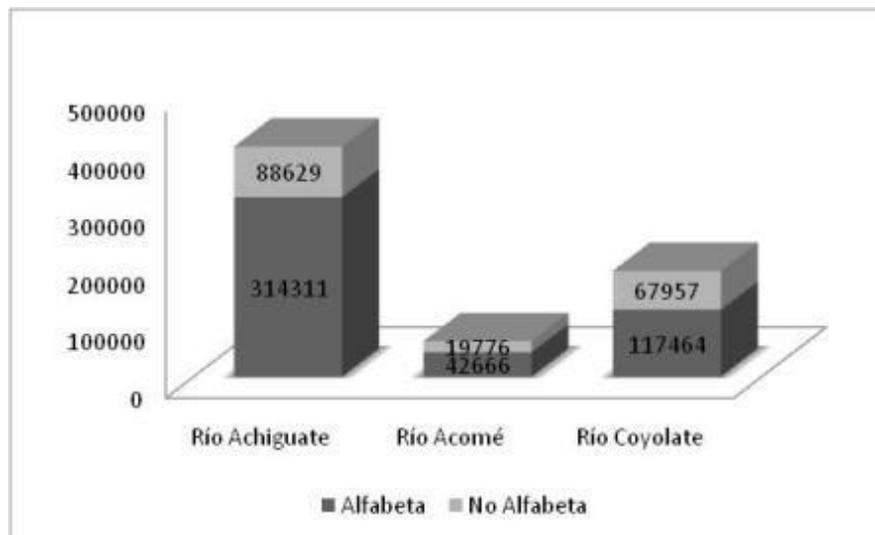


Figura 1. 17. Porcentaje de alfabetismo a nivel de cuencas

1.4 ANÁLISIS SITUACIONAL

1.4.1 Análisis FODA

Fortalezas	Debilidades
Conocimiento pleno de la población local de la importancia de la conservación de los recursos	Falta de aplicabilidad normas y regulaciones para la conservación y uso de los recursos
Existe interés por parte de la municipalidades para la conservación de los recursos (organización)	Presión sobre los recursos
Crecimiento del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático	No existe una base de datos disponible de información para el establecimiento de líneas bases para el manejo y gestión del recurso hídrico
Apoyo y dirección de acciones por parte del personal de ICC como herramienta de planificación y ejecución de obras	
Oportunidades	Amenazas
Potencializar zonas de recarga hídrica para suministrar agua a las poblaciones	Sobre explotación de zonas donde existe potencialidad de recarga.
Retomar los compromisos de agua establecidos para potencializar el manejo del recurso	Contaminación de zonas de recarga hídrica.
Establecimiento de áreas prioritarias para reforestaciones	Tenencia de la tierra y su conflictividad de uso.

Fuente: Elaboración propia

1.4.2 Matrices de problemas, causas, consecuencias y soluciones



Figura 1. 18. Problemas, causas, consecuencias y soluciones para el problema de deforestación



Figura 1. 19. Problemas, causas, consecuencias y soluciones para el problema de contaminación del recurso hídrico

1.4.3 Estrategias para maximizar amenazas y oportunidades

Tomando en cuenta las fortalezas y oportunidades que se tienen dentro de las cuencas, así como las soluciones que se plantean dentro de cada problema se presenta lo siguiente:

Con el fin de fomentar la reforestación y conciencia ambiental, para conseguir la recuperación de áreas boscosas mediante especies nativas del sector, se ha propuesto el establecimiento de viveros en 13 comunidades que serán identificadas a partir de una evaluación previa.

Además de los viveros, está la propuesta de mejorar las condiciones del Arboretum con el que cuenta CENGICAÑA, puesto que dentro de las funciones de un arboretum se puede mencionar que sirve para observaciones técnicas y de actividad de docencia –creando en los jóvenes de establecimientos de enseñanza la conciencia ambiental- a través de senderos en áreas de

interés, donde se pretende representar de manera visual la importancia de las especies nativas. Incluso puede servir como fuente de semilla.

Y por último se plantea que para generar las herramientas adecuadas para el uso adecuado en zonas de vocación forestal y lograr la recuperación de áreas boscosas, elaborar una propuesta de un mapa de áreas potenciales de reforestación, el cual permita establecer criterios para escoger áreas en las que se pueda iniciar la recuperación de masa boscosa en áreas que pueden ser aptas para este fin, especialmente la protección de riberas de ríos.

1.4.4 Estrategias para minimizar debilidades y amenazas

Tomando en cuenta las debilidades y amenazas que aquejan a la población debido a los eventos extremos, así como los recursos que sufren un desgaste acelerado debido a la presión que se les ejerce, se plantea realizar el estado del arte de información hidrometeorológica para poder ser establecidas las líneas base y a partir de esto generar programas tanto de investigación como de implementación dentro de las cuencas. Además que es necesario que para un clima variable y cambiante, en donde existen incertidumbres con respecto a las condiciones extremas futuras requiere de mayor cantidad, calidad y accesibilidad de la información que apoye el proceso de planeación y toma de decisiones, junto a un plan de acciones (propuestas) para ser implementado. El análisis para presentar propuestas de investigación se plantea en base a los objetivos establecidos en el plan estratégico del ICC, que se resumen en crear acciones que desarrollen procesos adecuados de mitigación y adaptación de las comunidades al cambio climático, así como reducir la vulnerabilidad de las mismas.

1.5 BIBLIOGRAFÍA DEL DIAGNÓSTICO

1. Castro Loarca, OR. 2003. Las cuencas hidrográficas de la zona cañera guatemalteca y su entorno. Guatemala, CENGICAÑA. 33 p.
2. EPSA (USAC, Facultad de Agronomía, Área Integrada, Subárea de Ejercicio Profesional Supervisado, GT). 2005. Metodología para la ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía. Guatemala. 15 p.
3. Gálvez Morales, A *et al.* 2011. Plan director para manejo integrado subcuenca del río Mayuelas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Modulo de Manejo Integrado de Cuencas. 95 p.
4. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. XI censo de población y VI de habitación 2002. Guatemala. 100 p.
5. Juárez, R *et al.* 2010. Ordenamiento territorial cuenca del río Coyolate. Guatemala, MARN / BID. 145 p.
6. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT. 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, a escala 1:250,000. Guatemala. 1 CD.
7. Medina, CE. 2010. Análisis y propuestas de intervención de la cuenca del río Coyolate: proyecto generación de información técnico-científica para la reducción de riesgos en los procesos de planificación municipal, Guatemala, MARN / BID. 54 p.
8. Salguero Barahona, MR. 2002. Estudio hidrogeológico con fines de riego, de la cuenca del río Acomé, Escuintla, Guatemala. Guatemala, USAC. 120 p.
9. Universidad de Santiago de Chile, CL. 2000. Contaminación de ríos y lagos (en línea). Chile. Consultado 1 oct 2011. Disponible en: <http://pdf.contaminacion-de-lagos-y-rios.html>



No. 130. Roland Barrios

CAPITULO II

**ESTADO DEL ARTE EN INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA
DE LAS CUENCAS COYOLATE, ACOMÉ Y ACHIGUATE, EN LA VERTIENTE DEL
PACÍFICO, GUATEMALA, C.A.**

**STATE OF THE ART ON HIDROMETEOROLOGICAL INFORMATION
FOR COYOLATE, ACOMÉ AND ACHIGUATE WATERSHEDS, ON THE PACIFIC SLOPE
BASIN, GUATEMALA, C.A.**

2.1 INTRODUCCIÓN

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático -ICC-, es la institución fundada por el sector azucarero de Guatemala para contribuir en acciones que desarrollen procesos adecuados de mitigación y adaptación al cambio climático en las comunidades, procesos productivos e infraestructura en la región. Dentro del ICC, se encuentran cinco diferentes programas con distinto enfoque: Manejo Integrado de Cuencas, Clima e Hidrología, Ecosistemas, Gestión de Riesgo de Desastres y Desarrollo de Capacidades y Divulgación (ICC, 2011).

El ICC, como instituto de investigación, ha encontrado que es necesario el establecimiento de bases para programar líneas de investigación así como de generar información y análisis sobre el clima y los recursos hídricos, de lo cual se encuentra a cargo el programa de Clima e Hidrología, mientras que el programa de Manejo Integrado de Cuencas persigue impulsar e implementar acciones para mantener la integridad de los recursos naturales en las cuencas tomando en cuenta su contexto social (ICC, 2011). En la actualidad el ICC comienza a ejercer acciones dentro de las cuencas que tienen influencia para el sector cañero, y como prioritarias se han seleccionado las cuencas Achiguate, Acomé y Coyolate, en la vertiente del Pacífico.

Por tanto, ante la necesidad identificada por el ICC, respaldada por la recomendación obtenida del Simposio sobre Recursos Hídricos del departamento de Escuintla, realizado en abril de 2011, se plantea establecer líneas bases de investigación e implementación de actividades para el ICC relacionadas al estudio hidrológico y meteorológico, para que de esta forma se genere un plan que evite la duplicidad de información así como el gasto innecesario de recursos y esfuerzos. Para alcanzar estos objetivos es necesario conocer qué información hidrológica y meteorológica existe y a partir de esta, identificar los vacíos existentes en el área de las cuencas Achiguate, Acomé y Coyolate, es a este proceso que se le conoce como “estado del arte”.

Para el conocimiento del estado del arte de información hidrometeorológica, se realizó la recopilación de todos aquellos estudios que contienen esta información mediante la visita a diferentes instituciones que se dedican a la investigación. Luego fueron registrados en una

base de datos bibliográfica y cartográfica donde se presenta una síntesis de los mismos, y posteriormente se analizaron y se establecieron propuestas de investigación en base a este análisis.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A través de los años, se han realizado en diferentes sectores -académicos, estatales, no gubernamentales etc.- estudios tanto hidrológicos como meteorológicos de las cuencas Achiguate, Coyolate y Acomé, pero no ha habido ningún esfuerzo para que estos sean integrados. Por lo tanto, este desconocimiento de ubicación provoca que exista una sub-utilización de la información o la duplicación de la investigación en este tema, lo cual implica un gasto innecesario de recursos.

Debido a esta situación, es que el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático encontró la necesidad de identificar en qué líneas de investigación, tanto hidrológica como meteorológica, existen vacíos para orientar esfuerzos de investigación y ser cubiertos por nuevas propuestas y proyectos para constituir un punto de partida hacia nuevas líneas de investigación aplicada.

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 Hidrología

Juárez (2010) propone que la hidrología es el estudio del movimiento, distribución y calidad del agua en todas las zonas de la Tierra, y se dedica tanto al ciclo hidrológico como a los recursos de agua. Los hidrólogos trabajan en ciencias ambientales o geológicas, geografía física, e ingeniería civil y ambiental.

Los dominios de la hidrología incluyen la hidrometeorología, la hidrología superficial, la hidrogeología, la administración del drenaje y la calidad del agua. La oceanografía y la meteorología no están incluidas porque en ellas el agua es sólo uno de muchos aspectos importantes (Juárez, 2010).

La investigación hidrológica es útil en cuanto que nos permite entender mejor el mundo en el que vivimos, y también proporciona conocimientos para la ingeniería ambiental, política y planificación (Juárez, 2010).

2.3.2 Importancia

De acuerdo a Herrera (1995), la importancia de la hidrología se sustenta en el uso correcto del agua, para el desarrollo sostenible de los recursos hídricos de una región, ya sea para consumo humano, agrícola e industrial. Además la hidrología tiene aplicación directa en la solución de problemas relacionados al manejo y conservación de suelos, drenaje, control de avenidas y aprovechamiento de los recursos naturales.

Las principales formas en que la hidrología contribuye a la planificación, diseño, construcción y operación de un proyecto son (Herrera, 1995):

- Estudios especiales (pérdidas por evaporación),
- Determinación de la velocidad, nivel y volumen del agua para fines de diseño,
- La hidrología como una base física para los análisis económicos,
- Información que sirva de guía en la elaboración de las prácticas de construcción de proyectos hidráulicos,
- La hidrología en la operación de proyectos hidráulicos.

2.3.3 Algunas de las ramas de la hidrología

De acuerdo a Juárez (2010) algunas de las ramas que se incluyen dentro del estudio de hidrología son:

- **Hidrología química:** estudio de las características químicas del agua.
- **Ecohidrología:** estudio de las interacciones entre los organismos vivos y el ciclo hidrológico.
- **Hidrogeología:** estudio de la presencia y movimiento del agua en acuíferos.
- **Hidroinformática:** adaptación de la tecnología de la información a la hidrología y sus aplicaciones a los recursos de agua.
- **Hidrometeorología:** estudio de la transferencia de agua y energía entre las superficies de tierra y agua y la atmósfera inferior (Ver inciso 4.2 para mayor detalle).
- **Hidrología de isótopos:** estudio de las firmas isotópicas del agua.
- **Hidrología superficial:** estudio de los procesos hidrológicos que tienen lugar en la superficie de la Tierra o cerca de ella.

2.3.4 Hidrometeorología

Es la ciencia (estrechamente ligada a la meteorología, la hidrología y la climatología) que estudia el ciclo del agua en la naturaleza. Abarca el estudio de las fases atmosférica (evaporación, condensación y precipitación) y terrestre (intercepción de la lluvia, infiltración y derramamiento superficial) del ciclo hidrológico y especialmente de sus interrelaciones. Comprende la observación, procesamiento y análisis del comportamiento de los elementos hídricos, fundamentalmente las descargas de los ríos y los volúmenes almacenados en embalses naturales y artificiales así como de los factores meteorológicos (CRAHI, 2006).

El desarrollo de esta ciencia ayuda a la comprensión de los fenómenos hidrometeorológicos, así como el desarrollo de sistemas y monitoreo hidrometeorológicos que vienen siendo cada día más utilizadas en la observación, predicción, modelización, prevención y alerta temprana, en las áreas de control de inundaciones y aplicaciones específicas para el control y gestión de embalses (CRAHI, 2006).

2.3.5 Recursos hídricos

El agua es un elemento de la naturaleza compuesto por hidrógeno y oxígeno (H₂O), de donde toma su nombre de “hídrico”; es el principal recurso para el ser humano; de él depende la supervivencia de todos los seres vivos de la tierra (Gómez, 2005).

Por sí sólo, ningún recurso es más integral para la salud, el bienestar, y la prosperidad de las comunidades humanas que el agua. Cada vez es más reconocido que éste es el principal medio a través del cual el cambio climático impacta a las sociedades y el medio ambiente. Más que un sector, los recursos hídricos son el medio por el cual el cambio climático afecta la seguridad alimentaria, la salud, la generación energética, la planificación del desarrollo y la protección de los ecosistemas y de la biodiversidad. Al mismo tiempo, el agua es fundamental en la mitigación del cambio climático, debido a que muchos esfuerzos para reducir las emisiones de carbono dependen de la disponibilidad del recurso (DRP, 2012).

2.3.6 Ciclo hidrológico

En la Tierra el agua existe en el espacio llamado hidrosfera, que se extiende desde unos quince kilómetros arriba de la superficie terrestre (primeras capas de la atmósfera) y un kilómetro por debajo de la superficie o parte de la litósfera. El agua circula en la hidrosfera a través de varias vías como: ríos, lagos, acuíferos, mares y océanos, constituyendo el Ciclo Hidrológico (Herrera, 1995).

Se entiende por ciclo hidrológico al proceso por medio del cual el agua por la acción de la temperatura a que se encuentra, pasa de una fase a otra, convirtiendo las masas de agua a estados: gaseoso, líquido o sólido. De forma resumida las fases del ciclo son: evaporación, condensación, precipitación e infiltración (Gómez, 2005).

El ciclo no tiene principio ni fin y sus diversos procesos ocurren en forma continua. En la figura 1 se muestra en forma esquemática cómo el agua se evapora desde los océanos y de la superficie terrestre, para volverse parte de la atmósfera. El vapor de agua se transporta y se eleva en la atmósfera hasta que se condensa y precipita sobre la superficie terrestre o los océanos. El agua precipitada puede ser interceptada por la vegetación y techos de casas, y

convertirse en escurrimiento o flujo superficial sobre el suelo, infiltrarse en él, correr a través del suelo como flujo subsuperficial (interflujo) y descargar en los ríos y lagos.



Figura 2. 1. Ciclo hidrológico

A. Importancia del ciclo hidrológico

Gómez (2005), menciona en su tesis que la importancia del ciclo hidrológico en Guatemala radica en que es el que determina la actividad agrícola en general dicha actividad se desarrolla durante la temporada de lluvia particularmente. Alteración del ciclo hidrológico; efectos sobre los acuíferos y disponibilidad de agua.

Como consecuencia de la alta deforestación nacional, en los últimos años los acuíferos se han reducido drásticamente, afectando a su vez la disponibilidad de agua. Los bosques regulan la esorrentía en las tierras altas evitando así las inundaciones y pérdidas totales de cosechas e infraestructura (Gómez, 2005).

Esta relación bosque-agua, es determinante para la sobrevivencia de la población del país. En Guatemala, el 70% de la población del país se encuentra asentada en el altiplano, donde se

encuentran las principales cuencas, sin embargo es preocupante la falta de protección de los bosques productores de agua, disminuyendo la recarga hídrica (Piloña, 1998).

2.3.7 Cuenca hidrográfica

De acuerdo a Bartol (2008), el concepto de una cuenca hidrográfica se define como el territorio en que las precipitaciones escurren superficialmente y drenan por un único sistema de drenaje natural (quebrada, arroyo, río u otro).

Al conjunto de cuencas que drenan a un mismo cuerpo de agua abierto (mares, océano) se le llama vertiente; por ejemplo: vertiente del Pacífico de Guatemala que agrupa a las cuencas que desaguan en la parte guatemalteca del océano Pacífico (Bartol, 2008).

Herrera (1995), por otra parte define una cuenca como la depresión natural o valle de fondo, plano o cóncavo, separada de otras, por divisorias de aguas y formada por un conjunto de pendientes inclinadas hacia un mismo curso de circulación de agua superficial, en que vierten aguas, ríos y quebradas.

Por otro lado, INAB (2005) define la cuenca hidrográfica como el área natural en la cual es agua que cae por precipitación se une para formar un curso principal. En forma general se puede definir como el área drenada por un río.

INAB (2005), resume que la importancia de la hidrología en el manejo de cuencas es elemental: el concepto mismo de cuenca hidrográfica se define apoyado en la hidrología y el régimen hidrológico en una cuenca (caudales máximos, caudales mínimos, fluctuaciones características de un hidrograma), la calidad del agua y el transporte de sedimentos por el agua, se consideran generalmente como verdaderos “indicadores” del buen manejo o del grado de deterioro de una cuenca.

2.3.8 Estado del arte

Es una de las primeras etapas que debe desarrollarse dentro de una investigación, puesto que su elaboración, que consiste en “ir tras las huellas” del tema que se pretende investigar, permite determinar cómo ha sido tratado el tema, cómo se encuentra en el momento de realizar la propuesta de investigación y cuáles son las tendencias. Para su elaboración, es recomendable establecer un período de tiempo, de acuerdo con los objetivos de la investigación.

Se desarrolla en dos fases:

A. Fase heurística: se procede a la búsqueda y recopilación de las fuentes de información, que pueden ser de muchas características y diferente naturaleza.

- Bibliografías, anuarios; monografías; artículos; trabajos especiales.
- Documentos oficiales o privados; testamentos; actas; cartas; diarios.
- Investigaciones aplicadas
- Filmaciones; audiovisuales; grabaciones, multimedios.

B. Fase hermenéutica: Durante esta fase cada una de las fuentes investigadas se leerá, se analizará, se interpretará y se clasificará de acuerdo con su importancia dentro del trabajo de investigación. A partir de allí, se seleccionarán los puntos fundamentales y se indicarán el o los instrumentos diseñados por el investigador para sistematizar la información bibliográfica acopiada, por ejemplo, en una ficha de contenido o una matriz para los conceptos.

Para realizar el estado del arte, el investigador debe realizar un proceso de búsqueda de la información que le permitirá “ir tras las huellas” del tema. A continuación se explica en qué consiste este proceso:

La búsqueda de información es un proceso que con el que se pretende encontrar la información que satisfaga una necesidad precisa. El medio bibliotecológico ha organizado sistemas para recuperar la información de una manera efectiva, la cual se encuentra en fuentes información almacenadas de una manera organizada para permitir la recuperación con altas probabilidades de resultar útiles para una comunidad de usuarios (Universidad de Antioquía, 2003).

2.3.9 Registro de información cualitativa

De acuerdo a Galeano (2001), el registro y la sistematización de información cualitativa son procesos mediadores entre la recolección y generación de información y el análisis de la misma. El registro sistemático y riguroso de la información permite poner en orden el cúmulo de información recopilado o generado en el proceso investigativo de tal manera que su recuperación sea ágil y eficiente.

En diseños cualitativos y cuantitativos, el investigador dedica gran parte de tiempo a la revisión bibliográfica y documental del material relevante a su objeto de estudio, poniendo de presente categorías de análisis, ejes teóricos, escuelas de pensamiento, estrategias metodológicas.

El registro y la sistematización rigurosa y con técnicas y estrategias adecuadas posibilita el manejo ágil de los datos, la recuperación de aquellos que se consideren pertinentes de acuerdo a los objetivos del estudio y la socialización de los mismos con el equipo y con otros investigadores (Galeano, 2001).

La ficha de contenido es un instrumento que permite de manera funcional y organizada, consignar información proveniente de libros, folletos, revistas, periódicos, videos, audiovisuales y en general todo tipo de documento escrito o grabado. Igualmente apoya el registro de entrevistas, reuniones, observación directa. Allí se pueden escribir resúmenes, interpretaciones del investigador o referencias textuales. El sistema de fichas permite ordenar por categorías de análisis, confrontar, validar y cruzar datos, ubicar vacíos de información y complementarla permanentemente. Como sistema abierto posibilita la entrada continua de datos, apoya la construcción de ejes temáticos y permite usar un sistema único de registro y sistematización que agiliza el intercambio y socialización de información con otros investigadores y docentes (Galeano, 2001).

El registro de información a través de las fichas de contenido apoya el análisis e interpretación de información en cuanto permite soportar o respaldar los hallazgos e interpretaciones; contrastar conceptos, teorías o categorías de manera sistemática; servir de base para la construcción y afinación de categorías de análisis; posibilitar la triangulación de teorías, informantes, fuentes o técnicas de recolección de información; fundamentar la construcción de

la memoria metodológica; diferenciar las percepciones y argumentos del investigador de los de los informantes; evidenciar vacíos y saturaciones de información y utilizar toda la información disponible y necesaria (Galeano, 2001).

Para la entrada de información el investigador diseña su propia ficha con los datos que considere necesarios y teniendo en cuenta - en el caso de construir una base de datos computarizada- los requerimientos técnicos del programa que va a utilizar. La información básica de una ficha de contenido comprende 9 campos temáticos como se ilustra a continuación:

Cuadro 2. 1. Ejemplo de una ficha de datos para entrada de información

LOCALIZACIÓN: Biblioteca Central U.de A.	No. CLASIFICACIÓN:	No. 0023
DESCRIPCIÓN: Taylor, S.J. y R. Bodgan. Introducción a los métodos cualitativos de investigación. La búsqueda de significados, Barcelona: Paidós, 1994.		
CONTENIDO: La metodología cualitativa, a semejanza de la metodología cuantitativa consiste en más que un conjunto de técnicas para recoger datos. Es un modo de encarar el mundo empírico: 1. La investigación cualitativa es inductiva: Los investigadores desarrollan conceptos, intelecciones y comprensiones partiendo de pautas de los datos, y no recogiendo datos para evaluar modelos, hipótesis o teorías preconcebidas. En los estudios cualitativos los investigadores siguen un diseño de investigación flexible. Comienzan sus estudios con interrogantes sólo vagamente formulados. El investigador cualitativo estudia a las personas en el contexto de su pasado." (p.20)		PALABRAS CLAVES: Investigación cualitativa- concepto Investigador cualitativo-características
Observaciones: Desarrolla otras características del investigador cualitativo como : son sensibles a los efectos que ellos mismos causan sobre las personas y los escenarios estudiados todas las perspectivas son válidas, son humanistas, dan énfasis a la validez en su investigación.		
ELABORADA POR: E. Galeano		TIPO DE FICHA: Textual

Fuente: Galeano (2001)

- **Localización:** Corresponde al sitio donde se encuentra el material: biblioteca, centro de documentación, archivo personal, dirección de internet.
- **Número de clasificación o código:** Espacio destinado al código que el investigador designa de acuerdo a temas, períodos históricos, personajes o intereses particulares de la investigación.

- **Número:** Asignado a la ficha con carácter ordinal y creciente.
- **Descripción:** Espacio destinado a la reseña bibliográfica o descripción del material. Si se hacen varias fichas que tengan la misma descripción bibliográfica en la primera se describe el documento con todos los datos, a partir de la segunda se escribe el autor y entre paréntesis.
- **Contenido:** Espacio destinado a registrar la información: resumen, reflexión personal cita textual, transcripción de entrevista o información resultante de la observación directa. Si la información se toma textual debe ir entre comillas seguidas del número de la página de donde se extrajo la información.
- **Palabras claves:** Expresiones cortas que dan cuenta del contenido específico de un párrafo, una ficha o un fragmento de información. Son la base para la construcción de categorías de análisis y para la indización coordinada. Apoyan la construcción teórica partiendo de la formulación de categorías preliminares, de preconceptos que se "ponen a prueba" y se validan a largo del proceso investigativo. El registro sistemático y continuo, la reflexión en torno a la pertinencia y validez de las palabras claves, su confrontación con los datos obtenidos en el trabajo de campo permite llenarlas de contenido, afinarlas, o construir otras, por esto, si se trata de bases de datos manuales siempre las palabras claves deben escribirse a lápiz
- **Observaciones:** Reflexiones o apreciaciones de quien elabora la ficha, datos que amplíen, precisen o confronten la información allí consignada, información sobre otros autores o textos que aborden el tema, datos sobre ilustraciones, cuadros, fotografías u otras temáticas no consignadas pero que pueden ser de interés posterior.
- **Tipo de ficha:** Textual, de resumen, o de interpretación del investigador.
- **Elaborado por:** Nombre de la persona responsable del contenido de la ficha.

Otra función que prestan las fichas de contenido es facilitar la organización de archivos de información documental. Usando el formato de la ficha de contenido, la fotocopia del fragmento de artículo, de un texto, de un reporte de investigación, cuadro o diagrama, fotografía...se ubica en el espacio destinado al contenido. La descripción bibliográfica correspondiente se hace en el espacio destinado para la misma. En las palabras claves se escriben los ejes temáticos que el documento trabaja. De igual forma se procede con las observaciones, la numeración, y los demás campos temáticos que incluye la ficha de contenido (Galeano, 2001).

2.3.10 Base de datos

Una base de datos o banco de datos (en ocasiones abreviada con la sigla BD o con la abreviatura b. d.) es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. En este sentido, una biblioteca puede considerarse una base de datos compuesta en su mayoría por documentos y textos impresos en papel e indexados para su consulta. En la actualidad, y debido al desarrollo tecnológico de campos como la informática y la electrónica, la mayoría de las bases de datos están en formato digital (electrónico), que ofrece un amplio rango de soluciones al problema de almacenar datos.

Existen programas denominados sistemas gestores de bases de datos, abreviados SGBD, que permiten almacenar y posteriormente acceder a los datos de forma rápida y estructurada. Las propiedades de estos SGBD, así como su utilización y administración, se estudian dentro del ámbito de la informática.

Las aplicaciones más usuales son para la gestión de empresas e instituciones públicas. También son ampliamente utilizadas en entornos científicos con el objeto de almacenar la información experimental (Uribe, 2005).

A. Tipos de Base de Datos

Las bases de datos pueden clasificarse de varias maneras, de acuerdo al contexto que se esté manejando, la utilidad de las mismas o las necesidades que satisfagan.

a. Según la variabilidad de los datos almacenados

- Bases de datos estáticas

Son bases de datos de sólo lectura, utilizadas primordialmente para almacenar datos históricos que posteriormente se pueden utilizar para estudiar el comportamiento de un conjunto de datos a través del tiempo, realizar proyecciones y tomar decisiones (Uribe, 2005).

- Bases de datos dinámicas

Éstas son bases de datos donde la información almacenada se modifica con el tiempo, permitiendo operaciones como actualización, borrado y adición de datos, además de las operaciones fundamentales de consulta. Un ejemplo de esto puede ser la base de datos

utilizada en un sistema de información de un supermercado, una farmacia, un videoclub o una empresa (Uribe, 2005).

b. Según el contenido

- Bases de datos bibliográficas

Sólo contienen un subrogante (representante) de la fuente primaria, que permite localizarla. Un registro típico de una base de datos bibliográfica contiene información sobre el autor, fecha de publicación, editorial, título, edición, de una determinada publicación, etc. Puede contener un resumen o extracto de la publicación original, pero nunca el texto completo, porque si no, estaríamos en presencia de una base de datos a texto completo (o de fuentes primarias). Como su nombre lo indica, el contenido son cifras o números. Por ejemplo, una colección de resultados de análisis de laboratorio, entre otras (Uribe, 2005).

- Bases de datos de texto completo

Almacenan las fuentes primarias, como por ejemplo, todo el contenido de todas las ediciones de una colección de revistas científicas (Uribe, 2005).

- Bases de datos geográficas

Una base de datos geográfica (BDG) es una colección de datos organizados de tal manera que sirvan para aplicaciones de sistemas de información geográfica (SIG), y permitan el almacenamiento estructurado de los datos, de acuerdo a criterios espaciales, tipos de consultas y gestión de información geográfica.

La espina dorsal de una BDG es el modelo de datos, es decir, la formalización conceptual (descripción) de las entidades geográficas del mundo real que deben recogerse, de qué modo deben ser recogidas y las posibles relaciones entre ellas, de forma que el modelo facilite su explotación y optimice su almacenamiento para conseguir el mejor rendimiento en las consultas (IGN, 2011).

2.3.11 Visual Basic

Visual Basic es un lenguaje de programación dirigido por eventos, desarrollado por el alemán Alan Cooper para Microsoft. Este lenguaje de programación es un dialecto de BASIC, con importantes agregados. Su primera versión fue presentada en 1991, con la intención de

simplificar la programación utilizando un ambiente de desarrollo completamente gráfico que facilitara la creación de interfaces gráficas y, en cierta medida, también la programación misma.

En 2001 Microsoft propuso abandonar el desarrollo basado en la API Win32 y pasar a un framework o marco común de librerías, independiente de la versión del sistema operativo, .NET Framework, a través de Visual Basic .NET (y otros lenguajes como C Sharp (C#) de fácil transición de código entre ellos); fue el sucesor de Visual Basic 6.

Si bien Visual Basic es de propósito general, también permite el desarrollo de aplicaciones de bases de datos usando Data Access Objects, Remote Data Objects, o ActiveX Data Objects. Visual Basic (Visual Studio) contiene un entorno de desarrollo integrado o IDE que incluye un editor de textos para edición del código, un depurador, un compilador (y enlazador) y un constructor de interfaz gráfica o GUI (Uribe, 2005).

2.3.12 Lenguaje de consulta: SQL

El lenguaje de consulta estructurado o SQL (por sus siglas en inglés structured query language) es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en éstas. Una de sus características es el manejo del álgebra y el cálculo relacional permitiendo efectuar consultas con el fin de recuperar -de una forma sencilla- información de interés de una base de datos, así como también hacer cambios sobre ella (Uribe, 2005).

A. Características generales de SQL

El SQL es un lenguaje de acceso a bases de datos que explota la flexibilidad y potencia de los sistemas relacionales permitiendo gran variedad de operaciones en éstos últimos.

Es un lenguaje declarativo de "alto nivel" o "de no procedimiento", que gracias a su fuerte base teórica y su orientación al manejo de conjuntos de registros, y no a registros individuales, permite una alta productividad en codificación y la orientación a objetos. De esta forma una sola sentencia puede equivaler a uno o más programas que se utilizarían en un lenguaje de bajo nivel orientado a registros (Uribe, 2005).

2.4 MARCO REFERENCIAL

2.4.1 Estudios similares en el país

En 1967, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos y el Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, suscribieron un convenio para llevar a cabo un programa en conjunto de investigación de los recursos de agua de la República de Guatemala, compenetrados de la necesidad de contar con un mayor conocimiento de los mismos (Hernández, 1974).

En apoyo al convenio establecido entre el Instituto Geográfico Nacional y la Facultad de Ingeniería, en el año de 1974 se realizó la Tesis de Grado de la Facultad de Humanidades de la Universidad de San Carlos de Guatemala titulada “Bibliografía sobre el recurso Agua a nivel de toda la República de Guatemala” por Raquel Yolanda Valdez Illescas. La bibliografía contiene tres secciones: a) encabezamiento por materia, b) encabezamiento por autor, c) encabezamiento por título. Incluye todas las obras relacionadas con la investigación, evaluación, planificación y utilización del recurso hídrico. Se incluyen también, datos e información que puede ser de utilidad para la investigación, evaluación, planificación y aprovechamiento del agua. Contiene aproximadamente 540 títulos de documentos. Entre los temas que se pueden encontrar son: conservación del agua, datos básicos y estadísticos, obras hidráulicas, irrigación (proyectos, planificación), hidrología y meteorología, entre otros.

En el año 2004, se realizó otro trabajo de graduación de la Facultad de Agronomía, por Lourdes Maribell Velásquez Zárate, que contiene la recopilación de los estudios realizados sobre el recurso hídrico en las cuencas de la Vertiente del Golfo de México, que se desarrollaron en el período de 1960 a 2003.

Este trabajo incluye la distribución de documentos por líneas de investigación de la siguiente forma: aprovechamiento del recurso hídrico (agua para riego, agua potable, energía y riego, riego y agua potable, energía, agua subterránea); estudios ambientales (calidad de agua, manejo, protección, contaminación, conservación); información hidrometeorológica (hidrológicos, climáticos, morfométricos, limnológicos, balance hídrico, recarga hídrica); y de

evaluación del recurso hídrico (demanda, disponibilidad, tratamiento de aguas servidas, evaluación del sistema actual del agua potable, situación actual del agua) (Velásquez, 2004).

En el Proyecto de Investigación en Recursos Hídricos, realizado por García (2009), presenta un listado de las diferentes instituciones y organizaciones que están relacionadas con el manejo de los recursos hídricos en Guatemala, junto con la función que realiza cada una Cuadro 2. 2. Mientras que en el Cuadro 2. 3 se pueden visualizar las instituciones que realizan investigación en tema de recursos hídricos en conjunto con los programa de investigación que han realizado.

Cuadro 2. 2. Instituciones y Organizaciones relacionadas con el Manejo de Recursos Hídricos

Institución	Función en tema de recursos hídricos
CONRED Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres	Desarrolla esfuerzos para introducir el componente de prevención al nivel de cuencas hidrográficas, a pesar de que en un alto nivel sus acciones son mitigadoras o de reconstrucción rehabilitación en zonas de desastres. Actualmente se implementan sistemas de alerta local a inundaciones en las cuencas de los ríos Coyolate y Alto Guacalate.
IGN Instituto Geográfico Nacional	Su función es generar información básica de tipo cartográfica e información geográfica. Anteriormente este Instituto estaba militarizado y a raíz de los acuerdos de paz en Guatemala se convirtió en una institución civil. Esta situación, dio la oportunidad de disponer de material cartográfico y temático que anteriormente estaba restringido al público en general. En el ámbito de cuencas, la institución ha realizado estudios de recursos hidráulicos, morfométricos, de uso y capacidad de uso de la tierra y diagnósticos de uso e impactos en los recursos naturales.
INDE Instituto de Electrificación Empresa de Generación de Energía	De acuerdo a la Ley General de electricidad promulgada a raíz de la nueva Ley General de Electricidad en 1996 (Decreto 93-96), se dio origen al programa de modernización el sector eléctrico, desagregándose en el sector privado de generación, de transporte y control, y de distribución de la energía eléctrica. Actualmente tiene 43 estaciones climáticas y 34 estaciones hidrométricas instaladas en las principales cuencas generadoras de energía y su Unidad para Protección de Cuencas recién se restablece. A pesar de que se abrió al sector privado la generación hidroeléctrica, el manejo de cuencas no figura dentro de sus costos de operación
INFOM Instituto Nacional de Fomento	Autónomo y descentralizado. Fue creado para apoyar el desarrollo económico-social de las 329 municipalidades del país. Hasta hace poco su gestión se limitaba al área urbana, al conferírsele la administración de la Unidad Ejecutora del

Municipal	Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) y el Programa de Agua y Saneamiento del Altiplano (PAYSA), se amplía el radio de acción de abastecimiento de agua hacia el sector rural. Estas unidades únicamente se encargan de los estudios básicos de las fuentes de agua, detectan necesidades de dotación de agua de la población y asesoran la construcción de los proyectos de captación, conducción y distribución.
INSIVUMEH Instituto Nacional de Vulcanología, Meteorología e Hidrología	Desarrolla estudios básicos e hidrológicos de cuencas, modelaje de caudales y prevención de inundaciones, calidad de agua, monitoreo de ríos del país. Posee una base de datos meteorológicos e hidrológicos del país. Se encarga del control y medición de parámetros climáticos e hidrológicos de las cuencas hidrográficas del país y todos los eventos geológicos que ocurren a escala nacional. Actualmente se necesita fortalecer la institución para ampliar el programa de registro en casi toda la red nacional e implementar sistemas de control en otros.
MARN Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	Asesorar y coordinar la protección y mejoramiento del ambiente. Actualmente coordina el manejo de 3 cuencas a través de la figura de Autoridad de Manejo de Cuencas (Amatitlán, Atitlán e Izabal-Río Dulce). Entre otras actividades que lleva a cabo es la administración del Fondo Guatemalteco del Medio Ambiente (FOGUAMA) que dentro de sus objetivos señala, financiar e invertir en proyectos de manejo de recursos naturales en cuencas hidrográficas.
SEGEPLAN Secretaría General de Planificación Nacional	Todo proyecto de manejo de cuencas hidrográficas o iniciativas afines, deben ser avalados por esta institución para su gestión financiera y cooperación externa. El proceso también implica un análisis técnico, institucional, social y económico del proyecto.
UNIVERSIDADES USAC, URL /IARNA y UVG	En el ámbito académico - científico realizan investigación,. Planes, diagnósticos, generan información en distintos ámbitos relacionados a recursos naturales en cuencas del país.

Fuente: García (2009)

Cuadro 2. 3. Instituciones que tienen programas de investigación sobre recursos hídricos.

Instituciones y Organizaciones	Programas de investigación sobre manejo de recursos hídricos
CONCYT	A solicitud de los Centros de investigación pueden financiar investigaciones relacionadas al tema.
CONRED	Sistemas de Alerta Temprana en las cuencas hidrográficas. Estudios sobre los recursos naturales renovables en cuencas prioritarias (Achiguaté).
EMPAGUA	Estudio de recarga de acuíferos. Aforos, control de calidad y turbidez de los afluentes y entradas a las presas.
ERIS	Monitoreo continuo de calidad y disponibilidad del agua, conservación del recurso y recarga de agua subterránea en diferentes cuencas.
FAUSAC	Generación de información básica para el manejo de los recursos naturales renovables en cuencas hidrográficas, (río Itzapa).
IGN	Generación de metadatos
INFOM	Disponibilidad y calidad de fuentes de agua para consumo humano.
INSIVUMEH	Monitoreo de factores climáticos e hidrológicos
URL	A través del IARNA, investigación técnico - científica, la capacitación y la transferencia de información en los ámbitos de la agricultura sostenible, el manejo de los recursos naturales y las condiciones ambientales.
USAC	A través de la Dirección General de Investigación –DIGI-realiza investigación en recursos naturales, y específicamente en el tema de recursos hídricos.
UVG	Inventarios de carbono para hule, café y sistemas del uso del suelo.

Fuente: García (2009)

2.4.2 Ubicación de la zona de estudio

A. La vertiente del Pacífico

Los ríos de esta vertiente, son corrientes de longitudes cortas (110 kms promedio), se originan a una altura media de 3000 msnm y presentan pendientes fuertes en las partes altas de las cuencas (entre 10% y 20%), cambiando bruscamente a pendientes mínimas en la planicie costera, lo que genera grandes zonas susceptibles a inundación en la parte baja, produciendo crecidas instantáneas de gran magnitud y corta duración, así como tiempos de propagación muy cortos.

Las cuencas: Ocosito, Samalá, Sis-Icán, Nahualate, Madre Vieja, Coyolate, Acomé, Achiguate, Maria Linda y Los Esclavos son las áreas que constituyen la oferta del agua de la zona cañera guatemalteca. Las cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico, están ubicados en zonas de recarga hídrica que varían en su comportamiento y dependen de la altura sobre el nivel del mar y la cobertura forestal. (Castro Loarca, 2003).

B. Cuenca del río Coyolate

La cuenca del río Coyolate se ubica en el sur de Guatemala entre los paralelos 13°55' y 14°49' de latitud norte y los meridianos 90°51' y 91°22' de longitud oeste. El área de captación tiene una extensión de 1792.104 km² que representa el 7.45% del área de la Vertiente del Pacífico. El río Coyolate nace en el municipio de Tecpán, Chimaltenango, y recorre aproximadamente 142 km antes de desembocar en el océano Pacífico. Entre los ríos que podemos encontrar dentro de la cuenca están también el río Aguna, Cristóbal, La Vega, Los Encuentros, Nicán, Pacaya, Pantaleón, y Xayá. La cuenca del río Coyolate tiene 8 sub-cuencas, siendo la del río San Cristóbal la que cuenta con mayor área, equivalente al 22.7% del total (Morales et. al. 2010).

El territorio de la cuenca se encuentra en jurisdicción de cuatro departamentos (Escuintla, Chimaltenango, Suchitepéquez y Sacatepéquez), abarcando la totalidad o parte de 15 municipios (San Miguel Dueñas, Alotenango, Santa Apolonia, Tecpán, Patzún, entre otros, figura 2.2 (Morales et. al. 2010).

El cauce principal del río Coyolate tiene su nacimiento en el municipio de Tecpán, Chimaltenango y cuenta con una longitud aproximada de 142 km. En su recorrido recibe los afluentes del río Pantaleón, Los Encuentros y Cristóbal, los cuales nacen en las tierras de la pendiente volcánica. En la parte media de la cuenca se reciben considerables cantidades de precipitación pluvial, mayores a los 4000 mm anuales (Medina, 2010).

Las altitudes de la cuenca van desde los 0 hasta los 3955 msnm en el parteaguas de la cuenca que pasa por el volcán de Fuego y Acatenango. El territorio cubre regiones del altiplano, la bocacosta, la llanura costera y la costa del Pacífico (Medina, 2010).

Las condiciones climáticas de la cuenca varían en tiempo y espacio. Temporalmente se presentan dos estaciones, la lluviosa que va de Mayo a Octubre y la seca que va de Noviembre a Abril. Cada estación presenta variabilidad en parámetros como la lluvia, el viento, la temperatura y la humedad (Medina, 2010).

C. Cuenca del río Achiguate

La cuenca del río Achiguate se encuentra ubicada al sur de Guatemala limitando al este con la cuenca del río María Linda y al oeste con Acomé y Coyolate, entre los paralelos 13°55 y 14°40 latitud norte y los meridianos 90°59' y 90°40. Tiene una extensión aproximada de 1350.31 Km². Cuenta con 8 subcuencas a nivel 7 que son: Guacalate, Las Provincias, Ceniza, El Jute, Toxijón, Las Majadas, Los Molinos, Chochajá (MAGA, 2009). Los afluentes que se encuentran dentro de la cuenca son Achiguate, Botón Blanco, Ceniza, La Democracia, Limón, Seco y Guacalate.

El territorio de la cuenca se encuentra en jurisdicción de los departamentos Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla; abarcando así los municipios de Chimaltenango, El Tejar, Sumpango, San Andrés Iztapa, Pastores, entre otros (figura 2.2).

Se pueden encontrar dentro de la cuenca alturas de hasta 3900 metros de altura sobre el nivel del mar en los volcanes de Agua y Fuego. Para la cuenca en estudio, se identificaron las 3 regiones fisiográficas las cuales son: Tierras Altas Volcánicas, Pendiente Volcánica Reciente, Llanura Costera del Pacífico.

D. Cuenca del río Acomé

La cuenca del río Acomé se ubica al sur de Guatemala, entre los paralelos 13°55'' y 14°20'50'' de latitud norte y los meridianos 91°13' y 91°0' de longitud oeste, (entre las cuencas de los ríos Coyolate y Achiguate) y tiene una extensión aproximada de 8725.71 Km². Esta cuenca está constituida por 3 subcuencas que son Agüero, Cabeza de Toro, Seco y El Papayo. Los ríos afluentes que se encuentran dentro de la cuenca son Colojate, río Acomé o de la Gomera, río Agua Blanca, río Agüero, río Cabeza de Toro y el río Sanchiniquite

El territorio de la cuenca se encuentra en jurisdicción del departamento (figura 2.2) de Escuintla, y parte de los municipios de Santa Lucía Cotzumalguapa, Siquinalá, La Democracia y la Gomera, siendo este último el que ocupa la mayor parte de la cuenca.

El punto más alto de la cuenca –parteaguas, en el municipio de Siquinalá- llega a los 400 metros de altura sobre el nivel del mar. Esta cuenca se encuentra en la región fisiográfica de la Llanura Costera del Pacífico que la abarca en su totalidad.

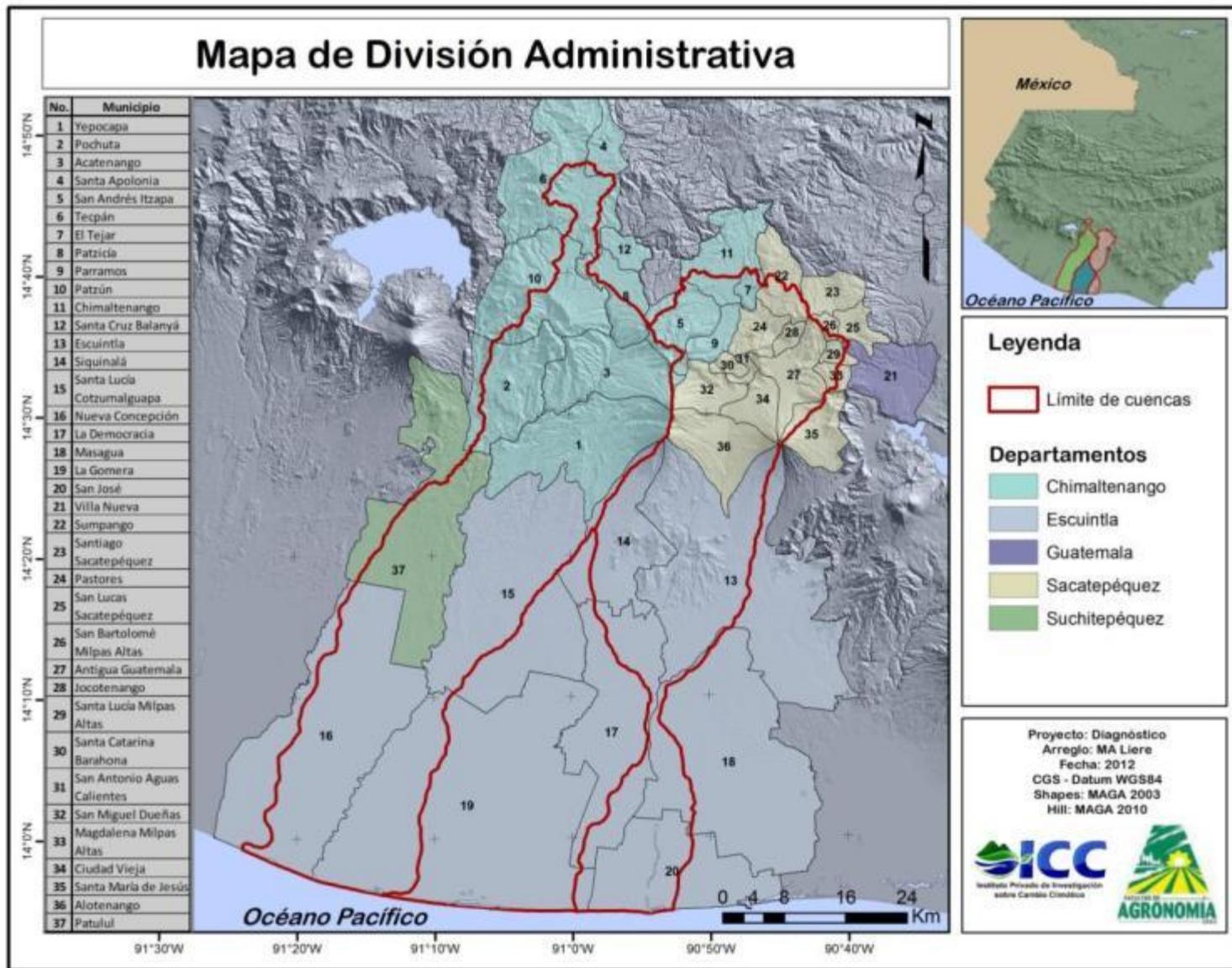


Figura 2. 2. División administrativa de las cuencas

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 Objetivo general

- Establecer el estado del arte de información hidrometeorológica de las cuencas Coyolate, Acomé, Achiguate, de la vertiente del Pacífico.

2.5.2 Objetivos Específicos

1. Recopilar y analizar la información de investigaciones hidrometeorológicas realizadas en las cuencas Coyolate, Acomé, Achiguate.
2. Organizar y sistematizar la información hidrometeorológica para crear una base de datos bibliográfica y cartográfica.
3. Identificar las líneas de investigación hidrometeorológica que presentan vacíos de información.
4. Generar propuestas de investigación hidrometeorológicas para las cuencas Coyolate, Acomé, Achiguate, de la vertiente del Pacífico.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Recopilación de la información

A. Elaboración de listado de Instituciones

En esta fase se elaboró un listado inicial de instituciones que realizan investigación hidrometeorológica, las cuales fueron visitadas posteriormente.

B. Actividades previas a la visita de trabajo

Para que las instituciones tuvieran conocimiento del trabajo que se estaba realizando, y para permitir el acceso a los estudios, se realizaron las siguientes actividades:

- Contacto y coordinación con los responsables de la información..
- Entrega de carta de presentación del ICC para solicitud de información.
- Recopilación de información (por medio de boleta –Anexo 1A).

C. Tipos de estudios

Se tomaron en cuenta los estudios que incluyeran las siguientes líneas de investigación:

a. Meteorología

- Precipitación (cantidad, distribución, intensidad, frecuencia)
- Evapotranspiración (real, potencial, demanda de riego)
- Temperatura (normal, media, mínima, máxima)
- Humedad (relativa y absoluta)
- Vientos (régimen, dirección y velocidad)
- Radiación solar (número de horas, intensidad)

b. Hidrología

- Escorrentía superficial (hidrometría: cantidad y variabilidad, caudales, estiaje, normales y crecidas. Calidad del agua: físico-químico, bacteriológico)
- Balance hídrico
- Ciclo hidrológico

Divisiones secundarias para la línea de hidrología son:

I. Hidrogeología

- Calidad del agua
- Potencial hídrico subterráneo
- Perfiles hidrogeológicos
- Recarga de acuíferos

II. Gestión de riesgos

- Sistemas de alerta temprana

D. Organización y sistematización de la información**a. Boleta de toma de datos**

Para la elaboración de la boleta de recopilación de información las variables a tomarse en fueron las siguientes (Anexo 1A):

- Institución que realizó la investigación
- Institución recopiladora de la información
- Fecha de realización de la investigación o de publicación
- Título de la Investigación
- Autor (es)
- No. de páginas
- Tipo de documento (Tesis, trabajo de investigación, artículo, etc.)
- Resumen
- Cuenca, departamento, municipio, río
- Descriptores (palabras claves)

E. Resumen del documento

El resumen tiene como objetivo principal presentar la información más importante del documento en la base de datos. Dicha información abarca: objetivos, resultados y conclusiones; presentar de manera general lo que trata el estudio.

F. Creación de una base de datos

La base de datos utilizada fue creada en la aplicación y lenguaje de programación Visual Basic con la ayuda del lenguaje de consulta estructurado –SQL- (por sus siglas en inglés Structured Query Language).

La base presenta los resultados de manera más cómoda y de fácil acceso, además de hacer más eficientes los procesos de consulta y búsqueda (para más detalle ver en anexos).

Para la interfase del usuario, es posible visualizar la información de la siguiente forma:

- Línea de Investigación principal y secundaria.
- Cuenca
- Río
- Departamento
- Municipio
- Institución que realizó el estudio
- Año de publicación
- Autor
- Resumen
- Número de páginas
- Tipo de documento (tesis, informe, estudio)
- Idioma
- Descriptores (palabras claves)
- Contacto

En el campo de “contacto” es posible visualizar el nombre de la persona, institución, número telefónico y dirección, con quien se tuvo el acercamiento para el registro del estudio y al cual se puede avocar en dado caso se requiera encontrar dicho estudio.

G. Creación de una base de datos cartográfica

Con la finalidad de crear una base de datos más visual que permita conocer la ubicación de los lugares en donde se hayan realizado los estudios, es que se planteó la idea de una base cartográfica. Los estudios se ingresaron en una base de datos utilizando la descripción presentada en cada estudio (principalmente por cuenca y por río), de tal forma que la base (con la información de la base de datos bibliográfica) pueda ser consultada directamente en un SIG (ArcMap® 10).

H. Análisis de los estudios y propuestas

a. Análisis de los estudios

El objetivo de esta fase fue llegar a la identificación de las áreas en las cuencas y las líneas de investigación donde existe información, una vez leídos los documentos y extraído la información más importante. Luego que la información fue ordenada y sistematizada, se elaboró un resumen que presenta el panorama de cómo se encuentran distribuidos los estudios para cada cuenca. Además, la identificación de las áreas donde no se encontraron estudios, se pudo determinar mediante los mapas de puntos realizados a través de la base cartográfica.

Mediante el análisis, se determinó en qué líneas a nivel de cada cuenca no se ha realizado investigación, para lo cual se presentaron propuestas en base a los objetivos del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático.

b. Validación de la información recopilada: entrevistas

El propósito de esta fase fue involucrar a algunos expertos en el tema y presentarles la información que fue recolectada y sistematizada, para dar conocer en qué líneas existe información y posterior a esto presentar propuestas de investigación, además de integrar diferentes puntos de vista de acuerdo al área de expertise.

c. Propuestas de investigación

Luego del análisis de la información, mediante la identificación de las líneas donde no existe información y la presentación de las propuestas por parte de los expertos, se unificaron criterios

para obtener propuestas concretas. Este aspecto está muy relacionado con los objetivos del ICC, así como el monitoreo del ciclo hidrológico dentro de las cuencas, y la prioridad que tienen las líneas de investigación.

2.8 RESULTADOS

2.8.1 Instituciones visitadas

En el siguiente listado se encuentran las instituciones visitadas.

A. Sector académico:

- Biblioteca de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC)
- Facultad de Agronomía (USAC)
- Facultad de Ingeniería (USAC)
- Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS)
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA-URL)
- Universidad Rural de Guatemala

B. Sector gubernamental:

- Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH)
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED)
- Unidad de Manejo de Ríos y Canales (UNIRIOS) del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda
- Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- Instituto Nacional de Electrificación (INDE)
- Gabinete Específico del Agua (GEA)
- Secretaría General de Planificación y Programación (SEGEPLAN)

C. Sector privado

- Centro Guatemalteco de Investigación sobre la Caña de Azúcar (CENGICAÑA)

D. Organizaciones no gubernamentales:

- Acción Contra el Hambre (ACH)
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

En GEA, SEGEPLAN, JICA, INDE, no se encontraron estudios.

2.8.2 Base bibliográfica

La base de datos se elaboró mediante el programa Visual Basic y contiene toda la información extraída de los estudios que se recopilaron. En la sección de anexos se puede visualizar el resultado final de esta fase. La base bibliográfica digital (instaladores y contenido) será proporcionada en un CD como producto final integrado, y será administrada por el ICC; otra copia será entregada al Centro de Documentación e Información Agrícola de la Facultad de Agronomía.

A continuación se presentan los cuadros que contienen de forma resumida los estudios registrados dentro de la base de datos y utilizados para su respectivo análisis. Los estudios han sido agrupados por institución y ordenados por año de publicación.

En el Cuadro 2. 4, se presentan los estudios de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Contiene un total de 25 estudios; 19 para la cuenca del río Achiguate, 2 para la cuenca del río Acomé y 4 para la cuenca del río Coyolate.

Cuadro 2. 4. Estudios de la Facultad de Agronomía.

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
1	Estudio para la reforestación de áreas críticas de la cuenca de los ríos Achiguate-Guacalate	Samayoa Ruiz, LR	Achiguate	1971	Facultad de Agronomía, USAC
2	Caracterización preliminar de la cuenca del Río Achiguate	Nufio Reyes, W	Achiguate	1982	Facultad de Agronomía, USAC
3	Diagnóstico físico de las cuencas de los ríos Xayá y Pixcayá	Granados Rodríguez, EO	Coyolate	1983	Facultad de Agronomía, USAC
4	Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate (Fase I)	Herrera Ibáñez, IR	Achiguate	1984	Facultad de Agronomía, USAC
5	Caracterización cuantitativa y cualitativa del recurso agua, de la cuenca del río Achiguate	Quiroa Noriega, CR	Achiguate	1984	Facultad de Agronomía, USAC
6	Caracterización de los recursos naturales de la subcuenca del río Pensativo	Cabrera Gaillard, C	Achiguate	1986	Facultad de Agronomía, USAC
7	Estudios hidrológico básico de las cuencas Xayá – Pixcayá	Santos Mansilla, EG	Coyolate	1987	Facultad de Agronomía, USAC

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
8	Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate (Fase II)	Lavarreda Anleu, PA	Achiguate	1987	Facultad de Agronomía, USAC
9	Análisis hidrológico preliminar de las crecidas del río Pensativo	López Choc, F	Achiguate	1988	Facultad de Agronomía, USAC; CATIE
10	Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate (Fase III)	Lam Echeverría, EL	Achiguate	1989	Facultad de Agronomía, USAC
11	Situación actual de los recursos naturales renovables de las subcuencas de los ríos Itzapa, Negro y Cajagualten, San Andrés Itzapa, Chimaltenango	Esquit Donis, VE; Barillas, C; Aguilar, G; Reynoso, JM; Chivichón, F; Martínez Torres, A; Ucelo, E	Achiguate	1992	Facultad de Agronomía, USAC
12	Análisis espacial para evaluar la erosión hídrica en la subcuenca del río Pensativo	Arana López, GA	Achiguate	1992	Facultad de Agronomía, USAC
13	Investigación básica para la planificación de la cuenca del río Itzapa	Tobías, HA	Achiguate	1997	Facultad de Agronomía, USAC
14	Determinación de las áreas actualmente regadas y potencialmente regables, con fines de diseño de un sistema de riego en la cuenca del río Itzapa, San Andrés Itzapa, Chimalentango	Romero Orellana, FR	Achiguate	1998	Facultad de Agronomía, USAC
15	El modelo SWRRB en la planeación del recurso hídrico de la cuenca Itzapa, departamento de Chimaltenango, Guatemala	Maldonado de León, OA	Achiguate	1998	Facultad de Agronomía, USAC; Instituto de Recursos Naturales, Montecillo, México
16	Estudio de la erosión hídrica del suelo. Microcuenca del río Itzapa, Chimaltenango. De 1994 a 1996	Motta Franco, EL	Achiguate	1999	Facultad de Agronomía, USAC
17	Estudio hidrogeológico con fines de riego, de la cuenca del río Acomé, Escuintla, Guatemala	Salguero Barahona, MR	Acomé	2002	Facultad de Agronomía, USAC
18	Diseño y recomendaciones para la implementación y operación de un sistema de alerta temprana contra inundaciones en la cuenca del río Pensativo	Santos Galindo, LA	Achiguate	2003	Facultad de Agronomía, USAC
19	Estudio del recurso hídrico de la finca sabana grande y determinación de la recarga hídrica vertical de la Microcuenca del río Cantil, aldea el Rodeo, Escuintla	Vásquez Rivas, OE	Achiguate	2006	Facultad de Agronomía, USAC

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
20	Zonificación de la cuenca del río Achiguate – Guacalate: Una propuesta de integración de criterios para la reducción de riesgos a desastres	Anleu Fortuny, RI	Achiguate	2008	Facultad de Agronomía, USAC
21	Dinámica del cambio de uso de la tierra y su impacto en el comportamiento del ciclo hidrológico de la parte sur de la subcuenca del alto Guacalate y apoyo a la unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo – UPGGR- del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación	López Par, JN	Achiguate	2008	Facultad de Agronomía, USAC
22	Dinámica del 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	Tacam Cúmez, CA	Achiguate	2008	Facultad de Agronomía, USAC
23	Caracterización de acuíferos para irrigación agrícola en la cuenca baja del río Acomé, La Gomera, Escuintla	Morales Ramírez, CE	Acomé	2010	Facultad de Agronomía, USAC

En el Cuadro 2. 5 se presentan los estudios realizados por el Instituto de Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-. Se encontraron 4 estudios, 3 para la cuenca del río Achiguate, y un estudio morfométrico que fue realizado a nivel del país.

Cuadro 2. 5. Estudios de INSIVUMEH.

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
1	Proyecto de inundaciones: Mapa preliminar de amenaza de inundación sub-cuenca río Pensativo	CEPREDENAC; INSIVUMEH	Achiguate	1993	INSIVUMEH
2	Reconocimiento hidrogeológico en la cuenca del río Guacalate hasta la estación San Luis las Carretas	Vásquez, PR; Baldizón Marroquín, JR; Álvarez, F	Achiguate	1994	INSIVUMEH - Ingeniería, USAC

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
3	Informe hidrológico preliminar del río Pensativo	INSIVUMEH	Achiguate	1998	INSIVUMEH
4	Informe final morfométrico de cuencas	INSIVUMEH	Todo el país	2003	INSIVUMEH

En el Cuadro 2. 6, se presentan los estudios realizados por la Unidad de Ríos y Canales de la Dirección General de Caminos -UNIRIOS-, mediante consultorías de distintas empresas. Cuenta con 3 estudios, 1 para la cuenca del río Achiguate y 2 para la cuenca del río Coyolate.

Cuadro 2. 6. Estudios de UNIRIOS.

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
1	Estudio y diseño de las obras para mitigar el impacto del río Achiguate sobre la infraestructura vial de la ruta CA-02 Occidente (Puente Achiguate) Ruta RP-38-ESC (Puente la Barrita), CA-09-SUR y poblaciones aledañas al cauce	Ecoingeniería Ambientes, S.A	Achiguate	2006	UNIRÍOS
2	Estudio del diseño de las obras para mitigar el impacto del río Coyolate sobre la infraestructura vial de la ruta RD-OS-ESC, ruta de RN-11 hacia Santa Ana Mixtán y poblaciones aledañas al cauce	Ecoingeniería Ambientes, S.A	Coyolate	2006	UNIRÍOS
3	Estudios de hidrología, hidráulica, para morfología y socavación para el diseño de las obras de control de inundaciones y estabilización de cauce de río Coyolate entre la confluencia con el río Cristóbal y su entrega al Océano Pacífico	Rojas González, J; Barrientos Peña; G	Coyolate	2011	UNIRÍOS

Con respecto a la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres -CONRED-, se documentaron dos estudios, uno realizado para la cuenca del río Achiguate y el segundo para Coyolate, los cuales se presentan en el Cuadro 2. 7.

Cuadro 2. 7. Estudios de CONRED

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
1	Estudio de vulnerabilidad de cuencas menores, estudio hidrológico y sistema de alerta temprana: Cuenca alta del río Achiguate	GEOPETROL, S.A; Ambiente y Desarrollo	Achiguate	2001	CONRED
2	Sistema de alerta temprana ante inundaciones de la cuenca del río Coyolate: análisis hidrológico, propuestas de rediseño y actualización	CONRED; Departamento de desarrollo sostenible, Organización de Estados Americanos	Coyolate	2009	CONRED; Organización de Estados Americanos

En el Cuadro 2. 8, se presentan dos estudios realizados por la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala -ERIS-.

Cuadro 2. 8. Estudios de la ERIS

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
1	Evaluación de un sistema de alerta temprana para inundaciones en la parte baja de la cuenca del río Achiguate	Zamora Leandro, EP	Achiguate	2008	ERIS
2	Evaluación del sistema de alerta temprana para inundaciones, en la cuenca del río Coyolate	Fuentes Montepeque, JC	Coyolate	2008	ERIS

El Instituto Geográfico Nacional -IGN- ha realizado diversos estudios morfométricos a nivel de cuencas en el país. Para la cuenca del río Coyolate se documentaron dos estudios, y para la cuenca del río Acomé uno. El resumen se presenta en el Cuadro 2. 9.

Cuadro 2. 9. Estudios del IGN.

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
1	Estudio Morfométrico de la cuenca del río Pantaleón	Instituto Geográfico Nacional	Coyolate	1973	IGN
2	Estudio Morfométrico de la cuenca del río Coyolate	Instituto Geográfico Nacional	Coyolate	1974	IGN
3	Estudio Morfométrico de la cuenca del río Acomé	Instituto Geográfico Nacional	Acomé	1974	IGN

La Escuela Centroamericana de Geología de Costa Rica, tiene entre su programa de posgrados el de Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos. Por lo que por parte de los estudios a nivel de tesis que se realizan, se encontraron 4 para la cuenca del río Achiguate y 2 para la cuenca del río Coyolate. Estos se presentan en el Cuadro 2. 10.

Cuadro 2. 10. Estudios de la Escuela Centroamericana de Geología.

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
1	Reconocimiento Hidrogeológico de la cuenca del río Itzapa, departamento de Chimaltenango, Guatemala	Herrera Ibáñez, IR	Achiguate	1998	Escuela Centroamericana de Geología
2	Modelo matemático del acuífero de la cuenca alta del río Guacalate, Chimaltenango y Sacatepéquez, Guatemala	Motta Franco, EL	Achiguate	2001	Escuela Centroamericana de Geología
3	Potencial del recurso hídrico subterráneo y modelo matemático preliminar y del sistema acuífero del valle aluvial del río Guacalate desde Antigua Guatemala hasta Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala	Orozco y Orozco, EO	Achiguate	2003	Escuela Centroamericana de Geología
4	Disponibilidad de recursos hídricos subterráneos de la cuenca alta del río Pixcayá desde el puente Comalapa hasta la finca el tesoro, Chimaltenango, Guatemala	Rosales del Cid, MD	Coyolate	2005	Escuela Centroamericana de Geología
5	Reconocimiento hidrogeológico de la cuenca alta del río Pixcaya, desde el nacimiento hasta el puente de Comalapa, Chimaltenango Guatemala	Moreira Arana, EJ	Coyolate	2005	Escuela Centroamericana de Geología
6	Evaluación del potencial hídrico en la microcuenca del río Cantil para el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la finca Sabana Grande, El Rodeo	Padilla Cámbara, T	Achiguate	2005	Escuela Centroamericana de Geología

Se encontraron cinco estudios elaborados por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para la cuenca del río Achiguate y uno para la cuenca del río Coyolate. Otro estudio fue realizado a nivel de las cuencas del departamento de Escuintla, donde se incluyen la cuenca del río Coyolate, la cuenca del río Acomé y Achiguate. El quinto estudio registrado, fue realizado a nivel de la República, y las cuencas que se incluyen son la del río Achiguate y Coyolate. Estos se pueden observar en el Cuadro 2. 11.

Cuadro 2. 11. Estudios de la Facultad de Ingeniería.

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
1	Estudio hidrológico básico de las cuencas Xayá – Pixcayá	Ortega Martínez, FG; Marroquín Búcaro, FJ	Coyolate	1971	Facultad de Ingeniería, USAC
2	Influencia de la precipitación pluvial sobre las principales cuencas en las diferentes áreas de la República de Guatemala	Gallardo Gómez, C	Achiguate, Coyolate	1975	Facultad de Ingeniería, USAC
3	Determinación regional de la frecuencia de crecidas, aplicada a las cuencas del departamento de Escuintla	Tillmans, BP	Coyolate, Acomé, Achiguate	1978	Facultad de Ingeniería, USAC
4	Riesgos geológicos y medidas de mitigación en la cuenca del río Pensativo y zonas aledañas a la ciudad de la Antigua Guatemala	Quiroa Rojas, JC	Achiguate	2004	Facultad de Ingeniería, USAC
5	Influencia de las características físicas de la cuenca del río Guacalate, hasta la estación San Luis las Carretas en su régimen de caudales	Burbano García-Salas, JM	Achiguate	2004	Facultad de Ingeniería, USAC

El Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar -CENGICAÑA- es una institución que ha realizado sus investigaciones a nivel de zona cañera, en donde se encuentran incluidas las partes bajas de las cuencas. Para toda la zona existen 13 estudios realizados que incluyen otras cuencas distintas a las de interés. Estudios para la cuenca del río Coyolate específicamente existe 1, y estudios realizados para las tres cuencas en conjunto existen cinco. Ver Cuadro 2. 12.

Cuadro 2. 12. Estudios realizados por CENGICAÑA.

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
1	Estudio climático-sinóptico del comportamiento del viento para la Costa Sur de Guatemala	Vásquez, VH; Castro Loarca, OR; Bautista, M	Zona Cañera	1999	Cengicaña
2	Bases para la zonificación climática con balance hídrico. Avances de la investigación	Cengicaña	Zona Cañera	1999	Cengicaña

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
3	Comportamiento histórico de las lluvias en la zona cañera de la Costa Sur de Guatemala. Valores y fechas estimadas para el fin de la estación lluviosa en el 2001	Sánchez García, J; Moreno, M	Zona Cañera	2001	Cengicaña
4	Avances del proyecto de Zonificación Agroecológica en la zona cañera Guatemalteca	Balañá, P; Pérez, O	Zona Cañera	2004	Cengicaña
5	Características climáticas del año 2003 y sus efectos en la producción cañera guatemalteca	Sánchez García, J; Pinzón, JF	Zona Cañera	2004	Cengicaña
6	Análisis hidrométrico espacial de la cuenca "El Coyolate" en la época de estiaje (temporada abril 2004)	Castro Loarca, OR; Balañá, P; Martínez, JC	Coyolate	2004	Cengicaña
7	Índices hidrométricos noviembre 2004 – abril 2005, cuencas "El Coyolate" y "El Achiguate", Zona Cañera	Castro Loarca, OR; Montúfar, JC; Balañá, P	Coyolate, Achiguate	2005	Cengicaña
8	El balance hídrico (Herramienta para la planificación del riego en caña de azúcar)	Castro Loarca, OR	Zona Cañera	2005	Cengicaña
9	Condiciones meteorológicas relevantes en la zona cañera de la Costa sur de Guatemala en el año 2004 y el primer semestre del año 2005	Sánchez García, J; Pinzón, JF	Zona Cañera	2005	Cengicaña
10	Avances de la Zonificación Agroecológica (Zonificación de áreas homogéneas de manejo)	Suárez, JA	Zona Cañera	2007	Cengicaña
11	Tendencias observadas en la información pluviométrica registrada en la zona cañera	Sánchez, J; Maltez, M	Zona Cañera	2007	Cengicaña
12	Índices hidrométricos en las cuencas Coyolate y Achiguate, Zona Cañera guatemalteca, noviembre 2006-abril 2007	Castro Loarca, OR; Rosales, C	Coyolate, Achiguate	2007	Cengicaña
13	Índices hidrométricos noviembre 2007-abril 2008 en las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate. Zona Cañera Guatemalteca	Castro Loarca, OR; Rosales, C	Coyolate, Acomé, Achiguate	2008	Cengicaña
14	Balance Hídrico 2000-2006 de la zona cañera Guatemalteca	Villatoro, B; Suárez, A; Castro Loarca, OR	Zona Cañera	2008	Cengicaña
15	Análisis Climático para la Zona Cañera Guatemalteca del año 2007, con un enfoque agroclimático	Castro Loarca, OR; Meneses, A	Zona Cañera	2008	Cengicaña
16	Índices hidrométricos en las cuencas Coyolate y Achiguate, Zona Cañera guatemalteca, noviembre 2008-abril 2009	Castro Loarca, OR; Rosales, C; Ordóñez, H	Coyolate, Acomé, Achiguate	2009	Cengicaña

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
17	Programación del riego según la relación: agua-suelo-caña de azúcar-clima. Una herramienta técnica para planificar el riego y responder a las interrogantes: ¿Cuánto y cuándo regar?	Castro Loarca, OR; Veliz, E; Esquit, V	Zona Cañera	2010	Cengicaña
18	Índices hidrométricos en las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate, Zona Cañera guatemalteca, noviembre 2009-abril 2010	Castro Loarca, OR; Monterroso Silvestre, HR	Coyolate, Acomé, Achiguate	2010	Cengicaña
19	Estudio de las relaciones entre la duración de radiación solar y radiación global para la latitud 14° de la zona cañera guatemalteca	Suárez, A; Castro, O; Ramírez, C	Zona Cañera	2010	Cengicaña

Otros estudios encontrados para la cuenca del río Coyolate específicamente en la subcuenca del río Xayá, fueron realizados por el Programa de Apoyo a la Reconversión Agroalimentaria - PARPA-, y por Acción Contra el Hambre en conjunto con la Comisión Europea y la Universidad de Florencia, Italia. Finalmente, para la cuenca del río Achiguate, se encuentra un estudio realizado por una estudiante de la Universidad del Valle de Guatemala. Los estudios se pueden encontrar en el Cuadro 2. 13.

Cuadro 2. 13. Estudios realizados por otras instituciones

No	Título	Autor (es)	Cuenca	Año	Institución
1	Estudio Hidráulico de la parte baja del río Coyolate para la identificación de umbrales hidrométricos de alerta – Departamento de Escuintla, Guatemala	Petrone, A; Preti, F	Coyolate	2008	Acción Contra el Hambre; Comisión Europea; Universidad de Florencia
2	Propuesta de manejo de los recursos naturales de la microcuenca del río Xayá	PARPA	Coyolate	2008	MAGA, PARPA, ACAX
3	Caracterización de fuentes de agua microcuenca Xayá, municipio de Tecpán, Chimaltenango	Universidad Rural de Guatemala	Coyolate	2009	URG, PARPA
4	Análisis de los efectos del Programa de Incentivos Forestales en la regulación de los servicios hídricos en la parte alta de la cuenca del río Achiguate	Juárez Lucas, AM	Achiguate	2009	UVG

2.8.3 Base cartográfica

La base cartográfica se elaboró mediante el programa ArcMap 10, con fines de presentar espacialmente los estudios recopilados; ubicándose de acuerdo a la localización que hace referencia cada estudio archivado. Cada punto, hace referencia a un estudio, y en la tabla de atributos se puede encontrar una codificación la cual hace referencia a cada uno dentro del área de interés. La base cartográfica (shapefile¹ con su tabla de atributos) será proporcionada, en conjunto con la base bibliográfica, en un CD como producto final integrado, y será administrada por el ICC; otra copia será entregada al Centro de Documentación e Información Agrícola de la Facultad de Agronomía.

La codificación utilizada en la base de datos para la identificación de cada estudios, se presenta en el Cuadro 2. 14.

Cuadro 2. 14. Codificación de base de datos.

Primer núm:	Achiguate (1)
Segundo núm:	Subcuenca
1	Achiguate
2	Cantil
3	Guacalate
4	Itzapa
5	Pensativo
Tercer núm:	No. de estudio

Primer núm:	Acomé (2)
Segundo Núm:	Subcuenca
1	Acomé
Tercer núm:	No. de estudio
Primer núm:	Zona Cañera (4)

Primer núm:	Coyolate (3)
Segundo Núm:	Subcuenca
1	Coyolate
2	Cristóbal
3	Xayá
Tercer núm:	No. de estudio

Por ejemplo:

- Una codificación 1-3-4, correspondería a un estudio de la cuenca del río Achiguate, subcuenca del río Guacalate siendo el número cuatro.
- Una codificación (1)(2)(3), corresponde a un estudio realizado para cada una de las cuencas: Achiguate(1), Acomé(2), Coyolate (3).

¹ Un shapefile almacena geometría no topológica e información de atributos para características espaciales en forma de vector (punto, línea, polígono), para un conjunto de datos. La geometría para cada característica es almacenada como un shapefile conformado por un conjunto de coordenadas (ESRI, 1998).

En la Figura 2. 3, se presenta la ubicación espacial de los estudios realizados a nivel de cuenca. Se encuentran ubicados en relación a la cuenca donde fueron realizados. Se encontraron 3, realizados en conjunto para las cuencas de los ríos Achiguate y Coyolate; 4 para las cuencas de los ríos Achiguate, Acomé y Coyolate; y 4 estudios a nivel de zona cañera. En esta figura se presenta también la ubicación espacial de los estudios meteorológicos, ubicados de acuerdo a la cuenca donde se realizaron. Se encontró 1 realizado en conjunto para las cuencas de los ríos Achiguate y Coyolate; y 9 estudios a nivel de zona cañera.

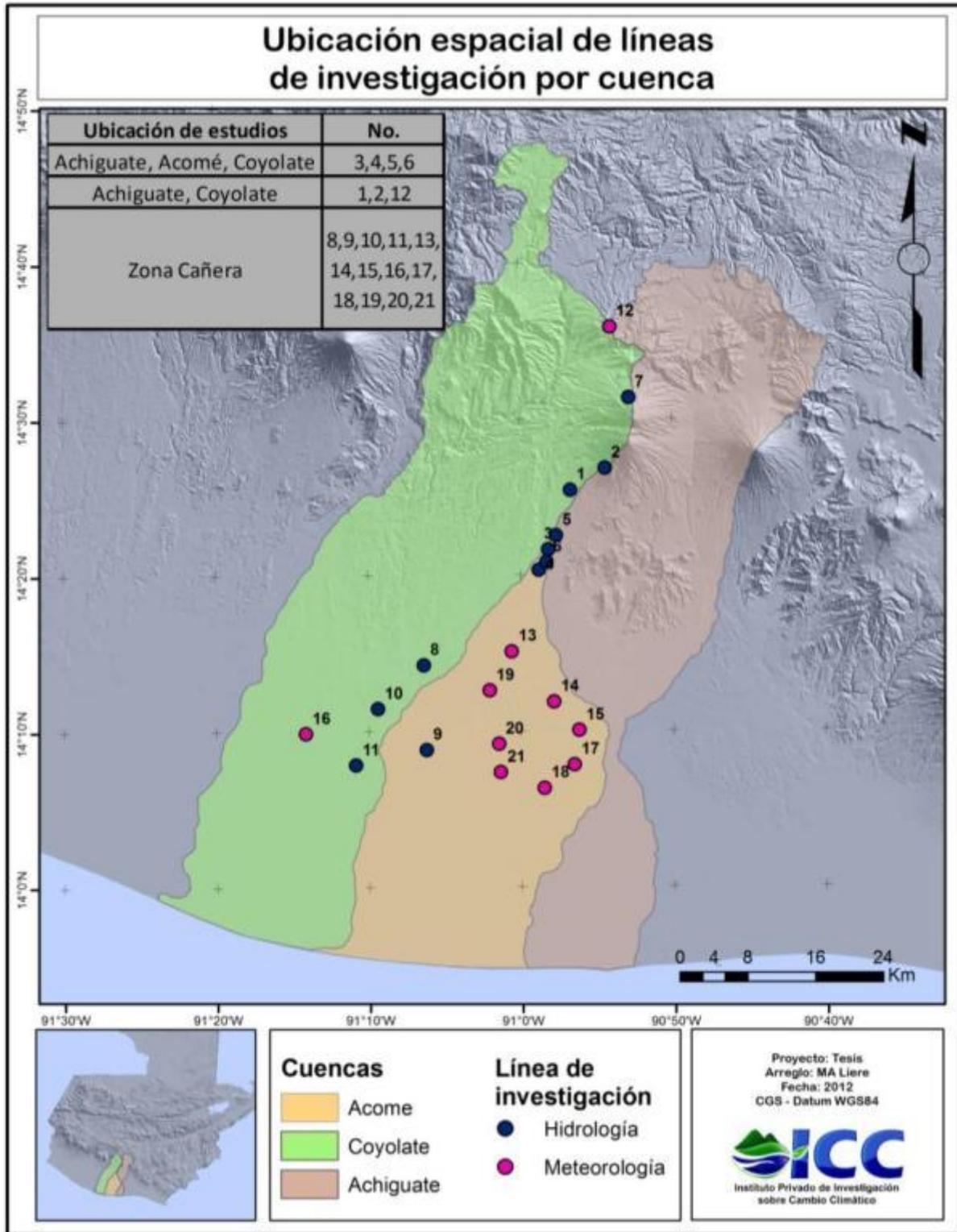


Figura 2. 3. Ubicación de estudios a nivel de cuenca

El Cuadro 2. 15 presenta la información de cada estudio (título, autor y código) correspondiendo al número relativo que tiene cada punto en la Figura 2. 3.

Cuadro 2. 15. Información de estudios de líneas principales a nivel de cuenca de la Figura 2. 3.

No.	Título	Autor	Código	
1	Índices hidrométricos noviembre 2004 – abril 2005, cuencas “El Coyolate” y “El Achiguate”, Zona Cañera	Castro Loarca, Otto René; Montúfar, Julio César; Balañá, Pablo	(1-0-13)(3-0-12)	Hidrología
2	Índices hidrométricos en las cuencas Coyolate y Achiguate, Zona Cañera guatemalteca, noviembre 2006-abril 2007	Castro Loarca, Otto René; Rosales, Carlos	(1-1)(2-1)	
3	Índices hidrométricos noviembre 2007-abril 2008 en las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate. Zona Cañera Guatemala	Castro Loarca, Otto René; Rosales, Carlos	(1-1)(2-2)(3-3)1	
4	Índices hidrométricos en las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate, Zona Cañera guatemalteca, noviembre 2009-abril 2010	Castro Loarca, Otto René; Monterroso Silvestre, Héctor René	(1-1)(2-2)(3-3)2	
5	Índices hidrométricos en las cuencas Coyolate y Achiguate, Zona Cañera guatemalteca, noviembre 2008-abril 2009	Castro Loarca, Otto René; Rosales, Carlos; Ordóñez, Héctor	(1-1)(2-2)(3-3)3	
6	Determinación regional de la frecuencia de crecidas, aplicada a las cuencas del departamento de Escuintla	Tillmans, Byron Paúl	(1-1)(2-2)(3-3)4	
7	Informe final morfométrico de cuencas	INSIVUMEH	(1)(2)(3)	
8	Bases para la zonificación climática con balance hídrico. Avances de la investigación	Cengicaña	4-0-1	
9	El balance hídrico (Herramienta para la planificación del riego en caña de azúcar)	Castro Loarca, Otto René	4-0-2	
10	Avances de la Zonificación Agroecológica (Zonificación de áreas homogéneas de manejo)	Suárez, José Alfredo	4-0-3	
11	Balance Hídrico 2000-2006 de la zona cañera Guatemala	Villatoro, Braulio; Suárez, Alfredo; Castro Loarca, Otto	4-0-4	
12	Influencia de la precipitación pluvial sobre las principales cuencas en las diferentes áreas de la República de Guatemala	Gallardo Gómez, Carlos	(1-1)(3-3)	Meteorología
13	Comportamiento histórico de las lluvias en la zona cañera de la Costa Sur de Guatemala. Valores y fechas estimadas para el fin de la estación lluviosa en el 2001	Sánchez García, Jorge; Moreno, Mario	4-0-5	
14	Estudio climático-sinóptico del comportamiento del viento para la Costa Sur de Guatemala	Vásquez, Víctor Hugo; Castro Loarca, Otto; Bautista, Mario	4-0-6	
15	Avances del proyecto de Zonificación Agroecológica en la	Balañá, Pablo; Pérez, Ovidio	4-0-7	

	zona cañera Guatemalteca			
16	Características climáticas del año 2003 y sus efectos en la producción cañera guatemalteca	Sánchez García, Jorge; Pinzón, Juan Francisco	4-0-8	
17	Condiciones meteorológicas relevantes en la zona cañera de la Costa sur de Guatemala en el año 2004 y el primer semestre del año 2005	Sánchez García, Jorge; Pinzón, Juan Francisco	4-0-9	
18	Tendencias observadas en la información pluviométrica registrada en la zona cañera	Sánchez, Jorge; Maltez, Manuel	4-0-10	
19	Análisis Climático para la Zona Cañera Guatemalteca del año 2007, con un enfoque agroclimático	Castro Loarca, Otto René; Meneses, Adlai	4-0-11	
20	Programación del riego según la relación: agua-suelo-caña de azúcar-clima. Una herramienta técnica para planificar el riego y responder a las interrogantes: ¿Cuánto y cuándo regar?	Castro Loarca, Otto René; Veliz, Erick; Esquit, Vicente	4-0-12	
21	Estudio de las relaciones entre la duración de radiación solar y radiación global para la latitud 14° de la zona cañera guatemalteca	Suárez, Alfredo; Castro, Otto; Ramírez, Carlos	4-0-13	

En la Figura 2. 4. Ubicación de estudios hidrológicos a nivel de subcuencase presenta la ubicación espacial de los estudios hidrológicos a nivel de subcuena. Donde se puede observar que en la parte de la subcuena del río Guacalate, de la cuenca Achiguate, se encuentran concentrados la mayoría de estudios realizados. Para esta subcuena se encontraron 7 estudios para la microcuenca del río Pensativo; 6 estudios para la microcuenca del río Itzapa; y 12 a nivel de la subcuena del río Guacalate. Se encontró 1 estudios para la microcuenca del río Cantil. A nivel de la cuenca del río Achiguate se encontraron 8 estudios. Para la cuenca del río Coyolate se encontraron 2 estudios para la subcuena del río Cristóbal, siendo uno de estos para la microcuenca del río Pantaleón que es parte de esta. 5 estudios fueron registrados para la parte alta de la cuenca que corresponde a la subcuena del río Xayá. Finalmente se registraron 6 estudios a nivel de la cuenca del río Coyolate. Por último se puede observar que la cuenca del río Acomé cuenta con 3 estudios. En el Cuadro 2. 16 se presenta el listado que corresponde a los puntos presentados en la Figura 2. 4.

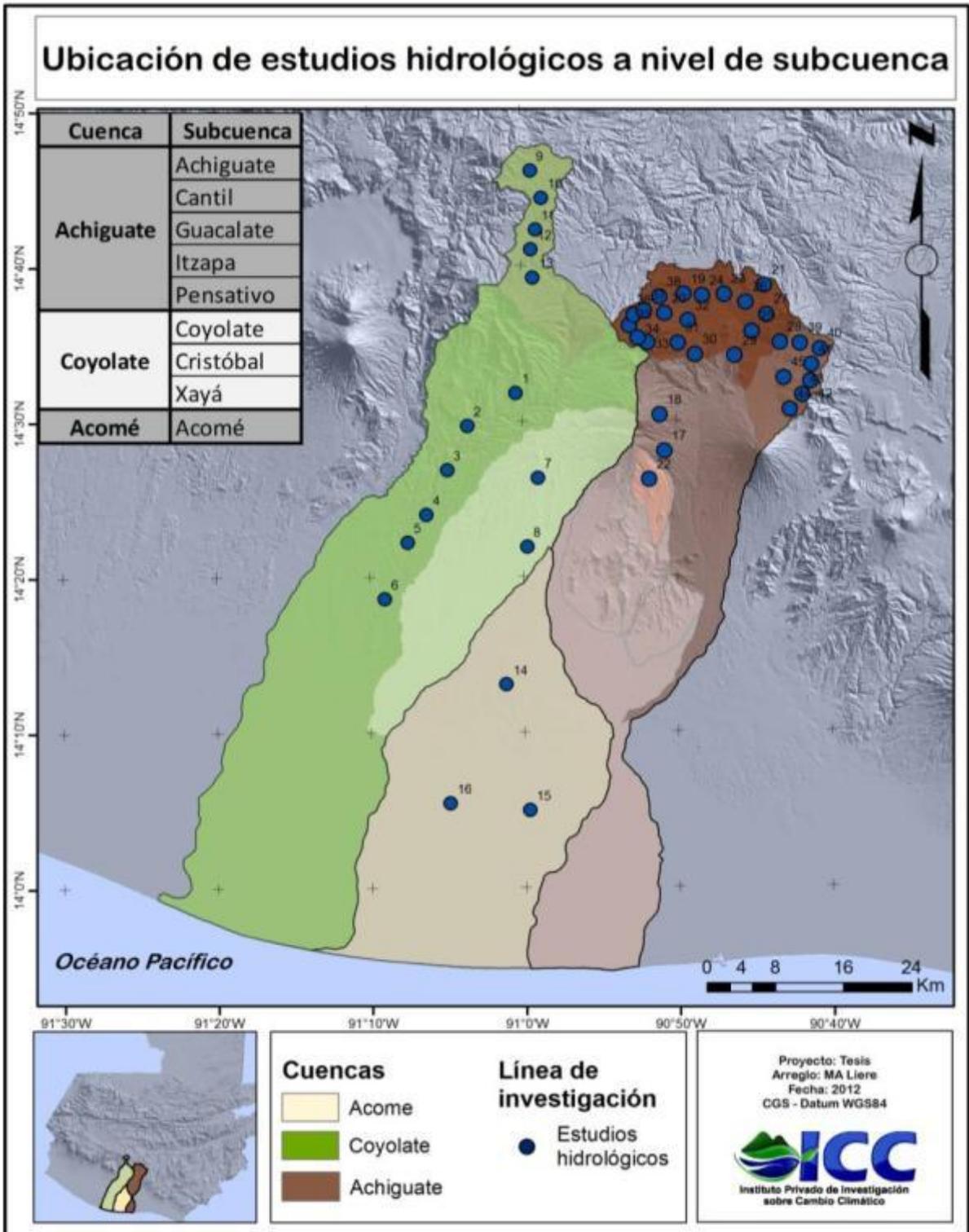


Figura 2. 4. Ubicación de estudios hidrológicos a nivel de subcuenca

Cuadro 2. 16. Información de estudios hidrológicos a nivel de cuenca de la Figura 2. 4.

No.	Título	Autor	Código
17	Evaluación de un sistema de alerta temprana para inundaciones en la parte baja de la cuenca del río Achiguate	Zamora Leandro, Ericka Patricia	1-1-1
18	Caracterización preliminar de la cuenca del Río Achiguate	Nufio Reyes, Waldemar	1-1-5
19	Estudio y diseño de las obras para mitigar el impacto del río Achiguate sobre la infraestructura vial de la ruta CA-02 Occidente (Puente Achiguate) Ruta RP-38-ESC (Puente la Barrita), CA-09-SUR y poblaciones aledañas al cauce	Ecoingeniería Ambientes, S.A	1-1-6
20	Propuesta para la generación de una metodología para identificar zonas vulnerables a desastres naturales en la cuenca del río Achiguate (2007)	Gutiérrez Álvarez, Lily; Santos Mansilla, Guillermo; Tobías Vásquez, Hugo; López, Amado; de León, Renato	1-1-7
21	Estudio de vulnerabilidad de cuencas menores, estudio hidrológico y sistema de alerta temprana: Cuenca alta del río Achiguate	GEOPETROL, S.A; Ambiente y Desarrollo	1-1-8
22	Evaluación del potencial hídrico en la microcuenca del río Cantil para el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la finca Sabana Grande, El Rodeo	Padilla Cámara, Tomás	1-2-1
23	Modelo matemático del acuífero de la cuenca alta del río Guacalate, Chimaltenango y Sacatepéquez, Guatemala	Motta Franco, Erick Leonel	1-3-1
24	Potencial del recurso hídrico subterráneo y modelo matemático preliminar y del sistema acuífero del valle aluvial del río Guacalate desde Antigua Guatemala hasta Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala	Orozco y Orozco, Eugenio Oliverio	1-3-2
25	Caracterización cuantitativa y cualitativa del recurso agua, de la cuenca del río Achiguate	Quiroa Noriega, Carlos Roberto	1-3-3
26	Estudio del recurso hídrico de la finca sabana grande y determinación de la recarga hídrica vertical de la Microcuenca del río Cantil, aldea el Rodeo, Escuintla	Vásquez Rivas, Obdulio Estuardo	1-3-4
27	Dinámica del cambio de uso de la tierra y su impacto en el comportamiento del ciclo hidrológico de la parte sur de la subcuenca del alto Guacalate y apoyo a la unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo –UPGGR- del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación	López Par, José Nazario	1-3-6
28	Dinámica del 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	Tacam Cúmez, Cándida Azucena	1-3-7
29	Influencia de las características físicas de la cuenca del río Guacalate, hasta la estación San Luis las Carretas en su régimen de caudales	Burbano García-Salas, Jorge Mario	1-3-8
30	Reconocimiento hidrogeológico en la cuenca del río Guacalate hasta la estación San Luis las Carretas	Vásquez, Plutarco René; Baldizón Marroquín, José Roberto; Álvarez, Francisco	1-3-9
31	Caracterización hidrogeológica de la zona saturada presente en el valle de Chimaltenango	Orozco y Orozco, Eugenio Oliverio; Taracena Hernández, Julio; Montiel Montenegro, Alva Judith	1-3-10

No.	Título	Autor	Código
32	Análisis de los efectos del Programa de Incentivos Forestales en la regulación de los servicios hídricos en la parte alta de la cuenca del río Achiguate	Juárez Lucas, Andrea Mariel	1-3-12
33	Determinación de las áreas actualmente regadas y potencialmente regables, con fines de diseño de un sistema de riego en la cuenca del río Itzapa, San Andrés Itzapa, Chimalentango	Romero Orellana, Fredy Rolando	1-4-1
34	Estudio de la erosión hídrica del suelo. Microcuenca del río Itzapa, Chimaltenango. De 1994 a 1996	Motta Franco, Erick Leonel	1-4-2
35	Investigación básica para la planificación de la cuenca del río Itzapa	Tobías, Hugo Antonio	1-4-3
36	El modelo SWRRB en la planeación del recurso hídrico de la cuenca Itzapa, departamento de Chimaltenango, Guatemala	Maldonado de León, Osberto Aparicio	1-4-4
37	Reconocimiento Hidrogeológico de la cuenca del río Itzapa, departamento de Chimaltenango, Guatemala	Herrera Ibáñez, Isaac Rodolfo	1-4-5
38	Situación actual de los recursos naturales renovables de las subcuencas de los ríos Itzapa, Negro y Cajagualten, San Andrés Itzapa, Chimaltenango	Esquit Donis, Vicente Estuardo; Barillas, Claudia; Aguilar, Guillermo; Reynoso, Jorge Mario; Chivichón, Francisco; Martínez Torres, Arturo; Ucelo, Elmer	1-4-6
39	Proyecto de inundaciones: Mapa preliminar de amenaza de inundación sub-cuenca río Pensativo	CEPREDENAC; INSIVUMEH	1-5-1
40	Caracterización de los recursos naturales de la subcuenca del río Pensativo	Cabrera Gaillard, Claudio	1-5-2
41	Análisis espacial para evaluar la erosión hídrica en la subcuenca del río Pensativo	Arana López, Gustavo Arsenio	1-5-3
42	Diseño y recomendaciones para la implementación y operación de un sistema de alerta temprana contra inundaciones en la cuenca del río Pensativo	Santos Galindo, Luis Alejandro	1-5-4
43	Análisis hidrológico preliminar de las crecidas del río Pensativo	López Choc, Fernando	1-5-5
44	Riesgos geológicos y medidas de mitigación en la cuenca del río Pensativo y zonas aledañas a la ciudad de la Antigua Guatemala	Quiroa Rojas, Juan Carlos	1-5-6
45	Informe hidrológico preliminar del río Pensativo	INSIVUMEH	1-5-7

En la Figura 2. 5 se presentan los estudios meteorológicos que se encontraron a nivel de subcuenca los cuales fueron 2, situados en la parte alta del río Achiguate. Ambos realizados para la subcuenca del río Guacalate.

En el Cuadro 2. 17 se presenta el listado de estudios que corresponden a la figura 2. 5, con su respectivo código.

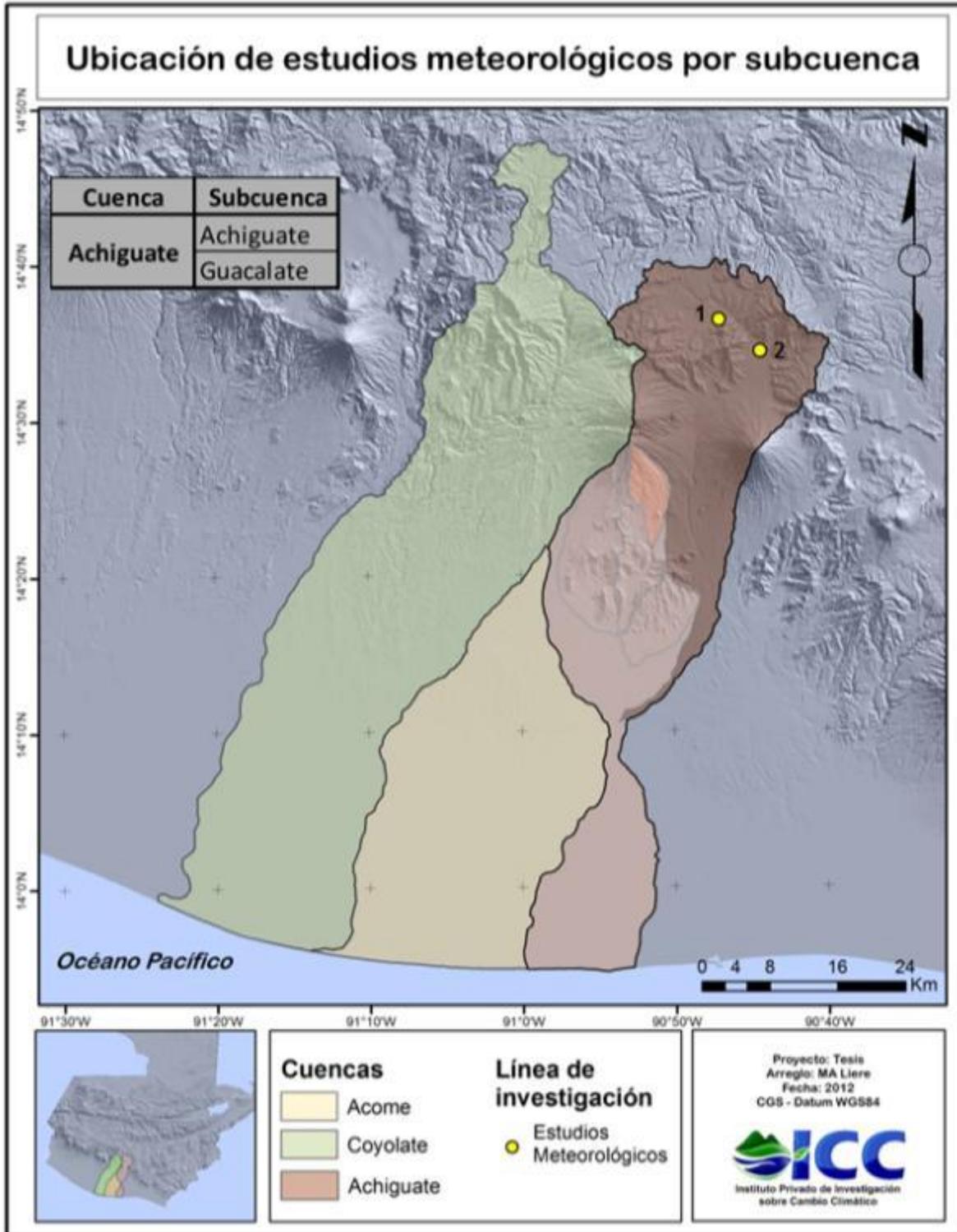


Figura 2. 5. Ubicación de estudios meteorológicos realizados a nivel de subcuena

Cuadro 2. 17. Información de estudios meteorológicos a nivel de subcuenca de la figura 2.5.

No.	Título	Autor	Código
1	Zonificación de la cuenca del río Achiguate – Guacalate: Una propuesta de integración de criterios para la reducción de riesgos a desastres	Anleu Fortuny, Rafael Ignacio	1-3-5
2	Estudio para la reforestación de áreas críticas de la cuenca de los ríos Achiguate-Guacalate	Samayoa Ruiz, Luis Rolando	1-3-11

2.8.4 Clasificación de los estudios

Los estudios encontrados se clasificaron de acuerdo a línea de investigación.

A. Meteorología

- Precipitación (cantidad, distribución, intensidad, frecuencia)
- Evapotranspiración (real, potencial, demanda de riego)
- Temperatura (normal, media, mínima, máxima)
- Humedad (relativa y absoluta)
- Vientos (régimen, dirección y velocidad)
- Radiación solar (número de horas, intensidad)

B. Hidrología

- Escorrentía superficial (hidrometría: cantidad y variabilidad, caudales, estiaje, normales y crecidas. Calidad del agua: físico-químico, bacteriológico)
- Balance hídrico
- Ciclo hidrológico

Divisiones secundarias para la línea de hidrología son:

I. Hidrogeología

- Calidad del agua
- Potencial hídrico subterráneo
- Perfiles hidrogeológicos
- Recarga de acuíferos

II. Gestión de riesgos

-Sistema de alerta temprana

El Cuadro 2. 18 presenta la cantidad de estudios realizados por cuencas con la línea de investigación principal.

Cuadro 2. 18. Cantidad de estudios por cuenca por línea de investigación.

Línea de investigación	Total	Porcentaje de estudios por cuenca			
		Achiguate	Acomé	Coyolate	Zona Cañera
Hidrología	56	60	10	26	4
Meteorología	12	25	0	8	67
Suelos	3	100	0	0	0

2.8.5 Análisis de los estudios

Distribución de estudios por cuenca:

A. Achiguate

Para la cuenca del río Achiguate, se encontraron 40 estudios. Estos contienen información de hidrología, meteorología, calidad del agua, hidrogeología, así como 3 estudios de suelos. En el Cuadro 2. 19 se resume la cantidad de estudios existentes para la cuenca del río Achiguate, divididos a nivel de subcuenca.

Cuadro 2. 19. Estudios por subcuenca

Subcuenca	Cantidad de estudios
Achiguate	18
Guacalate	14
Itzapa	6
Negro	1
Cajagualtén	1
Pensativo	7

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada

Se cuenta con información base, como lo es la caracterización cuantitativa y cualitativa del recurso hídrico (Quiroa, 1984), una caracterización preliminar a nivel de toda la cuenca (Nufio, 1982) y la caracterización de los recursos naturales de la subcuenca del río Pensativo (Cabrera, 1986). Aunque estos estudios fueron realizados hace ya más de 20 años, presentan un panorama detallado de los recursos naturales para ésta época. Estos estudios formaron parte del proyecto de 'Caracterización de Cuencas Hidrográficas' que realizó el programa de Recursos Naturales Renovables del Instituto de Investigación Agrícola de la Facultad de Agronomía. Como parte de este proyecto se realizaron en tres fases los levantamientos semidetallados de suelos de la cuenca (para la parte alta, parte media y parte baja de la cuenca). Cada fase consistió en la caracterización, clasificación y delimitación de los suelos, teniendo así como principal objetivo conocer la ubicación, distribución y características de los mismos. Los estudios contienen el uso de la tierra para los años 1984, 1987 y 1989, incluyendo la capacidad de uso (Herrera, 1984; Lavarreda, 1987; Lam 1989). Para 1992, se realizó un diagnóstico de la situación de los recursos de las subcuencas Itzapa, Negro y Cajaguatlén que forman parte del municipio de San Andrés Itzapa (Esquit et al. 1992).

Para la microcuenca del río Itzapa, se realizó un análisis de erosión hídrica, el cual fue realizado en dos partes en un período de tres años (de 1994 a 1996). En la primera parte se evalúa la cobertura y la pendiente del terreno (parte alta), y en la segunda se integran los resultados de investigaciones anteriormente realizadas dentro de la microcuenca, donde se evalúa también la cobertura y la pendiente (Motta, 1999). Estas investigaciones formaron parte de una serie de evaluaciones que se realizaron por parte de epesistas de la Facultad de Agronomía en el período de tiempo antes mencionado. El estudio de Romero (1998) se enfocó en la determinación de las áreas actualmente regadas y potencialmente regables (que tuvo como fin el diseño de un sistema de riego); este estudio se hizo mediante análisis topográficos, edafológicos, climáticos, hidrológicos y de calidad del agua. También existe un reconocimiento hidrogeológico por Herrera (1998), que fue realizado con el objeto de caracterizar el acuífero para la formulación de un plan de manejo de las aguas subterráneas del municipio de San Andrés Itzapa.

Para la subcuenca del río Guacalate, se documentó un reconocimiento hidrogeológico, elaborado por el Instituto de Vulcanología Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH- (Vásquez et

al, 1994), el cual comprende el desarrollo de aplicaciones técnicas orientadas a evaluar el desarrollo de las aguas subterráneas en la parte alta de la subcuenca. Orozco (2003), realizó un estudio del potencial del recurso hídrico subterráneo de la subcuenca y elaboró un modelo matemático preliminar del sistema acuífero del valle aluvial del río Guacalate. Existe también un estudio morfométrico realizado en el año 2004, que permitió definir las características del régimen de caudales de la cuenca y relacionar la influencia que las características morfométricas tienen sobre los mismos (Burbano, 2004).

Para la subcuenca del río Pensativo se documentaron varios estudios en cuanto al tema hidrológico. López (1988), presenta un análisis preliminar de las crecidas del río Pensativo. Este estudio fue elaborado con el propósito de estimar las crecidas que pueden desarrollarse en la cuenca, evaluar la información disponible y tener un mejor conocimiento del fenómeno en base a la descripción general de la cuenca, descripción de los recursos hidráulicos, hidrometeorología, hidrología, sedimentos y crecidas. Finalmente, López presenta una serie de recomendaciones para mitigar el problema de crecidas. Para el año 1992, se realizó un estudio que consistió en el análisis espacial y temporal de la erosión hídrica mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo² y un sistema de información geográfica con los objetivos de cuantificar y analizar las pérdidas de suelos en los años 1973, 1980 y 1992; mediante la utilización de parcelas de escorrentía ubicadas dentro de la subcuenca (Arana, 1992).

La línea de gestión de riesgos se encuentra bastante escueta en cuanto a cantidad de información, puesto que se encontraron únicamente cinco estudios. El primero realizado por el Centro para la Prevención de Desastres en América Central –CEPREDENAC- en conjunto con el INSIVUMEH. En este estudio se presenta la determinación de los niveles de agua en el cauce fluvial del río Pensativo y sus márgenes, y se incluye un mapa de zonificación de la amenaza de inundación en conjunto con recomendaciones para disminuir las amenazas que aquejan esta área (CEPREDENAC, 1993). Santos (2003), realizó un diseño para la implementación y operación de un sistema de alerta temprana contra inundaciones en la cuenca del río Pensativo, en donde le dio prioridad a la ciudad de Antigua Guatemala; mediante

² Esta ecuación fue desarrollada en EEUU hacia 1930 por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de EEUU. Expresa el promedio de las pérdidas anuales de suelo a largo plazo (en toneladas métricas por hectárea y año).

la implementación y operativización de nuevos métodos de control hidrometeorológicos, basándose principalmente en la recopilación de datos en tiempo real para diseñar, pronosticar y cuantificar inundaciones y proveer alerta temprana. Gutiérrez (2007), realizó una identificación de zonas vulnerables a desastres naturales dentro de la cuenca, con la ayuda de sensores remotos y sistemas de información geográfico, enfocándose principalmente en zonas vulnerables a deslizamientos y sequías. Los resultados más importantes de este estudio fueron: la posibilidad de sustituir modelos de diferentes variables biofísicas en modelos de elevación digital para generar una distribución confiable de la variable de estudio; la generación de un mapa de zonas de alta, media y baja vulnerabilidad a deslizamientos en la cuenca del río Achiguate y generación de un mapa de zonas de amenaza a sequía en la cuenca del río Achiguate.

Dentro de estos estudios de gestión de riesgos se encuentra también una propuesta de zonificación de la cuenca, que integró criterios para la reducción de riesgos a desastres; contiene una metodología que identifica amenazas que podrían ocurrir dentro de la cuenca e incluye un listado de desastres que han ocurrido (actividad volcánica, deslizamientos, flujo de escombros, entre otros). Partiendo del objetivo de establecer una zonificación para el uso apropiado, Anleu (2008) define doce categorías de uso a los cuales podría estar sujeta una zona cualquiera de la cuenca, respecto de las cuales es importante mencionar que representan categorías macro y que no están asociadas estrictamente a usos urbanos; aunado a esto se establecen dos criterios que representan límites dentro de los cuales se debe desarrollar la actividad humana. Una vez definidos estos criterios se aplicaron a las variables expresadas espacialmente sobre la cuenca y se establecieron zonas de aptitud -ZAP- que representan la gama de usos que de acuerdo a esta propuesta debería permitirse en cada unidad de área del territorio. Por otro lado, se documentó una evaluación y análisis del sistema de alerta temprana para inundaciones en la parte baja de la cuenca del Achiguate (Zamora, 2008). Zamora realizó un análisis del régimen de lluvias, crecidas y la vulnerabilidad a nivel institucional y económico. Finalmente planteó medidas de acción relacionadas directamente con el sistema (colocación de instrumentación, registro de datos, capacitación a la población, medidas de conservación y ampliación del cauce) con el objetivo de fomentar el funcionamiento adecuado que se vea manifestado en alertas oportunas para evacuar a las comunidades.

La institución que ha realizado estudios de monitoreo de índices hidrométricos de algunos ríos que son afluentes del Achiguate es el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar -CENGICAÑA-. De acuerdo a la metodología que utiliza, estos monitoreos se realizan en tres diferentes épocas del año: antes de inicio de zafra (noviembre) en el segundo tercio de zafra (febrero) y antes de la finalización de zafra (abril). Para la época de finalización de zafra del año 2010 se ha llevado ya un registro de 5 zafras que se ha realizado esta recopilación de datos, con fines de cuantificar los caudales de los afluentes, a través de índices de reducción de caudal para lograr optimizar el uso del agua con fines de manejo de riego por medio del manejo integrado del recurso hídrico (Castro et al, 2005; 2007; 2009; 2010).

B. Acomé

Para la cuenca del río Acomé, se documentaron 7 estudios, principalmente de la línea de investigación en hidrología.

En el año de 1974 se realizó el estudio morfométrico de la cuenca por parte del Instituto Geográfico Nacional, se utilizó el método del Departamento de Agua Superficial de la División de Investigación del Recurso Agua -DIRA-. Incluye una sección con datos de caudales máximos y toda la morfometría de la cuenca (IGN, 1974).

Salguero (2002) realizó un estudio hidrogeológico con fines de riego en esta cuenca. Presentó información sobre la geología (marco geológico regional, geología superficial y subterránea, estratigrafía, geomorfología), aguas subterráneas (límites del acuífero, coeficiente de almacenamiento, transmisividad, potencial del recurso, niveles y movimiento), hidrología superficial (ciclo hidrológico, evapotranspiración, recarga potencial, balance hídrico) y calidad del agua (para uso agrícola y consumo humano).

Para esta cuenca se ha realizado el monitoreo de caudales a través de los índices hidrométricos, realizado por CENGICAÑA, para tres temporadas de zafra desde el año 2008 (Castro et al, 2008, 2009, 2010).

Finalmente, se encontró un estudio realizado en el área del municipio de La Gomera, el cual es una caracterización de los acuíferos productivos en esta parte baja de la cuenca. Se utilizó información de 7 pozos para recolectar información estratigráfica y se evalúa la variación lateral de los acuíferos y sus implicaciones en los programas de perforación. Contiene información de bombeo, caudales y propiedades fisicoquímicas del agua para emitir conclusiones generales sobre la productividad y calidad hidrogeológica de los acuíferos (Morales, 2010).

C. Coyolate

Para la cuenca del río Coyolate se encontraron un total de 21 estudios que cuentan con información de hidrología, meteorología y calidad del agua. En el Cuadro 2. 20 se presenta la división de estudios por subcuenca.

Cuadro 2. 20. División de estudios por subcuenca

Subcuenca	Cantidad de estudios
Coyolate	13
Cristóbal	4
Xayá	5

Fuente: Elaboración propia en base a información recopilada

Por parte del IGN, para el año 1973 y 1974 se realizaron estudios morfométricos, tanto a nivel de la cuenca, como de la subcuenca Pantaleón, realizados por medio de la metodología del Departamento de Agua Superficial de la División de Investigación de Recurso Agua (DIRA) del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 1973; 1974).

Se cuenta, con la recopilación de información de los índices de reducción de caudal que empezó a monitorearse desde el 2004 y ha seguido por 5 temporadas de zafra hasta el 2010 (Castro et al, 2005; 2007; 2009, 2010), realizados a través de CENGICAÑA. Estos estudios han permitido monitorear los ríos de la cuenca en tres épocas, antes de inicio de zafra (noviembre) en el segundo tercio de zafra (febrero) y antes de la finalización de zafra (abril); para estas épocas se monitorean al menos 14 ríos de la cuenca (Seco, Piya, Popoyá, Santo Domingo, Aguna, Platanares, Chisme, Xatá, Cristóbal, Ajaxa, Petayá, Pantaleón, Coyolate).

Mediante la estimación de niveles de alerta en base a la caracterización pluviométrica e hidrométrica de la cuenca se realizó la actualización del Sistema de Alerta Temprana -SAT- (Fuentes, 2008), concluyendo que el monitoreo hidrometeorológico en la parte media de la cuenca es de vital importancia. CONRED (2009) por otro lado además de revisar y actualizar el Sistema de Alerta Temprana ante Inundaciones -SATI- en la parte de monitoreo y pronóstico, estableció una evaluación hidrológica; evaluando el desempeño del SATI Coyolate en los aspectos de comunicación de las alertas y respuesta a la emergencia. En base a lo anterior, presenta una propuesta para mejorar el sistema de monitoreo hidrometeorológico establecido en la cuenca del río Coyolate, para perfeccionar los umbrales de alerta y aumentar los tiempos de respuesta de la población. Por último, Petrone (2008) en su estudio propuso la instalación de un sistema de alerta temprana basado en la observación de los sistemas hídricos alcanzados en determinadas secciones de control y auxiliándose de la herramienta del software HEC-RAS³.

Otros dos estudios que se documentaron, presentan que basado en evaluaciones geomorfológicas e hidrológicas, se pueden determinar los riesgos a lo largo del cauce del Coyolate, realizados por la Unidad de Manejo de Ríos y Canales -UNIRÍOS- de COVIAL (2011), aunque aún no han sido publicados oficialmente. Estos estudios se proponen el diseño de obras para el control de inundaciones. El primer documento tiene como objetivo la estabilización del cauce del río Coyolate entre la confluencia con el río Cristóbal y su entrega al Océano Pacífico; el segundo consiste en el diseño de las obras para mitigar el impacto del río Coyolate sobre la infraestructura vial de la ruta de la autopista hacia Santa Ana Mixtán y poblaciones aledañas al cauce.

La subcuenca del río Xayá, es parte de un área estratégica y de importancia hidrológica para el departamento de Chimaltenango y la ciudad capital de Guatemala. Constituye la principal fuente de captación y abastecimiento de agua para consumo humano de los centros poblados de los municipios de Chimaltenango y un 35% de los habitantes de la ciudad de Guatemala

³ HEC-RAS (HEC: Hydrologic Engineering Center - RAS: River Analysis System): Creado por el cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. Este programa permite el modelamiento 1D, predicción de crecidas, diseño de estructuras (bordas, puentes, canales/aliviaderos) transporte de sedimentos, monitoreos de la calidad del agua.

(PARPA, 2008). Como parte de una iniciativa de protección y caracterización de la subcuenca del río Xayá, el Programa de Apoyo a la Reconversión Agroalimentaria -PARPA- presenta una propuesta de manejo de recursos naturales. El objetivo primordial del proyecto es la formulación de un plan de acción para la negociación de un reconocimiento al servicio ambiental hídrico de la microcuenca. Como parte de esta iniciativa, estudiantes de la Universidad Rural de Guatemala -URG- desarrollaron la tesis de grado caracterizando las fuentes de agua que componen el sistema de abastecimiento de la microcuenca, mediante la medición y la georreferenciación de caudales, así como mediciones de calidad de agua. En base a este trabajo de investigación, se concluye con una propuesta de manejo integral de valorización y conservación del Recurso Hídrico Superficial de la microcuenca, la cual fue presentada y validada al proyecto PARPA, a la municipalidad de Tecpán, propietarios de fincas privadas, Consejos Comunitario de Desarrollo COCODE (URG, 2009).

Finalmente, existe, para cada una de las tres cuencas, una sección de análisis en el estudio “Determinación regional de la frecuencia de crecidas, aplicadas a las cuencas del departamento de Escuintla” (Tillmans, 1978). En este estudio se hace una determinación regional de la frecuencia de crecidas por ciclones tropicales, basada en una serie de metodologías recomendadas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM)⁴, para aplicarse en el Istmo Centroamericano como zona piloto. Se ha aplicado para las cuencas de los ríos Madre Vieja, Coyolate, Acomé y Achiguate. Realizó un inventario sobre el control de crecidas realizado en el país; y la parte técnica que realiza el análisis de la precipitación y el análisis de la frecuencia de crecidas. La parte operativa se realiza con la aplicación del modelo de cuencas y la información sobre áreas inundables.

D. Otros estudios realizados por CENGICAÑA a nivel de zona cañera

CENGICAÑA es la institución que ha realizado estudios a nivel de Zona Cañera, dentro de la cual se encuentran incluidas las cuencas bajo estudio. Para el registro de los estudios se tomaron en cuenta únicamente aquellos donde en su análisis se encuentren incluidas las cuencas de los ríos Achiguate, Coyolate y Acomé.

⁴ La Organización Meteorológica Mundial es el portavoz autorizado de las Naciones Unidas sobre el tiempo, el clima y el agua.

Para esta sección se registraron 12 estudios, que en su mayoría son los informes de estudios que realiza dicho Centro, y las líneas de investigación que tratan son meteorología e hidrología.

En la línea de meteorología, se realizó un análisis de vientos que se realizó entre CENGICAÑA y con colaboración directa del INSIVUMEH utilizando información de un período de 12 años de 4 estaciones, para conocer las distribuciones de frecuencia de la intensidad y dirección del viento (Vásquez et al., 1999). También se cuenta con análisis de lluvias (valores promedios, desviaciones estándar y los valores calculados de evapotranspiración potencial), que se realizó a nivel de estratos (bajo, medio, alto) y utilizando datos de 27 estaciones (Sánchez et al., 2001). Para el año 2004, luego de tener un registro de información meteorológica de un año anterior, se realizó un análisis en base a estos resultados, donde se pudo conocer el comportamiento de la lluvia, temperatura, brillo solar y humedad relativa de la red de estaciones instaladas dentro del área de la zona cañera (Sánchez et al, 2004). Esta caracterización climática permitió conocer cuál fue el efecto del mismo dentro de la producción cañera. Sánchez presenta para el 2007 las tendencias observadas en la información pluviométrica registrada en la zona cañera, mediante el análisis realizado de 72 estaciones meteorológicas de datos mensuales y anuales de lluvia de los diferentes estratos.

En base a la aplicación del balance hídrico, Castro (2005), propone una metodología para la planificación del riego en caña de azúcar, tomando en cuenta el registro de la información meteorológica, cálculo de la evapotranspiración potencial y máxima, la medición de caudales y el tiempo durante el cual se suministrará el agua. En el año 2008, en base a los análisis de lluvia (incluyendo de temperatura y de evapotranspiración potencial) se generaron modelos de predicción de balance hídrico que pudieran utilizarse en cualquier punto dentro de la zona cañera (Villatoro et. al, 2008).

Como avances del proyecto de Zonificación Agroecológica, se incluye el informe que presenta los resultados de balances hídricos que se realizaron en base a información de lluvias de 54 pluviómetros que se encuentran distribuidos en algunos ingenios (CENGICAÑA, 1999). En el año 2004, se cuenta con resultados preliminares de este proyecto (recolección y análisis de

muestras geoposicionadas que dan lugar a aproximaciones de mapas de fertilidad). La finalidad de estos dos proyectos es identificar zonas homogéneas de orden climático y edafológico dentro de la gran variabilidad de ambientes que existen en la región de la Costa Sur. Ya para el año 2007, se presentaron los avances del proyecto, lo cual representa una herramienta básica para establecer áreas homogéneas de manejo. Para esta fecha, se cuenta con la caracterización de 13 grupos de manejo de suelos en base al estudio semidetallado de suelos de la Zona Cañera realizado en 1994; se cuenta con resultados preliminares de la actualización de balances hídricos con valores al año 2006 lo que sirvió como base para establecer los Grupos de Humedad y Grupos de Producción

2.8.5 Validación de la información recopilada: entrevistas

Las entrevistas se realizaron contactando a las personas que se consideró tienen experiencia y relación con el tema que se está tratando, además que podían aportar propuestas e ideas por su experiencia.

Personas entrevistadas:

- Ph.D. Marco Morales, Asesor del Gabinete Específico del Agua
- Ing. Claudio Castañón, Coordinador Técnico-Meteorológico, INSIVUMEH
- Ph.D. Carlos Cobos, Director del Instituto de Investigaciones de Ingeniería, Matemática y Ciencias Físicas de la Universidad Mariano Gálvez
- Ing. Óscar Ávalos, Consultor de Servicios Integrales, Agrícolas y Forestales, S.A. (SIAFSA)
- Ing. Juan Carlos Rosito, Investigador del Instituto de Agricultura y Recursos Naturales (IARNA) de la URL
- Ph.D. Marvin Salguero, Catedrático de la Facultad de Agronomía, USAC
- Ing. Luis Reyes, Coordinador del Programa Manejo Integrado de Cuencas, ICC
- M.Sc.. Alfredo Suárez, Coordinador del Programa de Clima e Hidrología, ICC

2.8.6 Propuestas obtenidas a través de las entrevistas

El siguiente listado corresponde a las ideas principales proporcionadas por los expertos y que fueron vinculadas para establecer las propuestas. Están representadas de una forma general.

- Modelación de escenarios globales adaptados a lo local
- Conocimiento de la hidrología dentro de la cuenca
- Fortalecimiento de las bases de datos (información)
- Monitoreo del clima y recursos hídricos
- Sistemas de monitoreo hidrológico (partes medias y bajas, reforzar en las partes altas)
- Análisis de tendencias del clima asociado a la variabilidad climática
- Caracterización climática (estudios pluviométricos)
- Actualizar información de curvas, frecuencia e intensidad de precipitación mediante una red de estaciones (expandir la red mediante la integración de las partes alta, media y baja)
- Identificación y evaluación de zonas de recarga hídrica a nivel de detalle (enfocarse en las partes bajas)
- Monitorear el fenómeno ENSO y vincularlo con la disponibilidad de cultivos, factores que lo controlan, patrones de precipitación, con eventos de la actualidad
- Generar información de suelos a detalle (para correr modelos, p.ej. SWAT)
- Estudios de balance hídrico
- Estudios hidrológicos (disponibilidad de agua superficial)
- Estudios hidrogeológicos (disponibilidad de agua subterránea, límite y geometría del acuífero)
- Estudios de calidad de agua (agua para riego y consumo humano)
- Completar estudios morfométricos
- Actualización de información geológica (detallada)
- Disponibilidad de la información generada (pública)
- Generar información para la planificación y manejo del recurso hídrico
- Reflejar las condiciones del recurso hídrico a través de índices de escasez y presión

2.8.7 Integración de propuestas de investigación

El análisis para presentar propuestas de investigación se plantea en base a los objetivos establecidos en el plan estratégico del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático -ICC-, que se resumen en crear acciones que desarrollen procesos adecuados de mitigación y adaptación de las comunidades al cambio climático, así como reducir la vulnerabilidad de las mismas. Esto aunado a las sugerencias que fueron proporcionadas durante la fase de entrevistas.

Según el Diálogo Regional de Política (2012), los impactos del cambio climático aún son inciertos, particularmente con un grado de precisión que permita apoyar la toma de decisiones. Es debido a esto que la principal recomendación ante esta situación es que se realice la mejora y la aplicación de los sistemas de monitoreo hidrometeorológico (que constituirá uno de los principales insumos para cualquier estudio posterior), además de ser una de las acciones más importantes dentro del marco de mitigación y reducción de la vulnerabilidad; para que de esta forma se puedan considerar los diferentes escenarios que se puedan presentar, y que se puedan tener en cuenta para la previsión de desastres. En cuanto a monitoreo hidrometeorológico, Castañón (2012) hace énfasis en que es importante la generación de esta información, especialmente la hidrológica, en las partes medias y bajas, así como reforzar en las partes altas.

Es importante mencionar que las propuestas van relacionadas también a conocer y monitorear el comportamiento del ciclo hidrológico y su estrecha relación con el Cambio Climático, saber cómo se ve afectado el balance hídrico dentro de este ciclo, puesto que la oferta y demanda hídrica son parámetros variables y están sujetos a los cambios que se le dan al uso del suelo y la variabilidad climática. Con fines de poder emitir recomendaciones para el manejo del recurso hídrico, es necesario tener el escenario actual del balance hídrico así como sus futuras proyecciones.

De forma resumida, es evidente que en las partes medias y bajas de las cuencas la cantidad de estudios realizados en investigación hidrológica es bastante reducida, puesto que la mayoría son en referencia a las partes altas -subcuencas Xayá, Pensativo, Guacalate, Iztapa- (figura 1, 2, 3), o bien enfocados en áreas que son bastante específicas. Además hay que tomar en

cuenta que la cantidad de estudios recopilados de la línea de investigación meteorológica es muy baja en relación a la cantidad de estudios hidrológicos: 56 estudios para la línea de investigación hidrológica (38 hidrológicos, 8 hidrogeológicos, 4 hidráulicos, 6 gestión de riesgos) y 12 estudios para la meteorológica. Por lo que se hace importante reforzar algunas áreas de estudios, así como la generación y recopilación de información para una adecuada planificación y manejo del recurso hídrico.

En el Cuadro 2. 21 se presenta de forma resumida las líneas de investigación proyectadas en base a una unidad base de trabajo y el proyecto que resulta a partir de estos dos anteriores (hacia donde están orientadas las líneas).

Cuadro 2. 21. Líneas para de investigación hidrometereológica

Líneas de investigación	Unidad base de trabajo	Proyectos
Hidrología	-Priorización de subcuencas -Hidrología superficial (caudales) -Diagnóstico de la oferta de agua	-Identificación de subcuencas prioritarias (definirlas) -Estudios morfométricos -Estudios hidrológicos -Estudios hidráulicos -Balance hídrico (actual, proyectado) -Definir zonas de recarga hídrica
Meteorología	-Datos de temperatura y precipitación	-Monitoreo de información climática -Estudios climáticos -Estudios pluviométricos -Actualización de curvas, intensidad, frecuencia
Gestión de riesgos	-Sistemas de monitoreo	-Implementación o mejora de sistemas de alerta temprana ante inundaciones
Hidrogeología	-Hidrología subterránea - Diagnóstico de la oferta de agua	-Perfiles hidrogeológicos -Establecimiento de los límites del acuíferos)
Uso del agua	-Poblaciones de subcuencas prioritarias	-Escenarios proyectados -Diagnóstico de sistemas potables -Diagnóstico de la demanda de agua -Proyectos de captación de agua -Estudios de calidad del agua (parámetros químicos y físicos)

A. Hidrología y meteorología

Las propuestas aquí incluidas son las caracterizaciones morfométricas de cuencas, el monitoreo hidrometeorológico, utilizar la información que permita realizar un diagnóstico de entradas y salidas para el balance hidrológico (actual y proyectado), y para generar modelos hidrológicos e hidráulicos, de esta forma poder realizar proyecciones de escenarios climáticos.

Primeramente, es necesario establecer la información base, que parte de completar las subcuencas restantes donde no se han realizado estudios morfométricos -puesto que ya se han realizado para tres: Coyolate, Pantaleón y Acomé-, y de esta forma generar estudios posteriores, como lo pueden ser los hidrológicos, que han sido otros que se han incluido en la parte de propuestas de proyectos en el Cuadro 2. 21. Para realizar estos estudios, se debe priorizar las subcuencas a ir trabajando, y de esta manera proceder a realizar la caracterización morfométrica ya que constituye una de las herramientas más importantes en el análisis hídrico y nos permite establecer parámetros de evaluación del funcionamiento del sistema hidrológico.

En lo que respecta a la línea meteorológica, se encuentra muy escasa de estudios, debido a que los que se recopilaron, están concentrados en el área de la zona cañera, por lo que se propone reforzar este tema en las partes altas principalmente, ya que es en donde menos estudios se identificaron.

Para poder recabar más información meteorológica se propone, reforzar la red de monitoreo hidrológico y meteorológico. Frente a esto, el Gabinete Específico del Agua -GEA- (2011), menciona que ante la escasez de datos y la falta de control sistemático de calidad del registro; el sistema no ha favorecido alianzas estratégicas para integrar los datos generados con otras redes de medición del sector público -INDE, MARN, INSIVUMEH-, del sector privado -ICC, ANACAFÉ- y la academia -IARNA, ERIS, FAUSAC, UVG-. Por lo que en este trabajo se incluye la propuesta que permita el flujo de la información que se genera en la red de estaciones que se tienen a lo largo de las cuencas (incluyendo las de las partes medias, pertenecientes a fincas cafetaleras; y las de las partes altas de INSIVUMEH, en conjunto con las que cuenta CENGICANÑA en las partes bajas). Esta información permitirá realizar estudios

pluviométricos, la cuantificación de la precipitación en conjunto con su localización; para generar información con respecto a la climatología de la zona, que en junto a otros factores (como puede ser la pendiente) se podrán identificar zonas que se encuentran más vulnerables, a deslaves, por ejemplo. Continuar con los estudios climáticos que se han realizado a nivel de zona cañera por parte de CENGICAÑA (Castro, 2008) con un enfoque agroclimático, pero ampliarlos para el área restante de las cuencas Achiguate, Coyolate y Acomé para que de esta forma se pueda tener una panorámica de lo que está sucediendo en este territorio. Aunado a esta generación de información se propone la actualización de curvas de intensidad, duración y frecuencia, mediante la utilización de la información de la red de estaciones meteorológicas que se encuentran instaladas en las diferentes partes de las cuencas (CENGICAÑA, INSIVUMEH, área cafetalera, etc.), mediante la interpolación de información para tener una visión más real de lo que sucede en estas áreas y de esta forma evitar la extrapolación. Aparte de esta información, el monitoreo constante de los ríos mediante estaciones hidrométricas es una de las acciones que se deben tomar en cuenta para tener el conocimiento de cuánto caudal se dispone a través del tiempo y poder realizar en base a esta información, los estudios hidrológicos respectivos de cada subcuenca, y a partir de estos poder generar proyectos hidráulicos. Para practicar estos estudios realísticos de operación -hidráulicos-, es esencial tener disponible datos hidrológicos diarios que sean confiables y verídicos a través de un período de tiempo suficientemente largo, es lo que recomienda Herrera (1995) como la aplicación de la hidrología en la operación de proyectos hidráulicos.

Como parte importante en la evaluación de las entradas al sistema de las cuencas, se recomienda la elaboración de estudios que permitan definir e identificar zonas de recarga hídrica para proponer e implementar estrategias y acciones concretas para el manejo/protección adecuado de estas. Cuantificación de la recarga que se realiza en las partes altas de las cuencas Coyolate y Achiguate. Es necesario ampliar y detallar la información de suelos de las subcuencas, puesto que la integración del manejo del suelo y agua es un aspecto importante en la adaptación de la gestión del agua al cambio climático. Por lo que completar el resto de subcuencas (a nivel detallado) podría constituir un insumo importante para contribuir a esta planificación y como insumo base para otros estudios (p.ej. identificación de zonas de recarga hídrica).

B. Hidrogeología

Las propuestas incluidas en esta sección van orientadas a describir los perfiles hidrogeológicos existentes, para poder obtener un diagnóstico de oferta de agua subterránea. Los estudios hidrogeológicos son importantes de añadir al listado de propuestas, puesto que únicamente encontramos los que se realizaron para algunas subcuencas del río Achiguate (parte alta de subcuenca del río Itzapa y Guacalate -departamento de Chimaltenango-) y para la cuenca del río Acomé (que fue realizado con fines de riego), por lo que tener información del resto de subcuencas sería un insumo muy importante como información base, además que esta información permitirá conocer la oferta del recurso agua (como complemento del superficial) y el estado en el que se encuentra (diagnóstico de la oferta subterránea). Además de lo anterior, una caracterización hidrogeológica nos presentará el panorama del recurso hídrico subterráneo, por ejemplo conocer si existe en algunas partes intrusión salina.

C. Gestión de riesgos: Sistemas de alerta temprana

La línea de de gestión de riesgos va enfocada a conocer la dinámica de los ríos mediante el monitoreo hidrológico y meteorológico, para poder realizar los estudios pertinentes que permitan establecer un sistema de alerta temprana ante eventos extremos que puedan ocasionar daños.

Realizar el análisis para el diseño e implementación de Sistemas de Alerta Temprana en la red de ríos que componen el drenaje natural de las cuencas, para el monitoreo de los mismos y mantener alertada a la población ante cualquier posible amenaza. Como ha sido mencionado anteriormente y es de recalcar, puesto que ha sido una de las recomendaciones indicadas por el Diálogo Regional de Política (2012) como medidas preventivas y de adaptación al Cambio Climático es que se implementen los sistemas de información climatológica e hidrológica.

Como uno de los objetivos principales es reducir la vulnerabilidad, se parte del conocimiento que en las partes bajas de las cuencas las inundaciones son de los principales desastres que afectan a la población en temporada lluviosa. El departamento de Escuintla representa el 42% de la zona inundable y es; a su vez; una de las áreas más productivas del país (Zamora, 2008). Por lo que los estudios deberían de ir enfocados a conocer la dinámica de los ríos así como implementar la alerta temprana ante acontecimientos que puedan ocasionar daños. Esta

información se vuelve de alta importancia y de acuerdo al análisis realizado se encontraron estudios que realizan la evaluación de los Sistemas de Alerta Temprana en la cuenca del río Coyolate (Fuentes, 2008), donde se concluye que el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas en la parte media de la cuenca es de vital importancia, dado el régimen de las lluvias, caracterizado por ser de alta intensidad y de corta a moderada duración. Por lo que es importante agregar que se debe utilizar la información generada para realizar los estudios que permitan la generación de información que sirva de base para los Sistemas de Alerta Temprana.

D. Uso del agua

Enfocado a las poblaciones de las subcuencas que han sido establecidas como prioritarias (cuadro 21) donde se permita establecer escenarios proyectados con respecto de la disponibilidad futura del agua para los comunitarios mediante la caracterización y cuantificación de las demandas en los usos del agua (generar un diagnóstico), que permita también establecer el estado de calidad de agua (consumo humano, riego).

Con respecto al tema de la evaluación del uso del recurso agua, sería importante reforzar la información que presente un panorama detallado de la situación actual: un diagnóstico de los sistemas potables con los que se cuenta y datos exactos que indiquen cuál es la disponibilidad de agua o la demanda que se tiene en los poblados que integran las cuencas (tomar el ciclo hidrológico no solo como un sistema natural sino también desde un punto de vista social). La caracterización y cuantificación de las demandas en los usos que se le dan al agua sería la información base para escenarios futuros y la generación de estrategias o proyectos (p.ej. cosecha de agua) que permitan que el sistema sea sostenible.

E. Síntesis de recomendaciones

De acuerdo a lo mencionado en los párrafos anteriores, se presenta en el cuadro 2. 22 una matriz de recomendaciones, donde se resumen y priorizan las actividades a ser realizadas para lograr alcanzar las propuestas (estudios) mencionadas en conjunto con un producto final.

Cuadro 2. 22. Matriz de síntesis de recomendaciones.

Actividad a realizar (en orden de importancia)	Estudios	Producto final
a. Priorización de subcuencas b. Monitoreo de caudales c. Caracterización morfométrica	Estudios hidrológicos por subcuenca	Balance hídrico/hidrológico - Actual - Proyectado -Oferta de agua
a. Priorización de subcuencas b. Monitoreo meteorológico	- Estudio climático por subcuenca - Estudio pluviométrico por subcuenca	
a. Priorización de subcuencas b. Monitoreo meteorológico c. Estudios de suelos	Estudios de recarga hídrica (identificación, delimitación, protección de áreas)	
a. Priorización de subcuencas b. Definición de unidades	Estudios hidrogeológicos	-Oferta de agua
a. Priorización de subcuencas b. Diagnóstico del uso del agua c. Caracterización de sistemas potables d. Caracterización de fuentes de agua e. Diagnóstico de la calidad de fuentes de agua	-Uso del agua (demanda) -Estudios de calidad del agua por subcuencas	-Proyectos de captación de agua de lluvia -Protección de fuentes de agua
a. Priorización de subcuencas b. Mejora de los sistemas de alerta temprana existentes c. Implementación de sistemas de alerta temprana	-Sistemas de alerta temprana (prevención a desastres por eventos extremos) -Agregar escenarios proyectos	Reducción de vulnerabilidad: prevención a desastres por eventos extremos

Fuente: elaboración propia

2.9 CONCLUSIONES

1. La cantidad de estudios recopilados de la línea de investigación meteorológica es relativamente baja en relación a la cantidad de estudios hidrológicos: 56 estudios para la línea de investigación hidrológica que se denominó como línea principal, y para líneas de investigación secundarias de hidrología se recopilaron: 38 estudios hidrológicos, 8 hidrogeológicos, 4 hidráulicos, 6 de gestión de riesgos. Para la línea principal de investigación meteorológica se recopilaron 12 estudios. Para la clasificación de estudios por cuenca, la que mayor presenta estudios es la del río Achiguate, donde se registraron 41 estudios; seguidamente para Coyolate con 20, zona cañera con 13 estudios y finalmente para la cuenca del río Acomé 7 estudios.
2. La base de datos bibliográfica presenta una manera más sencilla y organizada de manejar la información recopilada, puesto que se pueden hacer búsquedas avanzadas (por título, por autor, por año, por institución), y así poder visualizar los resultados de una manera detallada (como una ficha bibliográfica). También se puede visualizar el contacto donde se obtuvieron los estudios. La base bibliográfica digital (instaladores y contenido) será proporcionada mediante un CD como producto final integrado, y será administrada por el ICC; otra copia será entregada al Centro de Documentación e Información Agrícola de la Facultad de Agronomía.

La base cartográfica presenta cómo están distribuidos los estudios, de tal forma se puede ver que los estudios correspondientes a la línea de investigación meteorológica a nivel de subcuencas se encuentran principalmente en la parte alta, y en la zona cañera. Mientras que los estudios de la línea de investigación hidrológica a nivel de subcuenca se encuentran concentrados en la parte alta, principalmente de la cuenca Achiguate, algunos en la parte alta de la cuenca Coyolate, y el resto distribuidos en las partes medias de las cuencas. La base cartográfica (shapefile con su tabla de atributos) será proporcionada, en conjunto con la base bibliográfica, en un CD como producto final integrado, y será

administrada por el ICC; otra copia será entregada al Centro de Documentación e Información Agrícola de la Facultad de Agronomía.

3. Los vacíos se presentan principalmente en las partes altas de las cuencas de los ríos Achiguate y Coyolate, específicamente en la línea de investigación de meteorología, donde se detectó una cantidad reducida de estudios. También se puede concluir que vacíos se encuentran en la línea hidrogeológica, así como estudios de balance hídrico. Estudios de calidad del agua no existe ninguno. En cuanto a estudios hidráulicos es una rama que se encuentra bastante escueta en cuanto a estudios.

4. Las propuestas planteadas en este documento se resumen en: monitoreo hidrometeorológico e integración de información generada por las diferentes instituciones (INSIVUMEH, ANACAFÉ), priorización de subcuencas para implementación de los estudios, estudios hidrológicos por subcuenca, estudio climático por subcuenca, estudio pluviométrico por subcuenca, estudios de recarga hídrica (identificación, delimitación, protección de áreas), estudios hidrogeológicos, estudios hidráulicos; estos anteriores para generar estudios de balance hídrico/hidrogeológico y conocer la oferta del agua. En lo que respecta al uso del agua (conocer la demanda) se propone: diagnóstico del uso del agua, caracterización de sistemas potables, caracterización de fuentes de agua, diagnóstico de la calidad de fuentes de agua. Y finalmente en tema de gestión de riesgo, realizar los estudios pertinentes (anteriormente mencionados) para poder implementar nuevos sistemas de alerta temprana en la red hídrica y reforzar los existentes.

2.10 RECOMENDACIONES

Realizar el estado del arte en información hidrometeorológica para el resto de cuencas de la vertiente del Pacífico para poder establecer líneas de investigación y proyectos.

Realizar la mejora y aplicación de los sistemas de monitoreo hidrometeorológico (que constituirá uno de los principales insumos para cualquier estudio posterior), además de ser una de las acciones más importantes dentro del marco de mitigación y reducción de la vulnerabilidad

Tomar en consideración las propuestas aquí presentadas para la reducción de la vulnerabilidad, mitigación y adaptación de las comunidades al cambio climático.

Crear alianzas interinstitucionales para la realización de proyectos a una escala más amplia, para desarrollar líneas de investigación en forma cooperativa, coordinada y de acuerdo al enfoque de las instituciones involucradas, así como la necesidad de la población.

Evaluar fuentes de financiamiento adicional en investigaciones con sus respectivas líneas de acción.

2.11 Bibliografía de investigación

1. Bartol, P. 2008. Enciclopedia nicaragüense de cuencas (en línea). Nicaragua. Consultado 14 set 2011. Disponible en <http://www.geolatina.net/cuencasnicaragua/>
2. Bermúdez, M. 2000. Identificación de vacíos de información botánica en Centroamérica (en línea). Costa Rica, WWF. Consultado 25 oct 2011. Disponible en <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Bermudez&Sanchez2000.pdf>
3. Castañón, C. (2012). Validación de resultados de tesis (entrevista). Coordinador técnico meteorológico del INSIVUMEH, Guatemala.
4. Castillo Barrera, JD. 2005. Identificación de vacíos de la información generada por investigación forestal, sobre la vertiente del Pacífico de la republica de Guatemala, durante el periodo 1960–2002. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 94 p.
5. CRAHI (Centre de Recerca Aplicada en Hidrometereología, ES). 2006. Hidrometereología (en línea). Barcelona, España. Consultado 12 set 2011. Disponible en <http://www.crahi.upc.edu/es/proyectos/conocimiento/75-que-es-la-hidrometeorologia->
6. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, según el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p. Citado por: Castillo Barrera, JD. 2005. Identificación de vacíos de la información generada por investigación forestal, sobre la vertiente del Pacífico de la república de Guatemala, durante el periodo 1960–2002. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 94 p.
7. DRP (Diálogo Regional de Política de Agua y Adaptación al Cambio Climático en las Américas, MX). 2012. Agua y adaptación al cambio climático en las Américas; soluciones del diálogo regional de política (DRP), América Latina (en línea). México. 134 p. Consultado 5 oct 2012. Disponible en: http://www.aguaycambioclimatico.org/fotos/evento_elemento/0ACC_DRP.pdf
8. ESRI (Environmental Systems Research Institute, US). 1998. ESRI Shapefile Technical Description (en línea). Nueva York, Estados Unidos de América. Consultado 24 set 2012. Disponible en: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>
9. Galeano Marín, ME. 2001. Registro y sistematización de información cualitativa. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. 11 p.

10. García Ovalle, EA. 2009. Proyecto de investigación en recursos hídricos: compilación de textos. Guatemala, USAC, Dirección General de Investigación. 46 p.
11. GEA (Gabinete Específico del Agua, GT). 2011. Política Nacional del Agua de Guatemala y su Estrategia. Guatemala, Gobierno de la República de Guatemala. 41 p.
12. Global Water Partnership, SW. 2012. ¿Qué es la seguridad hídrica? (en línea). Sweden. Consultado 25 oct 2011. Disponible en <http://www.gwp.org/GWP-Sud-America/PRINCIPALES-DESAFIOS/Que-es-la-seguridad-hidrica/>
13. Gómez Salay, GJ. 2005. Descripción y análisis del efecto de la construcción de la autopista Palín-Escuintla sobre el suelo, agua y bosque. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 65 p.
14. González Solís, JR. 2005. Identificación de vacíos existentes en la información generada por investigación forestal sobre la vertiente del mar Caribe de la república de Guatemala, durante el período 1960-2002. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 94 p.
15. Herrera Ibáñez, IR. 1995. Manual de hidrología. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 259 p.
16. ICC (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, GT). 2011. ¿Quiénes somos? (en línea). Consultado el 25 de agosto de 2011. Disponible en: <http://www.icc.org.gt/?PAGE=2>
17. IGN (Instituto Geográfico Nacional, ES). 2011. Bases de datos geográficas (en línea). España. Consultado 12 set 2011. Disponible en http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/CARTOGRAFIA/BBDD/
18. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1966. Mapa de fisiografía y formas de la tierra. Guatemala. Esc. 1:1,000,000. Color. Citado por: Castillo Barrera, JD. 2005. Identificación de vacíos de la información generada por investigación forestal, sobre la vertiente del pacífico de la república de Guatemala, durante el periodo 1960–2002. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 94 p.
19. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2005. Programa de investigación de hidrología forestal. Guatemala. 38 p.
20. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1983. Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la república de Guatemala; según el sistema Holdridge. Guatemala. Esc. 1:600,000. Citado por: Castillo Barrera, JD. 2005. Identificación de vacíos de la información generada por investigación forestal, sobre la vertiente del

- Pacífico de la república de Guatemala, durante el período 1960–2002. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 94 p.
21. Juárez, DL. 2010. Hidrología (en línea). Argentina. Consultado 12 set 2011. Disponible en <http://www.ciclohidrologico.com/hidrologia>
 22. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2009. Mapa de cuencas hidrográficas a escala 1:50 000 de la república de Guatemala: memoria técnica. Guatemala. 55 p.
 23. MAMCOSUR (Mancomunidad de Municipios de la Costa Sur, GT). 2011. Simposio sobre recursos hídricos del departamento de Escuintla: memoria técnica. Guatemala, Mancomunidad de Municipios de la Costa Sur. 19 p.
 24. Medina, CE. 2010. Análisis y propuestas de intervención de la cuenca del río Coyolate: proyecto generación de información técnico-científica para la reducción de riesgos en los procesos de planificación municipal. Guatemala, MARN / BID. 54 p.
 25. Morales Juárez, R *et al.* 2010. Propuesta de Plan de Ordenamiento Territorial para la cuenca del río Coyolate. Guatemala, MARN / Banco Mundial. 145 p.
 26. Piloña Ortiz, GA. 1998. Manual básico de introducción a la economía. 3 ed. Guatemala, GP Editores. 150 p. Citado por: Gómez Salay, GJ. 2005. Descripción y análisis del efecto de la construcción de la autopista Palín-Escuintla sobre el suelo, agua y bosque. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 65 p.
 27. PROBIOMA (Profesionales en Biodiversidad y Medio Ambiente, BO). 2009. Análisis de vacíos y omisiones para el Pacífico de Guatemala: planificación para la conservación marina (en línea). Guatemala. 76 p. (Documento Técnico no. 3). Consultado 12 set 2011. Disponible en http://www.pnuma.org/agua-iaac/SUBREGIONAL%20MESO/MATERIAL%20ADICIONAL/BIBLIOGRAFIA-WEBGRAFIA/Modulo%201%20MIAAC%20en%20el%20contexto%20de%20gestion%20para%20DS/Analisis%20de%20Vacios/Doc%202.%20Analisis_Vacios_Marino-Costero.pdf
 28. SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR). 2007. Análisis de vacíos en la representatividad e integridad de la biodiversidad de los sistemas de aguas continentales (en línea). *In* Análisis de vacíos de conservación en Costa Rica. Costa Rica, SINAC / MINAE / Asociación Conservación de la Naturaleza. v. 2. Consultado 12 set 2011. Disponible en http://www.pnuma.org/agua-miaac/SUBREGIONAL%20MESO/MATERIAL%20ADICIONAL/BIBLIOGRAFIA-WEBGRAFIA/Modulo%201%20MIAAC%20en%20el%20contexto%20de%20gestion%20para%20DS/Analisis%20de%20Vacios/Doc%201.%20ANALISIS%20VACIO%20CR%20GRUAS_II_VOL_II.pdf

29. UDEA (Universidad de Antioquía, CO). 2003. Estado del arte (en línea). Colombia. Consultado 20 set 2011. Disponible en <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/47/1/AproxEstadoArteEducacionAmbiental.pdf>
30. Uribe, VE. 2005. Aplicación WEB con acceso a bases de datos en sistemas multiplataforma (en línea). Argentina, Universidad Nacional de Nordeste, Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura. Consultado 12 set 2011. Disponible en <http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/TFVale.pdf>
31. Velásquez Zárate, LM. 2004. Recopilación y análisis de las investigaciones realizadas sobre el recurso agua en la vertiente del golfo de México de la república de Guatemala durante el periodo 1960-2003. Tesis Inga. Agra. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 183 p.



Ba. Rolando Barrios

2.12 ANEXOS

INFORMACIÓN GENERAL

A. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Anexo 1. Boleta de registro de información.

Cuenca:	Río:
Departamento:	Municipio:

Institución:	
Dirección	Teléfono:

Área De Investigación:	Descriptores:
Título:	Autor:
Resumen:	
Número de Páginas:	Fecha de Realización:
Ubicación Geográfica:	Proyecto:
Tipo de Documento:	Fecha de Publicación:

B. BASE BIBLIOGRÁFICA

Anexo 2. Entrada a la base bibliográfica

El siguiente anexo, es la forma como aparece la pantalla de entrada a la base de datos. En el campo E-mail se ingresa el usuario proporcionado, así como la contraseña en la parte inferior.



The image shows a login interface for a bibliographic database. At the top, there are three logos: 'AGRONOMIA' (a green and yellow triangle), 'ICCC' (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, a blue and green logo), and 'LIEREMA' (a green leaf logo). Below the logos is a white login form with two input fields: 'Email' and 'Contraseña'. A blue 'Acceder' button is located at the bottom right of the form.

El siguiente anexo, presenta la página de entrada a la base de datos, donde se puede seleccionar si se desea ir a la base de estudios, o donde se encuentran las fichas de contactos, asimismo se puede seleccionar la pestaña de cerrar sesión para cambiar de usuario o salir del sistema.

Anexo 3. Página principal



En la vista general, se pueden visualizar los estudios que fueron registrados en la base. Las columnas de información que se presentan son: título, autor, tipo de documento, número de páginas, idioma, institución que realizó la investigación, líneas de investigación, cuenca, río, departamentos, municipio, descriptores, año de publicación y el resumen del estudio. En la parte inferior aparecen las pestañas de detalles (que permite visualizar independientemente el estudio-Anexo 6B), agregar una nueva fila (crea un nuevo campo de registro-Anexo 5B), modificar una fila (modifica un registro), eliminar una fila, búsqueda de información (permite realizar búsquedas avanzadas mediante palabras clave-Anexo 7B), y finalmente un botón de recargar datos (actualizar).

Anexo 4. Vista general del sistema

Sistema de Investigaciones
 Back-end Investigaciones Cerrar sesión

Título	Autor	Tipo de doc	No. Páginas	Idioma	Institución	Línea principal	Línea secundaria	Línea terciaria	Cuenca	Río	Departamento	Municipio	Descriptor	Año	Resumen
Reconocimiento Vásquez, Pita.Tesis			110	Español	INDIVUMH	hidrología	hidrogeología	calidad del agua	Achiquate	Guacalate	Sanarate	Sumpango	hidrología, met	1994	Comprende el presente est
Estudios de hid Rojas González, Informes			94	Español	UNERIOS	hidrología	hidráulica		Coyolate	Cristóbal, Pant			hidrología, trar	2011	Se realiza un r Para los resulta
Estudio Hidrául Petrone, A. Pref. Estudio			31	Español	Acción Contra	hidrología	hidráulica		Coyolate	Coyolate	Escuintla		HEC-RAS, mode	2008	Para la realiza El presente tra
Sistema de an CONRED, Depa. Estudio			87	Español	CONRED, Orga	hidrología	gestión de ries		Coyolate		Escuintla, Chim		control hidrom	2009	El sistema de a
Modelo matem. Motta Franco, T.Tesis			169	Español	Escuela Centro	hidrología	hidrogeología		Achiquate	Guacalate	Chimaltenango		acuífero, agua	2001	Este document El presente tra
Estudio de valr GEOPETROL, S. Estudio			42	Español	CONRED	hidrología	meteorología		Achiquate	Alto Achiquate			vulnerabilidad,	2001	Se realizó un a Los resultados
Reconocimiento Herrera Ibañez.Tesis			104	Español	Escuela Centro	hidrología	hidrogeología	calidad del agua	Achiquate	Itzapa	Chimaltenango	San Andrés Itz	calidad del agua	1998	Contiene inform Este document
Evaluación de r Zamora Leandr. Estudio			167	Español	IRIS	hidrología	meteorología	gestión de ries	Achiquate	Achiquate			gestión de ries	2008	Una vez anali
El modelo SWI. Maldonado de Tesis			96	Español	Facultad de Ag	hidrología	meteorología		Achiquate	Itzapa	Chimaltenango	San Andrés Itz	simulación hidr	1998	Se plantean alt Contiene en la
Estudios hidrol. Santos Mansull. Tesis			90	Español	Facultad de Ag	hidrología	meteorología		Coyolate	Yayá	Chimaltenango	San Andrés Itz	modelos hidrol	1987	En esta investi El presente tra
Situación actual Equit Domín, V. Informes			122	Español	Facultad de Ag	hidrología			Achiquate	Itzapa, Negro,	Chimaltenango	San Andrés Itz	cuantificación	1990	En este trabajo
Determinación Romero Ortelan.Tesis			83	Español	Facultad de Ag	hidrología	calidad del agua		Achiquate	Itzapa	Chimaltenango	San Andrés Itz	hidrología, cali	1998	Se define un a

Detalles
 Agregar registro
 Borrar registro
 Modificar registro
 Búsqueda avanzada

Cantidad de estudios que se despliegan
 Mostrando 1 - 7

Para agregar un nuevo registro se hace click en la pestaña inferior, y aparece la ventana que se muestra en el Anexo 5B, y en donde se ingresa la información general que luego aparecerá en la vista general.

Anexo 5. Agregar un nuevo registro

The image shows a dark-themed web form titled "Agregar registro". The form contains the following fields and controls:

- Título:** A text input field.
- Autor:** A text input field.
- Tipo de documento:** A dropdown menu with "Tesis" selected.
- No. Páginas:** A text input field.
- Idioma:** A dropdown menu with "Español" selected.
- Institución que realizó la investigación:** A text input field.
- Línea de investigación:** A text input field.
- Cuenca:** A text input field.
- Río:** A text input field.
- Departamento:** A text input field.
- Municipio:** A text input field.
- Descriptor:** A text input field.
- Fecha:** A date picker field.
- Resumen:** A large text area for entering a summary.
- Contacto:** A dropdown menu with "Instituto de Vulcanología, Meteorología, e Hidrología -INSIVUMEH-" selected.

At the bottom right of the form, there are two buttons: "Guardar" (Save) and "Cancelar" (Cancel).

Para visualizar la información detallada, como por ejemplo poder leer todo el resumen que se tiene de un estudio en específico, se da click en la parte inferior izquierda de la vista general y aparecerá la ventana que se presenta en el anexo

Anexo 6. Información detallada de cada estudio.

Institución:	INSIVUMEH - Ingeniería, USAC
Título:	Reconocimiento hidrogeológico en la cuenca del río Guacalate hasta la estación San Luis las Carretas
Autor:	Vásquez, Plutarco René; Baldizón Marroquin, José Roberto; Álvarez, Francisco
Cuenca	Achiguate
Río:	Guacalate
Departamento(s):	Sacatepéquez, Chimaltenango
Municipio(s):	Sumpango, Pastores, San Andrés Itzapa, El Tejar, Parramos
Línea de Investigación:	Hidrología, meteorología
Resumen:	<p>Comprende el desarrollo de aplicaciones técnicas orientadas para evaluar el desarrollo de las aguas subterráneas en dicha cuenca. Conociendo la hidrometeorología para obtener datos que permitan tener mayor cantidad de elementos técnicos para valorar el desarrollo del ciclo hidrológico y como consecuencia, su relación con las aguas subterráneas. Se evalúa el potencial hídrico subterráneo de la cuenca, que permitiría determinar en forma planificada, la explotación racional del recurso.</p>
Descriptores	Aguas subterráneas, Hidrogeología, Calidad del agua, Geología
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	110

Contacto
Instituto de Vulcanología, Meteorología, e
Hidrología -INSIVUMEH-

2310-5000

[ver más](#)

Para realizar búsquedas avanzadas en el sistema (Anexo 7B), en la parte inferior de la vista general se hace click en el icono de una lupa (buscar información).

Anexo 7. Búsqueda avanzada.

Sistema de Investigaciones

Back-end | Investigaciones | Cerrar sesión

Documentos de Investigaciones

Título	Autor	Tipo de docur	No. Páginas	Idioma	Institución qu	Línea principa	Línea segunda	Línea segunda	Cuenca	Río	Departament	Municipio
Reconocimient	Vá					logía	calidad del agu	Achiguate	Guacalate		Sacatepéquez,	Sumpango, Pa
Estudios de hid	Ro					a		Coyolate	Cristóbal, Pant			
Estudio Hidrául	Pet					a		Coyolate	Coyolate	Escuintla		
Sistema de ale	CC					de ries		Coyolate		Escuintla, Chim		
Modelo matem	Motta Franco, E	Tesis	169	Español	Escuela Centro	hidrología	hidrogeología		Achiguate	Guacalate	Chimaltenango	
Estudio de vulc	GEOPETROL, S.	Estudio	42	Español	CONRED	hidrología	meteorología		Achiguate	Alto Achiguate		
Reconocimient	Herrera Ibáñez	Tesis	104	Español	Escuela Centro	hidrología	hidrogeología	calidad del agu	Achiguate	Itzapa	Chimaltenango	San Andrés Itz
Evaluación de	Zamora Leandr	Estudio	167	Español	ERIS	hidrología	meteorología	gestión de ries	Achiguate	Achiguate		
El modelo SWRI	Maldonado de	Tesis	96	Español	Facultad de Ag	hidrología	meteorología		Achiguate	Itzapa	Chimaltenango	San Andrés Itz
Estudios hidrol	Santos Mansilli	Tesis	90	Español	Facultad de Ag	hidrología	meteorología		Coyolate	Xayá	Chimaltenango	San Andrés Itz

Vásquez, PR et. al (1994) Reconocimiento hidrogeológico en la Cuenca del río Guacalate hasta la estación San Luis las Carretas.

Institución:	INSIVUMEH - Ingeniería, USAC
Título:	Reconocimiento hidrogeológico en la cuenca del río Guacalate hasta la estación San Luis las Carretas
Autor (es):	Vásquez, Plutarco René; Baldizón Marroquín, José Roberto; Álvarez, Francisco
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Guacalate
Departamento(s):	Sacatepéquez, Chimaltenango
Municipio(s):	Sumpango, Pastores, San Andrés Itzapa, El Tejar, Parramos
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>Comprende el desarrollo de aplicaciones técnicas orientadas para evaluar el desarrollo de las aguas subterráneas en dicha cuenca. Conociendo la hidrometeorología para obtener datos que permitan tener mayor cantidad de elementos técnicos para valorar el desarrollo del ciclo hidrológico y como consecuencia, su relación con las aguas subterráneas. Se evalúa el potencial hídrico subterráneo de la cuenca, que permitiría determinar en forma planificada, la explotación racional del recurso.</p>
Descriptores	hidrología, meteorología, ciclo hidrológico, aguas subterráneas, hidrogeología, calidad del agua, geología
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	110



Contacto
Instituto de Vulcanología, Meteorología, e
Hidrología -INSIVUMEH-

2310-5000

[ver más](#)

Rojas, J. et. al (2011). Estudios de hidrología, hidráulica, para morfología y socavación para el diseño de las obras de control de inundaciones y estabilización de cauce de río

Institución:	UNIRIOS	
Título:	Estudios de hidrología, hidráulica, para morfología y socavación para el diseño de las obras de control de inundaciones y estabilización de cauce de río Coyolate entre la confluencia con el río Cristóbal y su entrega al Océano Pacífico	
Autor (es):	Rojas González, Jaime; Barrientos Peña; Gustavo	
Cuenca (s)	Coyolate	
Río:	Cristóbal, Pantaleón, Pacaya, Xatá, Aguna y Coyolate	
Departamento(s): Municipio(s): Línea de Investigación:	hidrología	
Resumen:	<p>El presente estudio está dividido en varias fases, esto para permitir tener varias alternativas para tomar decisiones correctas en el emplazamiento de obras de ordenamientos de ríos y conocer verdaderamente el cauce como un elemento dinámico cambiante de la superficie terrestre. Se realiza un reconocimiento de campo y recopilación de información básica. Para el análisis hidrológico debido a la ausencia de registro de caudales máximos sobre los cauces del área en estudio, se realizó mediante el método de regionalización (INSIVUMEH), el método racional (SCS). Para los resultados se identificaron 11 puntos de interés en las cuencas de los ríos Pantaleón, Pacaya, Xatá, Aguna y Coyolate. En el análisis de lluvia se tienen 3 sectores identificados (en base a la elevación) y presenta cuadros con los Registros de Precipitación Total Anual, Registros de número de días con lluvia de Fincas del Ingenio la Unión; así como registros de precipitación total mensual de la estación Camantulul y la distribución porcentual de la lluvia. Para la realización del análisis para el tránsito hidráulico se utilizó el programa HEC-RAS (que analiza detalladamente los componentes responsables del flujo de agua. Seguido de esto se presenta el análisis morfológico y dinámica fluvial. Por último se presenta el diseño de obras de control de inundaciones y erosión marginal.</p>	
Descriptores	hidrología, tránsito hidráulico, obras de control, socavación, hidráulica, Coyolate, HEC-RAS	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	94	

Contacto
Unidad de Manejo de Ríos y Canales -
UNIRIOS-
2245-1717
[ver más](#)

Coyolate entre la confluencia con el río Cristóbal y su entrega al Océano Pacífico

Petrone, A et. al (2008). Estudio Hidráulico de la parte baja del río Coyolate para la identificación de umbrales hidrométricos de alerta – Departamento de Escuintla, Guatemala.

Institución:	Acción Contra el Hambre; Comisión Europea; Departamento de Ingeniería Agraria y Forestal, Universidad de Florencia, Italia
Título:	Estudio Hidráulico de la parte baja del río Coyolate para la identificación de umbrales hidrométricos de alerta - Departamento de Escuintla, Guatemala
Autor (es):	Petrone, A; Preti, F
Cuenca (s):	Coyolate
Río:	Coyolate
Departamento(s):	Escuintla
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>El presente trabajo se focaliza en el tema de los sistemas de alerta temprana para las inundaciones lentas. La metodología propuesta se basa en la adaptación de los sistemas de alerta temprana realizados en Europa y en los Estados Unidos al contexto guatemalteco y ha sido aplicado a la parte baja de la cuenca del Río Coyolate. Esta metodología está basada en la realización de simulaciones hidráulicas utilizando un software reconocido a nivel internacional: HEC-RAS 4.0. la herramienta presentada constituye un anillo fundamental para la instalación de un sistema de alerta temprana basado en la observación de los niveles hídricos alcanzados en determinadas secciones de control.</p>
Descriptor(es)	HEC-RAS, modelo hidráulico, caudales, sistema de alerta temprana
Tipo de Documento:	Estudio
Idioma:	Español
Número de Páginas	31

Contacto
N/A

[ver más](#)

Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED (2009). Sistema de alerta temprana ante inundaciones de la cuenca del río Coyolate: análisis hidrológico, propuestas de rediseño y actualización

Institución:	CONRED; Organización de Estados Americanos
Título:	Sistema de alerta temprana ante inundaciones de la cuenca del río Coyolate: análisis hidrológico, propuestas de rediseño y actualización
Autor (es):	CONRED; Departamento de desarrollo sostenible, Organización de Estados Americanos
Cuenca (s)	Coyolate
Río:	
Departamento(s):	Escuintla, Chimaltenango, Suchitepéquez
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>El sistema de alerta temprana ante inundaciones de la cuenca del río Coyolate (SATI Coyolate), ubicado en la vertiente del Océano Pacífico de Guatemala, fue instalado en el año 1997 y desde entonces ha operado de manera adecuada y ha servido como modelo para otros sistemas instalados en la región centroamericana. Este documento presenta los resultados del análisis hidrológico básico y los resultados de la evaluación de los componentes del sistema del SATI Coyolate. Además de revisar y actualizar el SATI en los aspectos de Monitoreo y Pronóstico, y establece una evaluación hidrológica; evalúa el desempeño del SATI Coyolate en los aspectos de comunicación de las alertas y respuesta a la emergencia; y por último presenta la propuesta para mejorar el sistema de monitoreo hidrometeorológico establecido en la cuenca del río Coyolate, para perfeccionar los umbrales de alerta y aumentar los tiempos de respuesta de la población.</p>
Descriptores	control hidrometeorológico, sistema de alerta temprana, inundaciones, Coyolate, monitoreo, pronóstico
Tipo de Documento:	Estudio
Idioma:	Español
Número de Páginas	67

Contacto
Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres -CONRED-
2324-0800

[ver más](#)

Motta, EL (2001). Modelo matemático del acuífero de la cuenca alta del río Guacalate, Chimaltenango y Sacatepéquez, Guatemala.

Institución:	Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica
Título:	Modelo matemático del acuífero de la cuenca alta del río Guacalate, Chimaltenango y Sacatepéquez, Guatemala
Autor (es):	Motta Franco, Erick Leonel
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Guacalate
Departamento(s):	Chimaltenango, Sacatepéquez
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	El presente trabajo consiste en la elaboración de un modelo matemático de flujo de aguas subterráneas para el acuífero de la cuenca alta del río Guacalate, que se localiza en el altiplano central de Guatemala. (Tesis Posgrado en Geología, Digital)
Descriptores	acuífero, agua subterránea, cuencas, Achiguate, hidrogeología, modelaje de agua subterránea
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	169

Contacto
N/A

[ver más](#)



GEOPETROL, S.A (2001). Estudio de la vulnerabilidad de cuencas menores, estudio hidrológico y sistema de alerta temprana: cuenca alta del río Achiguate.

Institución:	CONRED
Título:	Estudio de vulnerabilidad de cuencas menores, estudio hidrológico y sistema de alerta temprana: Cuenca alta del río Achiguate
Autor (es):	GEOPETROL, S.A; Ambiente y Desarrollo
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Alto Achiguate
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>Se realizó un análisis hidrológico enfocado a la cuantificación de la vulnerabilidad de los principales centro poblados de las cuencas en estudio, utilizando información básica como topografía, características biofísicas de la cuenca, centros poblados y datos mensuales y anuales de precipitación. Los resultados obtenidos del análisis se presentan principalmente en forma de mapas y en algunos casos en forma de tablas con datos numéricos. (Digital)</p>
Descriptores	vulnerabilidad, sistema de alerta temprana, Achiguate, análisis hidrológico, meteorología, geomorfología
Tipo de Documento:	Estudio
Idioma:	Español
Número de Páginas	42

Contacto
Coordinadora Nacional para la Reducción
de Desastres -CONRED-
2324-0800
[ver más](#)

Herrera, IR (1998). Reconocimiento Hidrogeológico de la cuenca del río Itzapa, departamento de Chimaltenango, Guatemala

Institución:	Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica
Título:	Reconocimiento Hidrogeológico de la cuenca del río Itzapa, departamento de Chimaltenango, Guatemala
Autor (es):	Herrera Ibáñez, Isaac Rodolfo
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Itzapa
Departamento(s):	Chimaltenango
Municipio(s):	San Andrés Itzapa
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>Contiene información sobre la geología (marco geológico regional, marco geomorfológico regional, geología local, estratigrafía) , hidrología superficial (precipitación pluvial, precipitación efectiva, evapotranspiración, escorrentía superficial, balance hídrico); aguas subterráneas (límites del acuífero, características del acuífero, niveles y movimiento del agua subterránea); y la hidrogeoquímica (química del agua, análisis de algunos contaminantes, calidad del agua subterránea, análisis isotópicos)de la cuenca del río Itzapa, con el objeto de caracterizar el acuífero de la cuenca para la formulación de un plan de manejo o desarrollo de las aguas subterráneas del municipio de San Andrés Itzapa. (Tesis de Posgrado en Geología con énfasis en Manejo de Recursos Hídricos e Hidrogeología)</p>
Descriptor	calidad del agua, agua subterránea, hidrogeoquímica, geología, hidrogeología, hidrología superficial
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	104

Contacto
 Facultad de Agronomía, USAC
 Udine Aragón

[ver más](#)

Zamora, EP (2008). Evaluación de un sistema de alerta temprana para inundaciones en la parte baja de la cuenca del río Achiguate.

Institución:	ERIS
Título:	Evaluación de un sistema de alerta temprana para inundaciones en la parte baja de la cuenca del río Achiguate
Autor (es):	Zamora Leandro, Ericka Patricia
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Achiguate
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>Este documento analiza la situación de inundaciones en la parte media de la cuenca del río Achiguate y del Sistema de Alerta Temprana existente, para proponer un nuevo Sistema de Alerta Temprana. Una vez analizados los aspectos generales de los componentes con que cuenta la cuenca del río Achiguate y, analizado el régimen de lluvias, crecidas y la vulnerabilidades a nivel institucional y económico, con el objetivo de propiciar un funcionamiento adecuado que se vea manifestado en alertas tempranas oportunas para evacuar a las comunidades, se plantean medidas relacionadas directamente con el sistema y otras que pueden considerarse complementarias. (Estudio Especial, Maestro en Ciencias en recursos hidráulicos: en digital)</p>
Descriptores	gestión de riesgos, sistema de alerta temprana, HEC-RAS, inundaciones, crecidas, Achiguate
Tipo de Documento:	Estudio
Idioma:	Español
Número de Páginas	167

Contacto
Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria -
ERIS-

[ver más](#)

Maldonado, OA (1998). El modelo SWRRB en la planeación del recurso hídrico de la cuenca Itzapa, departamento de Chimaltenango, Guatemala.

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s)</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p>	<p>Facultad de Agronomía, USAC; Colegio de postgraduados, Institución de Enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas, Instituto de Recursos Naturales, Montecillo, Texcoco, México</p> <p>El modelo SWRRB en la planeación del recurso hídrico de la cuenca Itzapa, departamento de Chimaltenango, Guatemala</p> <p>Maldonado de León, Osberto Aparicio</p> <p>Achiguate</p> <p>Itzapa</p> <p>Chimaltenango</p> <p>San Andrés Itzapa</p> <p>hidrología</p>	
<p>Resumen:</p>	<p>Se plantean alternativas de manejo para la Cuenca del río Itzapa, aplicando el modelo de simulación hidrológica SWRRB (Simulator for Water Resources in Rural Basins desarrollado y aprobado por el ARS -USDA Agricultural Research Service-), que ayudó a realizar una evaluación del estado de los recursos naturales (agua, suelo, vegetación), y de los posibles cambios que podría sufrir el balance hídrico, al otorgarle diferentes usos al suelo y de esta manera obtener escenarios que permitan formular estrategias de manejo que coadyuven al manejo mas adecuado de la cuenca. En función de los resultados puede concluirse que el modelo SWRRB es una valiosa herramienta que podría utilizarse para predecir las producciones de agua y de sedimentos en una cuenca siempre que se tengan datos de escurrimiento que permitan realizar la calibración y la validación. (Tesis de Maestría en Ciencias, especialista en Hidrociencias)</p>	
<p>Descriptores</p> <p>Tipo de Documento:</p> <p>Idioma:</p> <p>Número de Páginas</p>	<p>simulación hidrológica, sistemas de información geográfica, balance hídrico, recursos naturales, sedimentación, Achiguate, usos del suelo, escurrimiento</p> <p>Tesis</p> <p>Español</p> <p>96</p>	
<p>Contacto Facultad de Agronomía, USAC Udine Aragón</p> <p>ver más</p>		

Santos, EG (1987). Estudios hidrológico básico de las cuencas Xayá – Pixcayá.

<p>Institución: Título: Autor (es): Cuenca (s)</p>	<p>Facultad de Agronomía, USAC Estudios hidrológico básico de las cuencas Xayá - Pixcayá Santos Mansilla, Edwin Guillermo Coyalote</p>	
<p>Río:</p>	<p>Xayá</p>	
<p>Departamento(s): Municipio(s): Línea de Investigación:</p>	<p>Chimaltenango San Andrés Itzapa hidrología</p>	
<p>Resumen:</p>	<p>Consiste en la simulación hidrológica para la calibración de parámetros de escorrentía, generando un modelo que calculó un hidrograma a través de los datos de precipitación y se comparó con un hidrograma observado. El modelo genera el ciclo hidrológico facilitando la planificación del recurso hídrico y conociendo la respuesta del este a cambios que sucedan dentro de la cuenca hidrográfica. En esta investigación se calibra el modelo de simulación hidrológica MIKE 11 con su módulo "HIS" (Hydrological Information System), y módulo "HBV" (Swedish of the Hydrological Bureau Water Balance Division). (Tesis Ingeniero Agrónomo)</p>	
<p>Descriptores</p>	<p>modelos hidrológicos, hidrometeorología, precipitación, escorrentía, hidrograma, balance hídrico, planificación de recurso hídrico, MIKE-11</p>	
<p>Tipo de Documento: Idioma: Número de Páginas</p>	<p>Tesis Español 90</p>	
<div style="background-color: #333; color: white; padding: 10px; border-radius: 5px; display: inline-block;"> <p style="margin: 0;">Contacto Facultad de Agronomía, USAC Udine Aragón</p> <p style="margin: 0; background-color: white; color: #333; padding: 2px 10px; border-radius: 3px; display: inline-block;">ver más</p> </div>		

Esquit, VE et. al (1992). Situación actual de los recursos naturales renovables de las subcuencas de los ríos Itzapa, Negro y Cajagualten, San Andrés Itzapa, Chimaltenango.

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC	
Título:	Situación actual de los recursos naturales renovables de las subcuencas de los ríos Itzapa, Negro y Cajagualten, San Andrés Itzapa, Chimaltenango	
Autor (es):	Esquit Donis, Vicente Estuardo; Barillas, Claudia; Aguilar, Guillermo; Reynoso, Jorge Mario; Chivichón, Francisco; Martínez Torres, Arturo; Ucelo, Elmer	
Cuenca (s)	Achiguate	
Río:	Itzapa, Negro, Cajagualtén	
Departamento(s):	Chimaltenango	
Municipio(s):	San Andrés Itzapa	
Línea de Investigación:	hidrología	
Resumen:	El presente trabajo constituye un estudio de los recursos naturales (bosque, suelos, agua) de la cabecera de la cuenca del río Achiguate, correspondientes a las subcuencas de los ríos Itzapa, Negro y Cajagualtán.	
Descriptores	cuantificación de recursos, suelos, bosque, agua,	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	122	

Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)

Romero, FR (1998). Determinación de las áreas actualmente regadas y potencialmente regables, con fines de diseño de un sistema de riego en la cuenca del río Itzapa, San Andrés Itzapa, Chimalentango

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Determinación de las áreas actualmente regadas y potencialmente regables, con fines de diseño de un sistema de riego en la cuenca del río Itzapa, San Andrés Itzapa, Chimalentango
Autor (es):	Romero Orellana, Fredy Rolando
Cuenca (s):	Achiguate
Río:	Itzapa
Departamento(s):	Chimaltenango
Municipio(s):	San Andrés Itzapa
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>En este trabajo se determinan las áreas que están siendo utilizadas con riego, luego las áreas que presentan la potencialidad de ser explotadas bajo este régimen de producción. Esta determinación se hace mediante estudios topográficos (juego de planos –aparece al final del documento-); edafológicos (muestreo de suelos, análisis físico-químico de suelos, determinación de constantes de humedad, pruebas de infiltración); climáticos (registro climático de la estación ALAMEDA ICTA 1981-1996) e hidrológicos (demanda y disponibilidad de agua, determinación de ETP, calculo de requerimiento de riego) y calidad del agua. Una vez determinada el área potencial se formuló un proyecto de riego, el cual fue diseñado para regar una pequeña parte del total del área potencialmente regable, utilizando para esto los recursos hídricos existentes en el río Itzapa. Se incluye un análisis económico financiero para determinar la factibilidad del mismo y las normas de operación del sistema de riego dentro de una organización de usuarios. Los cuales pueden ser generalizados para toda el área potencialmente regable dentro de la cuenca.</p>
Descriptores	hidrología, calidad del agua, riego agrícola, estudio topográfico, estudio climático, estudio edafológico, estudio hidrológico
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	63

Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)

Motta, EL (1999). Estudio de la erosión hídrica del suelo. Microcuenca del río Itzapa, Chimaltenango. De 1994 a 1996

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Estudio de la erosión hídrica del suelo. Microcuenca del río Itzapa, Chimaltenango. De 1994 a 1996
Autor (es):	Motta Franco, Erick Leonel
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Itzapa
Departamento(s):	Chimaltenango
Municipio(s):	San Andrés Itzapa
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>Este estudio se realizó en dos partes: la primera trata sobre la evaluación de la cobertura y la pendiente del terreno en la erosión hídrica del suelo, en la parte alta de la microcuenca del río Itzapa. La investigación fue llevada a cabo durante la época lluviosa de 1996 en terrenos de la aldea Chicasanga. Donde se evalúan tres coberturas (maíz, coliflor y pasto). La segunda parte consistió en la integración de los resultados de investigaciones realizadas dentro de la microcuenca para evaluar el efecto de la cobertura vegetal y la pendiente del terreno en los años de 1994 a 1996. Se utilizaron datos obtenidos a través de evaluaciones anteriores para realizar cálculos de estimación de valores de erosión; esto a nivel de toda la microcuenca, utilizando los modelo de la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE) y de cuantificación de erosión (LEAM), obteniendo mapas y valores de cantidades de suelo erosionado.</p>
Descriptor	erosión hídrica, USLE, hidrología, cuantificación de erosión
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	98

Contacto
 Facultad de Agronomía, USAC
 Udine Aragón

[ver más](#)

Herrera, IR (1984). Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate (Fase I).

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate (Fase I)
Autor (es):	Herrera Ibáñez, Isaac Rodolfo
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	
Departamento(s):	Chimaltenango, Sacatepéquez
Municipio(s):	Chimaltenango, Alotenango
Línea de Investigación:	suelos
Resumen:	<p>Este trabajo constituye la primera fase del levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate. Cubre la parte alta de la cuenca (área que corresponde a la altiplanicie), desde el municipio de Chimaltenango hasta el municipio de Alotenango, Sacatepéquez. Tiene como principal objetivo conocer la ubicación, distribución y características de los suelos, por lo que caracteriza, clasifica y delimita los suelos del área; presenta también los usos de la tierra así como la capacidad de uso de la misma.</p>
Descriptor(es)	caracterización de cuencas, suelos, capacidad de uso, uso actual de la tierra, fisiografía, taxonomía de suelos
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	199

Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)

Lavarreda, PA (1987). Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate (Fase II).

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s)</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p>	<p>Facultad de Agronomía, USAC</p> <p>Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate (Fase II)</p> <p>Lavarreda Anleu, Pedro Arsenio</p> <p>Achiguate</p> <p>Escuintla</p> <p>Siquinalá</p> <p>suelos</p>	
<p>Resumen:</p>	<p>Este trabajo constituye la segunda fase del levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate. Cubre la parte media de la cuenca, área que comprende desde las cimas de los volcanes de Fuego y Agua, hasta el tramo de la carretera internacional del pacífico que va de la cabecera departamental de Escuintla a la población de Siquinalá. Tiene como principal objetivo conocer la ubicación, distribución y características de los suelos, por lo que caracteriza, clasifica y delimita los suelos del área; presenta también los usos de la tierra así como la capacidad de uso de la misma.</p>	
<p>Descriptor</p> <p>Tipo de Documento:</p> <p>Idioma:</p> <p>Número de Páginas</p>	<p>caracterización de cuencas, suelos, capacidad de uso, uso actual de la tierra, fisiografía,</p> <p>Tesis</p> <p>Español</p> <p>132</p>	
<p>Contacto</p> <p>Facultad de Agronomía, USAC</p> <p>Udine Aragón</p> <p>ver más</p>		

Lam, EL (1989). Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate (Fase III).

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s):</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p>	<p>Facultad de Agronomía, USAC</p> <p>Levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate (Fase III)</p> <p>Lam Echeverría, Edgar Lisardo</p> <p>Achiguate</p> <p>Escuintla</p> <p>Escuintla, Siquinalá, Masagua, La Democracia</p> <p>suelos</p>	
<p>Resumen:</p>	<p>Este trabajo constituye la tercera fase del levantamiento semidetallado de suelos de la cuenca del río Achiguate. Cubre la parte baja de la cuenca, ubicada entre los municipios de Escuintla, Siquinalá, Masagua y la Democracia, departamento de Escuintla. Tiene como principal objetivo conocer la ubicación, distribución y características de los suelos, por lo que caracteriza, clasifica y delimita los suelos del área; presenta también los usos de la tierra así como la capacidad de uso de la misma.</p>	
<p>Descriptores</p> <p>Tipo de Documento:</p> <p>Idioma:</p> <p>Número de Páginas</p>	<p>caracterización de cuencas, suelos, capacidad de uso, uso actual de la tierra, fisiografía</p> <p>Tesis</p> <p>Español</p> <p>148</p>	
<div style="background-color: #444; color: white; padding: 10px; margin: 0 auto; width: 80%; text-align: center;"> <p>Contacto</p> <p>Facultad de Agronomía, USAC</p> <p>Udine Aragón</p> <p>ver más</p> </div>		

Samayoa, LR (1971). Estudio para la reforestación de áreas críticas de la cuenca de los ríos Achiguate-Guacalate

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Estudio para la reforestación de áreas críticas de la cuenca de los ríos Achiguate-Guacalate
Autor (es):	Samayoa Ruiz, Luis Rolando
Cuenca (s):	Achiguate
Río:	Guacalate, Achiguate
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	meteorología
Resumen:	<p>Presenta una descripción de los factores físicos y climáticos que intervienen en el régimen ecológico de la cuenca de los ríos Guacalate-Achiguate y la evaluación de las pérdidas ocasionadas por el temporal del año 1969. Se delimitan áreas críticas de erosión de acuerdo a sus características topográficas donde se toma principalmente el porcentaje de pendiente; además de factores ambientales tales como el clima, suelo y vegetación. En base a esto, se brindan recomendaciones para aminorar los daños causados por este tipo de fenómenos climáticos.</p>
Descriptores	régimen ecológico, factores físicos, factores climáticos, reforestación, análisis de suelo, capacidad de uso de la tierra,
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	38

Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)



Granados, EO (1983). Diagnóstico físico de las cuencas de los ríos Xayá y Pixcayá

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Diagnóstico físico de las cuencas de los ríos Xayá y Pixcayá
Autor (es):	Granados Rodríguez, Edwar Otoniel
Cuenca (s):	Coyolate
Río:	Xayá
Departamento(s):	Chimaltenango
Municipio(s):	Santa Apolonia, Tecpán
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>Dada la importancia que tiene el sistema de captación y transporte del Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá en la dotación de agua de la ciudad capital, se generó el diagnóstico físico de las cuencas de dichos ríos, donde se realiza una descripción de los componentes suelo, agua y cobertura vegetal, con el fin de presentar el estado en el que se encuentran los recursos. Se efectuó una caracterización climatológica (representada por la precipitación y temperatura) y un inventario y evaluación de los recursos agua (análisis hidrográfico e hidrológico) vegetación y suelo (uso actual y capacidad de uso de la tierra).</p>
Descriptores	sistema de captación, acueducto, dotación de agua, diagnóstico físico, estado de recursos
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	132

Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)



López, F (1988). Análisis hidrológico preliminar de las crecidas del río Pensativo

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC; CATIE
Título:	Análisis hidrológico preliminar de las crecidas del río Pensativo
Autor (es):	López Choc, Fernando
Cuenca (s):	Achiguate
Río:	Pensativo
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>Presenta un estudio desde el punto de vista hidrológico tomando en cuenta factores que provocan las crecidas, así como las condiciones que limitan el estudio. Por lo que el estudio abarca una descripción general de la cuenca, descripción de los recursos hidráulicos (disponibilidad, usos y demandas), hidrometeorología (precipitación, hidrología, sedimentos, crecidas - elaboración de modelos-). Además proporciona un listado de instituciones que están involucradas (con acciones específicas) de acuerdo a la problemática y la solución identificada dentro del documento.</p>
Descriptores	hidrología, recursos hidráulicos, hidrometeorología, sedimentos, crecidas,
Tipo de Documento:	Estudio
Idioma:	Español
Número de Páginas	76

Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)

Tobías, HA (1997). Investigación básica para la planificación de la cuenca del río Itzapa.

<p>Institución: Título: Autor (es): Cuenca (s)</p>	<p>Facultad de Agronomía, USAC Investigación básica para la planificación de la cuenca del río Itzapa Tobías, Hugo Antonio Achiguate</p>	
<p>Río:</p>	<p>Itzapa</p>	
<p>Departamento(s): Municipio(s): Línea de Investigación:</p>	<p>hidrología</p>	
<p>Resumen:</p>	<p>Este documento constituye una síntesis de los resultados mas relevantes que se han obtenido en el desarrollo del Proyecto de Investigación (incluyendo la generada en el año 96), donde se presenta la caracterización y evaluación de los factores hidrometeorológicos como base para desarrollar modelos que permitan explicar el comportamiento de los recursos naturales. Además que se presenta la evaluación de los factores de la erosión hídrica y como último punto facilita la retroalimentación del proceso de enseñanza-aprendizaje en el desarrollo de la investigación. todo esto bajo el marco que esta es un área piloto que permitiría la generación de varios subproyectos y la recopilación de información básica.</p>	
<p>Descriptor</p>	<p>factores hidrometeorológicos, caracterización, recursos naturales, erosión hídrica,</p>	
<p>Tipo de Documento: Idioma: Número de Páginas</p>	<p>Informes Español 20</p>	

Contacto
 Facultad de Agronomía, USAC
 Udine Aragón

[ver más](#)

INSIVUMEH (2003). Informe final morfométrico de cuencas.

Institución:	INSIVUMEH	
Título:	Informe final morfométrico de cuencas	
Autor (es):	INSIVUMEH	
Cuenca (s):	Todo el país	
Río:		
Departamento(s):		
Municipio(s):		
Línea de Investigación:	hidrología	
Resumen:	<p>Este informe incluye resultados de todas las cuencas del país. La morfometría se calculó en forma automática con el programa que se diseñó para la obtención de datos. El método se basó utilizando el sistema de información geográfica (GIS) Arc View 3.2. se presentan resultados subdivididos en las 3 vertientes del país. (Escala 1:250 000) Mapas que se incluyen para cada cuenca: Topográfico con el cauce más largo, de corrientes y orden de corrientes. Incluye resumen de datos morfométricos; un cuadro con los datos y curva hipsométrica, áreas de distribución; relación de orden, número y longitud de corrientes y datos de pendientes y frecuencia de las mismas en relación al área de la cuenca.</p>	
Descriptores	<p>morfometría, cuencas, curva hipsométrica, orden de corrientes, número de corrientes, sistema de información geográfico, vertientes, mapas</p>	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	20	

Contacto
Instituto de Vulcanología, Meteorología, e
Hidrología -INSIVUMEH-
 2310-5000
[ver más](#)

IGN (1974). Estudio morfométrico de la cuenca del río Coyolate.

Institución:	Instituto Geográfico Nacional
Título:	Estudio Morfométrico de la cuenca del río Coyolate
Autor (es):	IGN
Cuenca (s)	Coyolate
Río:	
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	Estudio morfométrico de la cuenca se efectuó siguiendo el método empleado por el Departamento de Agua Superficial de la División de Investigación de Recurso Agua (D.I.R.A) del Instituto Geográfico Nacional.
Descriptor(es)	estudio morfométrico, caudales máximos, mapas, hidrología
Tipo de Documento:	Estudio
Idioma:	Español
Número de Páginas	22

Contacto
Instituto Geográfico Nacional
 22488100

[ver más](#)

IGN (1974). Estudio morfométrico de la cuenca del río Acomé.

Institución:	Instituto Geográfico Nacional
Título:	Estudio Morfométrico de la cuenca del río Acomé
Autor (es):	IGN
Cuenca (s)	Acomé
Río:	
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	Estudio morfométrico de la cuenca se efectuó siguiendo el método empleado por el Departamento de Agua Superficial de la División de Investigación de Recurso Agua (D.I.R.A) del Instituto Geográfico Nacional.
Descriptor(es)	morfometría, cuenca, Acomé, caudales máximos, hidrología
Tipo de Documento:	Estudio
Idioma:	Español
Número de Páginas	22

Contacto
Instituto Geográfico Nacional
 22488100

[ver más](#)

IGN (1974). Estudio morfométrico de la cuenca del río Pantaleón.

Institución:	Instituto Geográfico Nacional
Título:	Estudio Morfométrico de la cuenca del río Pantaleón
Autor (es):	IGN
Cuenca (s)	Coyolate
Río:	Pantaleón
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	Estudio morfométrico de la cuenca se efectuó siguiendo el método empleado por el Departamento de Agua Superficial de la División de Investigación de Recurso Agua (D.I.R.A) del Instituto Geográfico Nacional.
Descriptores	morfometría, cuenca, caudales máximos, Pantaleón
Tipo de Documento:	Estudio
Idioma:	Español
Número de Páginas	22

Contacto
Instituto Geográfico Nacional
 22488100

[ver más](#)

Sánchez, J et. al (2001). Comportamiento histórico de lluvias en la zona cañera de la Costa Sur de Guatemala.

Institución:	Cengicaña
Título:	Comportamiento histórico de las lluvias en la zona cañera de la Costa Sur de Guatemala. Valores y fechas estimadas para el fin de la estación lluviosa en el 2001
Autor (es):	Sánchez García, Jorge; Moreno, Mario
Cuenca (s)	Zona Cañera
Río:	
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	meteorología
Resumen:	Se presenta el análisis de datos mensuales de 27 estaciones de toda la serie de años que tuvieron información disponible (15 años), separadas según estrato altitudinal y longitudinal (bajo, medio, alto). Para los tres análisis se compararon las series de datos totales anuales de lluvias con sus respectivos valores promedios, desviaciones estándar y los valores calculados de Evapotranspiración potencial.
Descriptores	lluvias, zona cañera, datos mensuales,
Tipo de Documento:	Estudio
Idioma:	Español
Número de Páginas	10

Contacto
Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-
 78281000

[ver más](#)

Vásquez, VH et. al (1999). Estudio climático-sinóptico del comportamiento del viento para la Costa Sur de Guatemala

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s)</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p>	<p>Cengicaña</p> <p>Estudio climático-sinóptico del comportamiento del viento para la Costa Sur de Guatemala</p> <p>Vásquez, Víctor Hugo; Castro Loarca, Otto René; Bautista, Mario</p> <p>Zona Cañera</p> <p>Costa Sur</p> <p>meteorología</p>	
<p>Resumen:</p>	<p>El estudio se llevó a cabo en el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar -CENGICAÑA- con la colaboración directa del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-. Se utilizó información (período de 12 años) de las estaciones Sinópticas del Aeropuerto del Puerto San José, de Aeropuerto de Retalhuleu (INSIVUMEH); la estación meteorológica automatizada ubicada en CENGICAÑA, y la estación en la Finca Verapaz, Tiquisate. Con los datos horarios (dirección e intensidad del viento) se elaboró para cada mes, un cuadro de presentación a nivel horario, de las distribuciones de frecuencia de la intensidad y dirección.</p>	
<p>Descriptores</p> <p>Tipo de Documento:</p> <p>Idioma:</p> <p>Número de Páginas</p>	<p>comportamiento de vientos, dirección de vientos, intensidad de vientos, velocidad de vientos</p> <p>Informes</p> <p>Español</p> <p>8</p>	
<p>Contacto</p> <p>Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-</p> <p>78281000</p> <p>ver más</p>		

CENGICAÑA (1999). Bases para la zonificación climática con balance hídrico. Avances de la investigación

Institución:	Cengicaña	
Título:	Bases para la zonificación climática con balance hídrico. Avances de la investigación	
Autor (es):	Cengicaña	
Cuenca (s)	Zona Cañera	
Río:		
Departamento(s):		
Municipio(s):		
Línea de Investigación:	hidrología	
Resumen:	Presenta los resultados de balances hídricos que se realizaron en base a la información de lluvia derivada de 54 pluviómetros pertenecientes a los siguientes ingenios: Magdalena, Pantaleón-Concepción, La Unión, Tululá, Madre Tierra y El Baúl; y la información de siete estaciones propiedad de INSIVUMEH.	
Descriptores	balance hídrico, zonificación climática, lluvia, Magdalena, Pantaleón, Concepción, La Unión, Tululá, Madre Tierra, El Baúl	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	5	

Contacto
Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-
78281000
[ver más](#)

Balaña, P et. al (2004). Avances del proyecto de Zonificación Agroecológica en la zona cañera Guatemalteca.

Institución:	Cengicaña	
Título:	Avances del proyecto de Zonificación Agroecológica en la zona cañera Guatemalteca	
Autor (es):	Balaña, Pablo; Pérez, Ovidio	
Cuenca (s)	Zona Cañera	
Río:		
Departamento(s):		
Municipio(s):		
Línea de Investigación:	meteorología	
Resumen:	Este documento de avances (61 %), cuenta con los resultados preliminares del proyecto producto de la recolección y análisis de muestras geoposicionadas (parte de la primera etapa), teniendo así como resultados los primeros mapas de fertilidad. El proyecto tiene la finalidad de identificar zonas homogéneas de orden climático y edafológico dentro de la gran variabilidad de ambientes que existen en la región (Conformación del Comité de Zonificación Agroecológica).	
Descriptores	mapas de fertilidad, zonas homogéneas, Comité de Zonificación Agroecológico, meteorología	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	5	

Contacto
Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-
78281000
[ver más](#)

Sánchez, J et. al (2004). Características climáticas del año 2003 y sus efectos en la producción cañera guatemalteca

Institución:	Cengicaña	
Título:	Características climáticas del año 2003 y sus efectos en la producción cañera guatemalteca	
Autor (es):	Sánchez García, Jorge; Pinzón, Juan Francisco	
Cuenca (s)	Zona Cañera	
Río:		
Departamento(s):		
Municipio(s):		
Línea de Investigación:	meteorología	
Resumen:	<p>En este documento se presenta la información meteorológica registrada durante el año 2003 en la red de estaciones automáticas y otras estaciones instaladas en el área cañera. Mediante el análisis de estos resultados se pretendió conocer el comportamiento de la lluvia, temperatura, brillo solar y humedad relativa en las estaciones. Anexado a esto se presentan los cuadros de datos de las variables anteriormente mencionadas para el año 2003.</p>	
Descriptores	meteorología, estaciones automáticas, lluvia, temperatura, brillo solar, humedad relativa	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	4	

Contacto
Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-
78281000
[ver más](#)

Castro, OR et. al (2005). Índices hidrométricos noviembre 2004 – abril 2005, cuencas “El Coyolate” y “El Achiguate”, Zona Cañera.

Institución:	Cengicaña
Título:	Índices hidrométricos noviembre 2004 – abril 2005, cuencas “El Coyolate” y “El Achiguate”, Zona Cañera
Autor (es):	Castro Loarca, Otto René; Montúfar, Julio César; Balaña, Pablo
Cuenca (s)	Coyolate, Achiguate
Río:	Pantaleón, Coyolate, Guacalate, Achiguate
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	En este informe se cuantifica a través de índices de reducción de caudal durante el período de antes de inicio de zafra (noviembre 04) y antes de la terminación de la zafra (abril 05) en las cuencas Achiguate y Coyolate, por medio de la realización de dos aforos. Esto para optimizar el uso del agua con fines de riego a través del manejo integrado del recurso hídrico.
Descriptores	hidrología, fuentes de abastecimiento, caudal, aforos, riego, índices hidrométricos, zafra, uso del agua
Tipo de Documento:	Estudio
Idioma:	Español
Número de Páginas	6

Contacto
Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-
78281000
[ver más](#)

Castro, OR (2005). El balance hídrico (herramienta para la planificación del riego en caña de azúcar).

Institución:	Cengicaña
Título:	El balance hídrico (Herramienta para la planificación del riego en caña de azúcar)
Autor (es):	Castro Loarca, Otto René
Cuenca (s):	Zona Cañera
Río:	
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	Tiene como objetivo desarrollar una secuencia metodológica para la aplicación del balance hídrico para la planificación del riego en caña de azúcar. Por tanto, a través del documento se describe en la metodología cuales son las variables a tomar en cuenta, cuáles son los datos a tomar y realización de cálculos, así como las especificaciones para la previsión de la fecha de riego.
Descriptores	hidrología, balance hídrico, riego, metodología,
Tipo de Documento:	Estudio
Idioma:	Español
Número de Páginas	8

Contacto
Centro Guatemalteco de Investigación y
Capacitación de la Caña de Azúcar -
CENGICAÑA-
78281000
[ver más](#)

Sánchez, J et. al (2005). Condiciones meteorológicas relevantes en la zona cañera de la Costa sur de Guatemala en el año 2004 y el primer semestre del año 2005

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s)</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p> <p>Resumen:</p> <p>Descriptor</p> <p>Tipo de Documento:</p> <p>Idioma:</p> <p>Número de Páginas</p>	<p>Cengicaña</p> <p>Condiciones meteorológicas relevantes en la zona cañera de la Costa sur de Guatemala en el año 2004 y el primer semestre del año 2005</p> <p>Sánchez García, Jorge; Pinzón, Juan Francisco</p> <p>Zona Cañera</p> <p></p> <p></p> <p>meteorología</p> <p>Este informe presenta un resumen de la información meteorológica (lluvia, balance hídrico, humedad relativa y temperatura media por estratos) registrada en el año 2004 y el primer semestre de 2005, así como los datos en cuadros de esta información con sus respectivas observaciones.</p> <p>meteorología, lluvia, balance hídrico, humedad relativa, temperatura media</p> <p>Informes</p> <p>Español</p> <p>6</p>	
--	--	---

Contacto

Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-

78281000

[ver más](#)

Suárez, JA (2007). Avances de la Zonificación Agroecológica (Zonificación de áreas homogéneas de manejo).

Institución:	Cengicaña	
Título:	Avances de la Zonificación Agroecológica (Zonificación de áreas homogéneas de manejo)	
Autor (es):	Suárez, José Alfredo	
Cuenca (s)	Zona Cañera	
Río:		
Departamento(s):		
Municipio(s):		
Línea de Investigación:	hidrología	
Resumen:	<p>Presenta avances del proyecto. Donde se encuentran ya caracterizados los Grupos de manejo de suelos (13 grupos) con base en el estudio semidetallado de suelos de la zona cañera de Guatemala (1994); los Grupos de humedad, mediante la actualización de balances hídricos del 2001 con valores al año 2006 (resultados preliminares); y por último los Grupos de producción, donde se insta a los ingenios a utilizar SIG para desarrollar una base de datos geoespacial con registros históricos de productividad y variedades a nivel de lote.</p>	
Descriptores	<p>balance hídrico, zonificación agroecológica, suelos, grupos de humedad, grupos de producción, sistemas de información geográfico</p>	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	5	

Contacto
Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-
78281000
[ver más](#)

Gutiérrez, L et. al (2007). Propuesta para la generación de una metodología para identificar zonas vulnerables a desastres naturales en la cuenca del río Achiguate

Institución:	USAC, DIGI
Título:	Propuesta para la generación de una metodología para identificar zonas vulnerables a desastres naturales en la cuenca del río Achiguate (2007)
Autor (es):	Gutiérrez Alvarez, Lily; Santos Mansilla, Guillermo; Tobías Vásquez, Hugo; López, Amado; de León, Renato
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	
Departamento(s):	Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	A través de este estudio se identificaron zonas vulnerables a desastres naturales en la cuenca del Río Achiguate, auxiliándose de Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Dentro de la amplia gama de desastres naturales esta investigación se enfoca básicamente en deslizamientos y sequías. Las zonas vulnerables a deslizamientos se identificaron usando principalmente las variables de cobertura, pendiente y profundidad del suelo. Las zonas con amenaza a sequía parten de los mapas de precipitación y evapotranspiración que fueron generados con modelos creados a partir de datos de las estaciones meteorológicas del INSIVUMEH. Luego estos modelos fueron sustituidos en los modelos de elevación digital de la base de datos del MAGA.
Descriptores	vulnerabilidad a desastres, morfometría, balance hídrico, caracterización biofísica, sensores remotos, sistemas de información geográfica, deslizamientos, sequías, mapas de precipitación
Tipo de Documento:	Estudio
Idioma:	Español
Número de Páginas	63

Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)

INSIVUMEH (1998), Informe hidrológico preliminar del río Pensativo.

Institución:	INSIVUMEH
Título:	Informe hidrológico preliminar del río Pensativo
Autor (es):	INSIVUMEH
Cuenca (s):	Achiguate
Río:	Pensativo
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	Este informe está dividido en dos partes, la primera contiene la descripción física e hidrológica de la cuenca y la segunda a los sedimentos, donde se describe el origen y las causas de los mismos. Se presentan algunas medidas preventivas, así como también algunas conclusiones y recomendaciones.
Descriptor(es):	descripción física, descripción hidrológica, cuenca, sedimentos, medidas preventivas
Tipo de Documento:	Informes
Idioma:	Español
Número de Páginas:	84



Contacto
Instituto de Vulcanología, Meteorología, e
Hidrología -INSIVUMEH-
2310-5000
[ver más](#)

Quiroa, JC (2004). Riesgos geológicos y medidas de mitigación en la cuenca del río Pensativo y zonas aledañas a la ciudad de la Antigua Guatemala

Institución:	Facultad de Ingeniería, USAC
Título:	Riesgos geológicos y medidas de mitigación en la cuenca del río Pensativo y zonas aledañas a la ciudad de la Antigua Guatemala
Autor (es):	Quiroa Rojas, Juan Carlos
Cuenca (s):	Achiguate
Río:	Pensativo
Departamento(s):	Sacatepéquez
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>En el presente estudio se describe el área tomando en cuenta los factores que intervienen en los cálculos para cuantificar los riesgos existentes en el área. Los riesgos evaluados son los siguientes: vulcanismo, sismicidad, inundación y azolvamiento para luego ser presentadas medidas preventivas y correctivas. El método Racional, el método Regional y el método del hidrograma unitario triangular fueron utilizados para determinar cuantitativamente el riesgo por inundación. El riesgo por azolvamiento se estudia a partir de los sedimentos del río. Finalmente para la evaluación de riesgos por sismicidad el informe contiene el método determinístico y el método probabilístico para su evaluación. Además de la evaluación de riesgos por vulcanismo, inundación y azolvamiento.</p>
Descriptores	riesgos por inundación, riesgos de azolvamiento, zonificación, medidas preventivas, sedimentos
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	110

Contacto
Facultad de Ingeniería, USAC

[ver más](#)

CEPREDENAC (1993). Proyecto de inundaciones: Mapa preliminar de amenaza de inundación sub-cuenca río Pensativo

Institución:	Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central -CEPREDENAC-, INSIVUMEH
Título:	Proyecto de inundaciones: Mapa preliminar de amenaza de inundación sub-cuenca río Pensativo
Autor (es):	CEPREDENAC; INSIVUMEH
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Pensativo
Departamento(s):	Sacatepéquez
Municipio(s):	Ciudad Vieja, Santa María de Jesús, Antigua Guatemala, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	El presente estudio presenta la determinación de los niveles de agua en el cauce fluvial (río Pensativo) y sus márgenes, derivados durante una crecida dada, mediante el análisis de la información y su procesamiento presenta un mapa de zonificación de la amenaza de inundación (mediante la utilización del software HecRas). Además de esto se presentan recomendaciones para disminuir las amenazas.
Descriptor(es)	inundaciones, mapa, cauce, amenaza, HEC-RAS, zonificación
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	34

Contacto
Instituto de Vulcanología, Meteorología, e
Hidrología -INSIVUMEH-
 2310-5000
[ver más](#)



Orozco, EO et. al (2010). Caracterización hidrogeológica de la zona saturada presente en el valle de Chimaltenango

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s)</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p>	<p>USAC - DIGI</p> <p>Caracterización hidrogeológica de la zona saturada presente en el valle de Chimaltenango</p> <p>Orozco y Orozco, Eugenio Oliverio; Taracena Hernández, Julio; Montiel Montenegro, Alva Judith</p> <p>Achiguate</p> <p>Guacalate</p> <p>Chimaltenango</p> <p>Chimaltenango, El Tejar</p> <p>hidrología</p>	
Resumen:	<p>En este trabajo, se generó información hidrogeológica del acuífero presente en el valle de Chimaltenango y se estima su potencial hídrico subterráneo, que es una información necesaria para sentar las bases y ejecutar acciones posteriores que conlleven a una adecuada gestión integrada del recurso hídrico subterráneo de la zona. El estudio contiene un mapa geológico que se llevó a cabo mediante el levantamiento geológico del área; un inventario de pozos que se encuentran en el área de estudios – para obtener la información de los perfiles litológicos, pruebas de bombeo y regímenes de explotación; estimación de la recarga hídrica mediante los parámetros meteorológicos, geológicos y de cobertura vegetal.</p>	
Descriptores	<p>hidrogeología, agua subterránea, balance hídrico, meteorología, acuífero, potencial hídrico, pozos, perfiles litológicos, pruebas de bombeo, estratigrafía</p>	
Tipo de Documento:	<p>Informes</p>	
Idioma:	<p>Español</p>	
Número de Páginas	<p>85</p>	
<p>Contacto Facultad de Agronomía, USAC Udine Aragón</p> <p style="background-color: white; color: #333; padding: 2px 10px; display: inline-block; border-radius: 5px;">ver más</p>		

Padilla, T (2005). Evaluación del potencial hídrico en la microcuenca del río Cantil para el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la finca Sabana Grande, El Rodeo.

Institución:	Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica
Título:	Evaluación del potencial hídrico en la microcuenca del río Cantil para el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la finca Sabana Grande, El Rodeo
Autor (es):	Padilla Cámara, Tomás
Cuenca (s):	Achiguate
Río:	Cantil
Departamento(s):	Escuintla
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>En este presente trabajo se realizó una evaluación del potencial hídrico en la microcuenca del Río Cantil, para el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla, Guatemala. En el sistema acuífero se limitó un área de la microcuenca de 9,86 km², encontrándose al noroeste de la cabecera departamental de Escuintla. Se hace una descripción de la geología local, en donde los materiales de mayor extensión son lahares. Además se determinó el valor de entrada (recarga por precipitación y trasvase). Además se presentan algunas recomendaciones para la utilización y correcto aprovechamiento del recurso. (Tesis posgrado en geología: digital)</p>
Descriptores	potencial hídrico, agua subterránea, hidrología superficial, balance hídrico, hidrogeología, calidad de agua
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	104

Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)

Fuentes, JC (2008). Evaluación del sistema de alerta temprana para inundaciones, en la cuenca del río Coyolate.

Institución:	ERIS
Título:	Evaluación del sistema de alerta temprana para inundaciones, en la cuenca del río Coyolate
Autor (es):	Fuentes Montepeque, Juan Carlos
Cuenca (s)	Coyolate
Río:	Coyolate
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>El objetivo principal del estudio fue la actualización del sistema de alerta temprana que se encuentra ubicado dentro de la cuenca del río Coyolate, mediante la estimación de niveles de alerta, para lo que se realizó la caracterización pluviométrica e hidrométrica de la cuenca; así mismo se analizó el ciclón tropical Stan contrastando el efecto de la lluvia sobre el nivel del río Coyolate. Se concluye que el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas en la parte media de la cuenca es de vital importancia, dado el régimen de las lluvias, caracterizado por ser de alta intensidad y de corta a moderada duración. (Tesis MSc. en Recursos Hidráulicos, opción Hidrología)</p>
Descriptores	sistema de alerta temprana, huracán Stan, hidrometría, pluviometría, régimen de lluvias
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	133

Contacto
Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria -
ERIS-

[ver más](#)

Morales, CE (2010). Caracterización de acuíferos para irrigación agrícola en la cuenca baja del río Acomé, La Gomera, Escuintla.

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s)</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p>	<p>Facultad de Agronomía, USAC</p> <p>Caracterización de acuíferos para irrigación agrícola en la cuenca baja del río Acomé, La Gomera, Escuintla</p> <p>Morales Ramírez, Carlos Efraín</p> <p>Acomé</p> <p>Escuintla</p> <p>La Gomera</p> <p>hidrología</p>
<p>Resumen:</p>	<p>El trabajo está orientado a la caracterización de los acuíferos productivos en la parte baja de la cuenca Acomé, en los alrededores del municipio La Gomera. Se utilizó información de 7 pozos ubicados en tres sitios, de donde se recolecta información estratigráfica a cada 3 mts. de caudales y calidad de agua. Se realizaron algunas correlaciones estratigráficas para evaluar la variación lateral de los acuíferos y sus implicaciones en los programas de perforación. Se integró información de bombeo, caudales y propiedades fisicoquímicas del agua para emitir conclusiones generales sobre la productividad y calidad hidrogeológica de los acuíferos.</p>
<p>Descriptores</p> <p>Tipo de Documento:</p> <p>Idioma:</p> <p>Número de Páginas</p>	<p>Acomé, pozos, caracterización de acuíferos, calidad de agua, hidrología, perforación, estratigrafía, hidrogeología</p> <p>Tesis</p> <p>Español</p> <p>58</p>

Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)

Quiroa, CR (1984). Caracterización cuantitativa y cualitativa del recurso agua, de la cuenca del río Achiguate

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Caracterización cuantitativa y cualitativa del recurso agua, de la cuenca del río Achiguate
Autor (es):	Quiroa Noriega, Carlos Roberto
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Guacalate
Departamento(s):	Sacatepéquez, Chimaltenango
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	El objetivo del estudio es caracterizar cuantitativa y cualitativamente el recurso agua de la cuenca del río Achiguate. La parte cuantitativa del estudio consistió en estimar la cantidad del recurso agua en concepto de entradas y salidas del sistema cuenca (información climática, curvas de precipitación, ETP potencial, y escurrimiento superficial) La calidad del recurso agua se determinó en las fuentes pluvial, superficial y subterránea, tomando únicamente como área de estudio la subcuenca del río Guacalate hasta la estación hidrométrica Alotenango.
Descriptores	Achiguate, Guacalate, calidad de agua, cuantitativa, cualitativa, agua pluvial, agua subterránea, agua superficial
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	101



Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)

Nufio, W (1982). Caracterización preliminar de la cuenca del río Achiguate.

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Caracterización preliminar de la cuenca del Río Achiguate
Autor (es):	Nufio Reyes, Waldemar
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	
Departamento(s):	Chimaltenango, Sacatepéquez, Escuintla
Municipio(s):	El Tejar, San Andrés Itzapa, Parramos, Yepocapa, Antigua, Sumpango, Pastores, Jocotenango, Sta. Cata
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	Describe las principales características físicas, bióticas y socioeconómicas de la cuenca, con base a la información generada en el país. Se recopiló, ordenó y analizó información existente procedente de estudios realizados previamente en la cuenca. Formó parte del proyecto de caracterización de cuencas hidrográficas que se realizó por el programa de Recursos Naturales Renovables del Instituto de Investigación Agrícolas de la FAUSAC, donde se realizó el estudio de caracterización de la cuenca del río Achiguate. Esta fue la primera fase del proyecto.
Descriptor	caracterización, Achiguate, hidrología, características físicas, bióticas, socioeconómicas
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	165



Contacto
 Facultad de Agronomía, USAC
 Udine Aragón

[ver más](#)

Anleu, RI (2008). Zonificación del río Achiguate-Guacalate: una propuesta de integración de criterios para la reducción de riesgos a desastres.

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Zonificación de la cuenca del río Achiguate - Guacalate: Una propuesta de integración de criterios para la reducción de riesgos a desastres
Autor (es):	Anleu Fortuny, Rafael Ignacio
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Guacalate
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	meteorología
Resumen:	<p>Se presenta una metodología que identifica amenazas que podrían ocurrir dentro de la cuenca, utilizando un primer filtro en la forma de criterios elementales sobre condiciones que se cumplen o no para luego realizar un inventario de los eventos de desastres que han ocurrido en la cuenca a causa de las amenazas identificadas a través del primer criterio. Se presentan amenazas por actividad volcánica, deslizamientos, flujos de escombros, e inundaciones (presenta la caracterización de estas). Parte del objetivo de establecer una zonificación para el uso apropiado donde se definieron 12 categorías de uso a las cuales podría estar sujeta una zona cualquiera de la cuenca, posteriormente se definieron dos criterios que representan límites dentro de los cuales se debe desarrollar la actividad humana. Una vez definidos estos criterios se aplicaron a las variables expresadas espacialmente sobre la cuenca y se establecieron zonas de aptitud -ZAP- que representan la gama de usos que de acuerdo a esta propuesta debería permitirse en cada unidad de área del territorio.</p>
Descriptor	riesgo a desastres, zonificación, actividad volcánica, deslizamientos, flujos de escombros, inundaciones,
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	123



Contacto
 Facultad de Agronomía, USAC
 Udine Aragón

[ver más](#)

Cabrera, C (1986). Caracterización de los recursos naturales de la subcuenca del río Pensativo.

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Caracterización de los recursos naturales de la subcuenca del río Pensativo
Autor (es):	Cabrera Gaillard, Claudio
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Pensativo
Departamento(s):	Sacatepéquez
Municipio(s):	Antigua, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>El presente es un estudio de los recursos naturales renovables de la subcuenca del río Pensativo, a la altura de la ciudad de Antigua Guatemala, que forma parte del río Achiguate. La metodología de este estudio está basada en 1) Recabación de toda la información existente de la cuenca (cartográfica, fotográfica, hidrometereológica, edafológica, ecológica y morfológica; b) muestreo de los recursos naturales renovables y c) análisis e interpretación de toda la información.</p>
Descriptores	caracterización, recursos naturales renovables, planificación de cuencas
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	212



Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)

Arana, GA (1992). Análisis espacial para evaluar la erosión hídrica en la subcuenca del río Pensativo.

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Análisis espacial para evaluar la erosión hídrica en la subcuenca del río Pensativo
Autor (es):	Arana López, Gustavo Arsenio
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Pensativo
Departamento(s):	Sacatepéquez
Municipio(s):	Antigua Guatemala, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>El estudio consistió en un análisis espacial y temporal de la erosión hídrica mediante la ecuación universal de pérdida de suelo y un sistema de información geográfico con los objetivos de cuantificar y analizar las pérdidas de suelos en los años 1973, 1980 y 1992. Se utilizó información de 10 estaciones pluviométricas, mapas básicos de suelos, y topográficos y fotografías aéreas tomadas en diferentes décadas. Se utilizó información proveniente de cuatro años, de registro de parcelas de escorrentía ubicadas dentro de la subcuenca.</p>
Descriptores	análisis espacial, erosión hídrica, USLE, sistema de información geográfico,
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	118

Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)

Santos, LA (2003). Diseño y recomendaciones para la implementación y operación de un sistema de alerta temprana contra inundaciones en la cuenca del río Pensativo.

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s):</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p>	<p>Facultad de Agronomía, USAC</p> <p>Diseño y recomendaciones para la implementación y operación de un sistema de alerta temprana contra inundaciones en la cuenca del río Pensativo</p> <p>Santos Galindo, Luis Alejandro</p> <p>Achiguate</p> <p>Pensativo</p> <p>Sacatepéquez</p> <p>Antigua Guatemala</p> <p>hidrología</p>	
<p>Resumen:</p>	<p>Presenta un sistema de alerta temprana para contribuir a la solución de mantener protegida a la cuenca del río Pensativo, dándole prioridad a la ciudad de Antigua Guatemala, mediante la implementación y operativización de nuevos métodos de control hidrometeorológicos, basándose principalmente en la recopilación de datos en tiempo real para diseñar, pronosticar y cuantificar inundaciones y proveer una alerta temprana y oportuna. Esto mediante la utilización de radio VHF, Fax, Email y mediante las plataformas de comunicación satelital, entre la municipalidad, Alfa-INSIVUMEH, Comité Local de Emergencia y CONRED.</p>	
<p>Descriptores</p> <p>Tipo de Documento:</p> <p>Idioma:</p> <p>Número de Páginas</p>	<p>sistema de alerta temprana de inundaciones,</p> <p>Tesis</p> <p>Español</p> <p>40</p>	
<p>Contacto Instituto de Vulcanología, Meteorología, e Hidrología -INSIVUMEH- 2310-5000 ver más</p>		

Búrbano, JM (2004). Influencia de las características físicas de la cuenca del río Guacalate, hasta la estación San Luis las Carretas en su régimen de caudales.

Institución:	Facultad de Ingeniería, USAC
Título:	Influencia de las características físicas de la cuenca del río Guacalate, hasta la estación San Luis las Carretas en su régimen de caudales
Autor (es):	Burbano García-Salas, Jorge Mario
Cuenca (s):	Achiguate
Río:	Guacalate
Departamento(s):	Sacatepéquez, Chimaltenango
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	Se realizó el estudio morfométrico de la cuenca del río Guacalate hasta la estación hidrométrica San Luis las Carretas (área de cuenca, perímetro de la cuenca, longitud de la corriente más larga, longitud de la corriente principal etc). Para luego hacer un análisis de los resultados obtenidos, para definir las características del régimen de caudales de la cuenca -la influencia que las características morfométricas tienen en los mismos-.
Descriptores	morfometría de cuencas, régimen de caudales, hidrología
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	110

Contacto
Facultad de Ingeniería, USAC

[ver más](#)



Sánchez, J (2007). Tendencias observadas en la información pluviométrica registrada en la zona cañera.

Institución:	Cengicaña	
Título:	Tendencias observadas en la información pluviométrica registrada en la zona cañera	
Autor (es):	Sánchez, Jorge; Maltez, Manuel	
Cuenca (s)	Zona Cañera	
Río:		
Departamento(s):		
Municipio(s):		
Línea de Investigación:	meteorología	
Resumen:	<p>Presenta el análisis realizado de 72 estaciones meteorológicas de datos mensuales y anuales de lluvia de los diferentes estratos de la zona cañera de la zona sur; aunque se incluyeron únicamente aquellas que contaban con al menos 20 años de registro. Se hicieron comparaciones mensuales de todas las estaciones analizadas a lo largo de sus periodos de funcionamiento, estableciendo las tendencias mensuales y anuales.</p>	
Descriptor(es)	meteorología, lluvia, zona cañera, tendencias mensuales, tendencias anuales	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	12	

Contacto
Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-
78281000
[ver más](#)

Castro, OR et. al (2008). Índices hidrométricos noviembre 2007-abril 2008 en las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate. Zona Cañera Guatemalteca

Institución:	Cengicaña	
Título:	Índices hidrométricos noviembre 2007-abril 2008 en las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate. Zona Cañera Guatemalteca	
Autor (es):	Castro Loarca, Otto René; Rosales, Carlos	
Cuenca (s)	Coyolate, Acomé, Achiguate	
Río:	Coyolate, Acomé, Achiguate	
Departamento(s):		
Municipio(s):		
Línea de Investigación:	hidrología	
Resumen:	<p>En este informe se presentan los resultados de los índices hidrométricos del período de noviembre 2007 a abril de 2008. Se realizaron aforos en tres épocas: antes de inicio de zafra (noviembre), en el segundo tercio de zafra (febrero) y antes de finalización de zafra (abril). Se realizaron un total de 87 aforos (45 Coyolate - 30 Achiguate -22 Acomé). En los resultados se presentan los cuadros con las características de los caudales en diferentes alturas de la zona cañera, para las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate, además de presentar un registro histórico de caudales.</p>	
Descriptores	hidrología, índices hidrométricos, aforos, caudales, registro histórico, zafra	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	6	

Contacto
Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-
78281000
[ver más](#)

Villatoro, B et. al (2008). Balance Hídrico 2000-2006 de la zona cañera Guatemalteca.

Institución:	Cengicaña	
Título:	Balance Hídrico 2000-2006 de la zona cañera Guatemalteca	
Autor (es):	Villatoro, Braulio; Suárez, Alfredo; Castro Loarca, Otto René	
Cuenca (s)	Zona Cañera	
Río:		
Departamento(s):		
Municipio(s):		
Línea de Investigación:	hidrología	
Resumen:	<p>Presenta los resultados del análisis de datos de lluvia (cálculo de datos del 75 por ciento de probabilidad de lluvia), de temperatura y evapotranspiración potencial para la generación de modelos de predicción de Balance Hídrico de un punto dentro de la zona cañera. Además se presentan los resultados de mapas obtenidos de la interpolación de Kriging (18 mapas) en formato raster (ESRI Grid) que además abarcan las cuencas del río Ocosito, Samalá, Sis-Icán, Nahualate, Madre Vieja, Coyolate, Acomé, Achiguate, María Linda y Paso Hondo.</p>	
Descriptor(es)	<p>hidrología, probabilidad de lluvia, balance hídrico, evapotranspiración potencial, zona cañera, mapas de precipitación histórica, temperatura acumulada</p>	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	6	

Contacto
Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-
78281000
[ver más](#)

Castro, OR et. al (2008). Análisis climático para la Zona Cañera Guatemalteca del año 2007, con un enfoque agroclimático.

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s)</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p>	<p>Cengicaña</p> <p>Análisis Climático para la Zona Cañera Guatemalteca del año 2007, con un enfoque agroclimático</p> <p>Castro Loarca, Otto René; Meneses, Adlai</p> <p>Zona Cañera</p> <p></p> <p></p> <p></p> <p>meteorología</p>	
<p>Resumen:</p>	<p>Contiene los resultados (descritos y discutidos) que representan las condiciones climáticas más importantes (lluvia, radiación solar, horas luz, temperatura, velocidad del viento, humedad relativa y sus interacciones) en los años 2006 y 2007, tomando como base que los efectos en el clima ocasionados por fenómenos como el "Niño" y la "Niña" son generales. Se realizó con el fin de analizar e interpretar con enfoque agroclimatológico el comportamiento del clima en el año 2007 comparándolo con lo ocurrido en el año 2006.</p>	
<p>Descriptor(es)</p> <p>Tipo de Documento:</p> <p>Idioma:</p> <p>Número de Páginas</p>	<p>horas luz, radiación solar, canículas, entrada de invierno, condiciones climáticas, agroclimatológico</p> <p>Informes</p> <p>Español</p> <p>7</p>	
<p>Contacto</p> <p>Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-</p> <p>78281000</p> <p>ver más</p>		

Ecoingeniería Ambientales, S.A. (2006). Estudio y diseño de las obras para mitigar el impacto del río Achiguate sobre la infraestructura vial de la ruta CA-02 Occidente (Puente Achiguate) Ruta RP-38-ESC (Puente la Barrita), CA-09-SUR y poblaciones aledañas al cauce.

Institución:	UNIRIOS Estudio y diseño de las obras para mitigar el impacto del río
Institución:	UNIRIOS
Título:	Estudio del diseño de las obras para mitigar el impacto del río Coyolate sobre la infraestructura vial de la ruta RD-OS-ESC, ruta de RN-11 hacia Santa Ana Mixtán y poblaciones aledañas al cauce
Autor (es):	Ecoingeniería Ambientales, S.A
Cuenca (s):	Coyolate
Río:	
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>Este documento, al igual que el realizado para la cuenca de Achiguate, tiene como propósito hacer una evaluación en los campos geomorfológico e hidrológico, con el fin de que basados en mediciones y observaciones de campo (topografía, visitas de reconocimiento, encuestas etc.) y análisis de gabinete, entre ellos el análisis hidráulico, se pretende determinar los principales riesgos a lo largo del cauce del río Coyolate, debido a la acción de los fenómenos climáticos y la intervención humana en distintos escenarios, y proponer las obras de protección y control para mitigar las inundaciones y desbordamientos del río Coyolate. En base a las observaciones de campo en conjunto con los análisis geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, se determinó la necesidad de intervenir a través de obras de protección en diferentes sitios. Este documento está en fase de revisión, por lo cual no ha sido presentado (publicado), y surge a partir de la necesidad de resolver problemas dados a raíz de la tormenta Stan, e identificar los puntos en donde existen problemas y son reincidentes. (NO PUBLICADO)</p>
Descriptores	geomorfología, hidrología, riesgos, inundaciones, desbordamientos, Stan
Tipo de Documento:	Informes
Idioma:	Español
Número de Páginas	100
<p>Contacto Unidad de Manejo de Ríos y Canales - UNIRIOS- 2245-1717 ver más</p>	

Eco
ing
eni
ería
Am

bientales, S.A. (2006). Estudio del diseño de las obras para mitigar el impacto del río Coyolate sobre la infraestructura vial de la ruta RD-OS-ESC, ruta de RN-11 hacia Santa Ana Mixtán y poblaciones aledañas al cauce.

Castro, OR et. al (2010). Programación del riego según la relación: agua-suelo-caña de azúcar-clima. Una herramienta técnica para planificar el riego y responder a las interrogantes: ¿Cuánto y cuándo regar?

Institución:	Cengicaña	
Título:	Programación del riego según la relación: agua-suelo-caña de azúcar-clima. Una herramienta técnica para planificar el riego y responder a las interrogantes: ¿Cuánto y cuándo regar?	
Autor (es):	Castro Loarca, Otto René; Veliz, Erick; Esquit, Vicente	
Cuenca (s)	Zona Cañera	
Río:		
Departamento(s):		
Municipio(s):		
Línea de Investigación:	meteorología	
Resumen:	<p>El presente estudio se realizó con el objetivo de establecer programas de riego en función de los parámetros que se han desarrollado para la zona cañera guatemalteca sobre: capacidad de retención de humedad en el suelo, aptitud de la caña de azúcar para evapotranspirar y la demanda climática existente según los estratos altitudinales. Para analizar la capacidad de retención de humedad del suelo se utilizaron: a) resultados de análisis físicos de muestras de suelos, b) compilación y análisis de resultados obtenidos de experimentos, c) análisis de la demanda climática, con la utilización de las variables climáticas: lluvia, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, radiación global de 13 estaciones.</p>	
Descriptor(es):	programación de riego, retención de humedad del suelo, evapotranspiración, caña de azúcar, demanda climática	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	7	

Contacto
 Centro Guatemalteco de Investigación y
 Capacitación de la Caña de Azúcar -
 CENGICAÑA-
 78281000
[ver más](#)

Castro, OR et. al (2010). Índices hidrométricos en las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate, Zona Cañera guatemalteca, noviembre 2009-abril 2010.

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s):</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p>	<p>Cengicaña</p> <p>Índices hidrométricos en las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate, Zona Cañera guatemalteca, noviembre 2009-abril 2010</p> <p>Castro Loarca, Otto René; Monterroso Silvestre, Héctor René</p> <p>Coyolate, Acomé, Achiguate</p> <p>Coyolate, Acomé, Achiguate</p> <p></p> <p>hidrología</p>	
<p>Resumen:</p>	<p>Se presentan los resultados de los índices hidrométricos del período de noviembre 2009 a abril 2010 de las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate. Se realizaron aforos en tres épocas: antes de inicio de zafra (noviembre) en el segundo tercio de zafra (febrero) y antes de la finalización de zafra (abril). Se realizaron un total de 84 aforos (45 Coyolate: Seco, Piya, Popoya, Santo Domingo, Aguna, Platanares, Chisme, Xatá, Cristóbal, Ajaxa, Petaya, Pantaleón, Coyolate – 33 Achiguate: Mazate, Colmenero, Ovispo, Provincias, Haitillo, Achiguate, Ceniza, Aceituno, Guacalate – 6 Acomé: Coloiate, Acomé). En el informe se presentan las características de los caudales en diferentes alturas de la zona cañera guatemalteca para la temporada de zafra del 2009-2010. Esto presentado para las tres cuencas. Además se presenta un cuadro de comportamiento histórico de los caudales medios en las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate ubicados en la zona cañera.</p>	
<p>Descriptor</p> <p>Tipo de Documento:</p> <p>Idioma:</p> <p>Número de Páginas</p>	<p>índice de reducción de caudal, aforos, índices hidrométricos, caudales medios</p> <p>Informes</p> <p>Español</p> <p>5</p>	
<p>Contacto</p> <p>Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICANA-</p> <p>78281000</p> <p>ver más</p>		

Suárez, JA et. al (2010). Estudio de las relaciones entre la duración de radiación solar y radiación global para la latitud 14° de la zona cañera guatemalteca.

Institución:	Cengicaña	
Título:	Estudio de las relaciones entre la duración de radiación solar y radiación global para la latitud 14° de la zona cañera guatemalteca	
Autor (es):	Suárez, Alfredo; Castro, Otto; Ramírez, Carlos	
Cuenca (s)	Zona Cañera	
Río:		
Departamento(s):		
Municipio(s):		
Línea de Investigación:	meteorología	
Resumen:	<p>El presente estudio se realizó con el objetivo de generar modelos para la estimación de la radiación solar a partir de datos de radiación global y viceversa, así como también se estudiaron las relaciones entre duración de la radiación solar y radiación global; estimar la relación solar a partir de datos de radiación global y de manera inversa. Se utilizó información de una estación meteorológica (CENGICAÑA), mediante un heliógrafo tipo Campbell-Stokes (brillo solar) y el piranómetro tipo Kipp & Zonen SP-Lite (Radiación global).</p>	
Descriptor	radiación solar, radiación global, heliógrafo, piranómetro, estimación, modelos	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	6	

Contacto
Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-
78281000
[ver más](#)

Gallardo, C (1975). Influencia de la precipitación pluvial sobre las principales cuencas en las diferentes áreas de la República de Guatemala.

Institución:	Facultad de Ingeniería, USAC
Título:	Influencia de la precipitación pluvial sobre las principales cuencas en las diferentes áreas de la República de Guatemala
Autor (es):	Gallardo Gómez, Carlos
Cuenca (s)	Achiguate, Coyolate
Río:	Guacalate, Xayá
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	meteorología
Resumen:	<p>Presenta los resultados de una serie de análisis químicos en las aguas de las diferentes cuencas principales para el IGN, con el objeto de encontrar la influencia que sobre ellas tiene el agua de lluvia y a su vez analizar la calidad del agua pluvial. Se presentan cuadros con resultados obtenidos y gráficos de los parámetros más importantes en el agua de lluvia y de la cuenca en lo que se refiere a su análisis químico, se hace una descripción detallada de los valores promedios hallados en la calidad de lluvia para que en un futuro esta información pueda servir para orientar los diferentes usos a que se destina esta calidad de agua (industria, consumo, riego etc.). Por último se dan recomendaciones de la factibilidad del empleo de agua de lluvia en distintas áreas, siempre y cuando se hagan los estudios finales específicos para el mejor aprovechamiento de esta fuente natural. Se presentan en las tablas de resultados de los análisis: análisis de agua a nivel de cuenca, análisis de agua de lluvia con sus respectivos parámetros. Las cuencas que se toman en cuenta son las que son principales para el IGN, (Chixoy, Motagua etc) pero las que son de importancia para este trabajo son: Nacimiento de Monte María, Guacalate, Xayá y Pixcayá.</p>
Descriptor	precipitación pluvia, principales cuencas del país, análisis químicos, agua de lluvia, IGN, usos, parámetros
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	26

Contacto
Facultad de Ingeniería, USAC

[ver más](#)



Tillmans, BP (1978). Determinación regional de la frecuencia de crecidas, aplicada a las cuencas del departamento de Escuintla.

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s):</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p>	<p>Facultad de Ingeniería, USAC</p> <p>Determinación regional de la frecuencia de crecidas, aplicada a las cuencas del departamento de Escuintla</p> <p>Tillmans, Byron Paúl</p> <p>Coyolate, Acomé, Achiguate</p> <p>hidrología</p>	
<p>Resumen:</p>	<p>Hace una determinación regional de la frecuencia de crecidas por ciclones tropicales, basada en una serie de metodologías recomendadas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), para aplicarse en el Istmo Centroamericano como zona piloto. Se ha aplicado para las cuencas de los ríos Madre Vieja, Coyolate, Acomé y Achiguate. Recopila información reportada por los 2 diarios de prensa más antiguos del país (Diario de Centro América -3 de agosto de 1880 a 31 de diciembre de 1921- y El Imparcial -16 de junio de 1922 a 31 de diciembre de 1976-) sobre las catástrofes de origen hidrometeorológico. Se hace inventario sobre el control de crecidas realizado en el país; y la parte técnica que realiza el análisis de la precipitación y el análisis de la frecuencia de crecidas. La parte operativa se realiza con la aplicación del modelo de cuencas y la información sobre áreas inundables.</p>	
<p>Descriptor</p> <p>Tipo de Documento:</p> <p>Idioma:</p> <p>Número de Páginas</p>	<p>crecidas, frecuencia, ciclones tropicales, áreas inundables, hidrología, meteorología, inventario,</p> <p>Tesis</p> <p>Español</p> <p>256</p>	
<p>Contacto Facultad de Ingeniería, USAC</p> <p>ver más</p>		

Ortega, FG et. al (1971). Estudio hidrológico básico de las cuencas Xayá-Pixcayá.

Institución:	Facultad de Ingeniería, USAC
Título:	Estudio hidrológico básico de las cuencas Xayá - Pixcayá
Autor (es):	Ortega Martínez, Federico Guillermo; Marroquín Búcaro, Fernando José
Cuenca (s)	Coyolate
Río:	Xayá
Departamento(s):	
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>La primera parte del proyecto se diseñó con la información hidrometeorológica obtenida durante los años 1960-1966. El estudio consiste en recopilar información de los últimos cuatro años y analizarla aplicando los métodos hidrológicos (hidrograma unitario, curvas de caudales acumulados y curva de duración de caudales). Existe un apartado donde se desarrolla una metodología para estimar caudales con información limitada realizada en 1966 por el Ingeniero Luis García (Estimación de caudales con información limitada. IGN. 1966).</p>
Descriptor	información hidrometeorológica, hidrograma unitario, curvas de caudales acumulados, curva de duración de caudales
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	113



Contacto
Instituto de Vulcanología, Meteorología, e
Hidrología -INSIVUMEH-
 2310-5000
[ver más](#)

Vásquez, OE (2006). Estudio del recurso hídrico de la finca sabana grande y determinación de la recarga hídrica vertical de la Microcuenca del río Cantil, aldea el Rodeo, Escuintla

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Estudio del recurso hídrico de la finca sabana grande y determinación de la recarga hídrica vertical de la Microcuenca del río Cantil, aldea el Rodeo, Escuintla
Autor (es):	Vásquez Rivas, Obdulio Estuardo
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Guacalate
Departamento(s):	Escuintla
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>Mediante la investigación, se determinó la precipitación infiltrada por medio de un método muy preciso que relaciona los registros de precipitación y escorrentía de un evento de lluvia para determinar la precipitación efectiva o la medición directa del nivel freático por medio del pozo mecánico, el cual presenta la recarga hídrica real de la zona. Con el anterior procedimiento se determinó la recarga hídrica de la microcuenca del río Cantil utilizando tres metodologías para el cálculo de la precipitación infiltrada, éstas metodologías fueron el índice de infiltración con una recarga hídrica, la infiltración básica por el método de y la recarga real medida en el pozo; y se cuantificó el potencial del recurso hídrico superficial dentro de finca Sabana Grande por medio de aforos a nacimientos y ríos.</p>
Descriptor	recarga hídrica, aforos, nacimientos, hidrología, análisis físico-químico
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	145

Contacto
 Facultad de Agronomía, USAC
 Udine Aragón

[ver más](#)



Castro, OR et. al (2007). Índices hidrométricos en las cuencas Coyolate y Achiguate, Zona Cañera guatemalteca, noviembre 2006-abril 2007.

Institución: Título: Autor (es): Cuenca (s): Río: Departamento(s): Municipio(s): Línea de Investigación:	Cengicaña Índices hidrométricos en las cuencas Coyolate y Achiguate, Zona Cañera guatemalteca, noviembre 2006-abril 2007 Castro Loarca, Otto René; Rosales, Carlos Coyolate, Achiguate Coyolate, Achiguate hidrología	
Resumen:	<p>Se presentan los resultados de los índices hidrométricos del período de noviembre 2006 a abril 2007 de las cuencas Coyolate y Achiguate. Se realizaron aforos en tres épocas: antes de inicio de zafra (noviembre) en el segundo tercio de zafra (febrero) y antes de la finalización de zafra (abril). Se realizaron un total de 102 aforos (60 Coyolate: Seco, Piya, Popoyá, Santo Domingo, Aguna, Platanares, Chisme, Xatá, Cristóbal, Ajaxa, Petayá, Pantaleón, Coyolate, Mapan - 42 Achiguate: Colmenero, Acomé, Haitillo, Colojate, Mazate, Ovispo, Achiguate, Ceniza, Provincias, Aceituno, Guacalate). En el informe se presentan las características de los caudales en diferentes alturas de la zona cañera guatemalteca para la temporada de zafra del 2006-2007. Esto presentado para las dos cuencas. Además se presenta un cuadro de comportamiento histórico de los caudales medios en las cuencas Coyolate y Achiguate ubicados en la zona cañera.</p>	
Descriptor Tipo de Documento: Idioma: Número de Páginas	índice de reducción de caudal, aforos, índices hidrométricos, caudales medios Informes Español 5	

Contacto
 Centro Guatemalteco de Investigación y
 Capacitación de la Caña de Azúcar -
 CENGICAÑA-
 78281000
[ver más](#)

Castro, OR et. al (2009). Índices hidrométricos en las cuencas Coyolate y Achiguate, Zona Cañera guatemalteca, noviembre 2008-abril 2009.

Institución:	Cengicaña	
Título:	Índices hidrométricos en las cuencas Coyolate y Achiguate, Zona Cañera guatemalteca, noviembre 2008-abril 2009	
Autor (es):	Castro Loarca, Otto René; Rosales, Carlos; Ordóñez, Héctor	
Cuenca (s)	Coyolate, Acomé, Achiguate	
Río:	Coyolate, Acomé, Achiguate	
Departamento(s):		
Municipio(s):		
Línea de Investigación:	hidrología	
Resumen:	<p>Se presentan los resultados de los índices hidrométricos del período de noviembre 2006 a abril 2007 de las cuencas Coyolate y Achiguate. Se realizaron aforos en tres épocas: antes de inicio de zafra (noviembre) en el segundo tercio de zafra (febrero) y antes de la finalización de zafra (abril). Se realizaron un total de 66 aforos (36 Coyolate: Piya, Popoyá, Aguna, Chisme, Xatá, Cristóbal, Ajaxa, Petayá, Pantaleón, Coyolate – 21 Achiguate: Mazate, Achiguate, Ceniza, Aceituno, Guacalate – 9 Acomé: Acomé). En el informe se presentan las características de los caudales en diferentes alturas de la zona cañera guatemalteca para la temporada de zafra del 2008-2009. Esto presentado para las tres cuencas. Además se presenta un cuadro de comportamiento histórico de los caudales medios en las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate ubicados en la zona cañera.</p>	
Descriptores	índice de reducción de caudal, aforos, , índices hidrométricos, caudales medios	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	5	

Contacto
Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar - CENGICAÑA-
78281000
[ver más](#)

Salguero, MR (2002). Estudio hidrogeológico con fines de riego, de la cuenca del río Acomé, Escuintla, Guatemala.

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Estudio hidrogeológico con fines de riego, de la cuenca del río Acomé, Escuintla, Guatemala
Autor (es):	Salguero Barahona, Marvin Roberto
Cuenca (s)	Acomé
Río:	Acomé
Departamento(s):	Escuintla
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	El presente estudio reúne información sobre las características generales, geología, hidrología superficial, aguas subterráneas y calidad del agua de la cuenca del río Acomé en el Departamento de Escuintla, en la Costa Sur de Guatemala, con el objetivo de caracterizar cuantitativa y cualitativamente los recursos hídricos con énfasis en las aguas subterráneas, lo que servirá para planificar el uso del recurso hídrico con fines de riego en esta zona.
Descriptores	geología, hidrología superficial, aguas subterráneas, calidad del agua, aforos diferenciales, pruebas de bombeo, factores hidrometeorológicos
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	121



Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)

Orozco, EO (2003). Potencial del recurso hídrico subterráneo y modelo matemático preliminar y del sistema acuífero del valle aluvial del río Guacalate desde Antigua Guatemala hasta Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala

Institución:	Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica
Título:	Potencial del recurso hídrico subterráneo y modelo matemático preliminar y del sistema acuífero del valle aluvial del río Guacalate desde Antigua Guatemala hasta Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala
Autor (es):	Orozco y Orozco, Eugenio Oliverio
Cuenca (s):	Achiguate
Río:	Guacalate
Departamento(s):	Sacatepéquez
Municipio(s):	Antigua Guatemala, Alotenango
Línea de Investigación:	hidrología



Resumen:	<p>El presente trabajo de investigación consiste en la elaboración de un modelo matemático preliminar y de flujo de aguas subterráneas para el sistema acuífero presente en el valle aluvial del río Guacalate, desde Antigua Guatemala hasta Alotenango en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala. El sistema acuífero se define en un cuadrante de 130 km² y se encuentra aproximadamente a 45 km al Oeste de la ciudad de Guatemala. Se hace una descripción de los materiales geológicos que componen el sistema acuífero, en donde destacan las unidades hidrogeológicas de lavas andesíticas y depósitos de lapilli del Cuaternario. Con menor grado de amplitud especial, se encuentran aluviones mezclados con sedimentos piroclastos recientes. Se realizó un balance hídrico de suelos, determinándose la recarga por precipitación. Se describen los parámetros hidrogeológicos que caracterizan a cada uno de los medios acuíferos del sistema que se consideran representativos. Se presentan los resultados de calidad del agua. (Tesis Posgrado en Geología -Digital-)</p>
-----------------	--

Descriptores	acuífero; agua subterránea; Chimaltenango; cuencas; Guacalate; Guatemala; hidrogeología; hidrología, balance hídrico, valle aluvial, modelo matemático
---------------------	--

Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	214

Contacto
N/A

[ver más](#)

López, 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 subcuenca del alto Guacalate y apoyo a la unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo –UPGGR- del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Dinámica del cambio de uso de la tierra y su impacto en el comportamiento del ciclo hidrológico de la parte sur de la subcuenca del alto Guacalate y apoyo a la unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo -UPGGR- del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Autor (es):	López Par, José Nazario
Cuenca (s):	Achiguate
Río:	Guacalate
Departamento(s):	Sacatepéquez
Municipio(s):	Antigua Guatemala, Santa Lucia Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, Santo Tomas Milpas Altas
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>En esta investigación el objetivo fue determinar el cambio de uso de la tierra analizando el aumento urbano, disminución de áreas boscosas y el aumento de la frontera agrícola; así mismo se analizó el impacto del cambio de uso de la tierra sobre la escorrentía superficial y recarga hídrica del balance hídrico y se compararon caudales máximos de escorrentía bajo condiciones de capacidad de uso y en condiciones de uso del año 2008, 2000 y 1980. El estudio se desarrolló a una escala de semidetalle (1:50,000). La investigación contiene la descripción de la dinámica de cambio de uso del suelo durante un período de 28 años, así como la determinación del impacto en base al cálculo de los balances hídricos de suelo y caudales máximos.</p>
Descriptores	recursos renovables, ciclo hidrológico, cambio de uso de la tierra, balance hídrico, caudales máximos, capacidad de uso de la tierra
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	141

Contacto
 Facultad de Agronomía, USAC
 Udine Aragón

[ver más](#)

Tacam, CA (2008). Dinámica del 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.

Institución:	Facultad de Agronomía, USAC
Título:	Dinámica del 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
Autor (es):	Tacam Cúmez, Cándida Azucena
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Guacalate
Departamento(s):	Sacatepéquez, Chimaltenango
Municipio(s):	
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>El objetivo del presente estudio fue determinar por medio de la comparación del uso de la tierra de años anteriores, el impacto que el cambio ha producido principalmente sobre el ciclo hidrológico, para así poder evidenciar y ejemplificar la necesidad de conocer la capacidad que posee cierto terreno, además este estudio podrá facilitar la fase de socialización del proyecto: mapa de taxonomía de suelos y capacidad de uso de la tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala, donde se mostraran los efectos que causa el mal manejo de los recursos naturales en este caso el recurso suelo. Para la realización de esta investigación se utilizaron estudios de uso de la tierra, de los años 1980, 2000, 2008 y se compararon con el uso a capacidad de la parte norte de la subcuenca del río Guacalate la cual cubre las microcuencas de los ríos: Itzapa, Guacalate I y II parte norte, Negro, Tizate, Paso de San Luis, Barranca Grande, que cubren el área sur de Chimaltenango y la parte nor-este de Sacatepéquez.</p>
Descriptores	recursos renovables, ciclo hidrológico, cambio de uso de la tierra, balance hídrico, caudales máximos, capacidad de uso de la tierra
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	156

Contacto
Facultad de Agronomía, USAC
Udine Aragón

[ver más](#)

Universidad Rural de Guatemala –URG- (2009). Caracterización de fuentes de agua microcuenca Xayá, municipio de Tecpán, Chimaltenango.

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s):</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p>	<p>Universidad Rural de Guatemala - Programa de Apoyo a la Reconversión Agroalimentaria -PARPA-</p> <p>Caracterización de fuentes de agua microcuenca Xayá, municipio de Tecpán, Chimaltenango</p> <p>Universidad Rural de Guatemala</p> <p>Coyolate</p> <p>Xayá</p> <p>Chimaltenango</p> <p>Tecpán</p> <p>hidrología</p>	
<p>Resumen:</p>	<p>El estudio es referente a la cantidad y calidad de agua, que es requerida para diversas necesidades de la sociedad de Tecpán, Guatemala y la ciudad capital, hasta la fecha ha sido un lugar indispensable de abastecimiento de agua, para satisfacer necesidades de mejoras de calidad de vida. Los principales resultados obtenidos están relacionados con la cuantificación de las fuentes de agua, la ubicación geográfica de cada una, sus caudales, condiciones, uso y beneficiarios. Presentando resultados de los análisis de acuerdo a la información de campo, mostrando graficas y parámetro evaluados. En base al trabajo de investigación realizada, se concluyó con una propuesta de manejo integral de valorización y conservación del Recurso Hídrico Superficial de la microcuenca, que fue presentada y validada al proyecto PARPA, a la municipalidad de Tecpán, propietarios de fincas privadas, Consejos Comunitario de Desarrollo COCODE, del municipio de Tecpán Guatemala, para que sirva como instrumento para la gestión integral del Recurso Hídrico de la microcuenca.</p>	
<p>Descriptores</p> <p>Tipo de Documento:</p> <p>Idioma:</p> <p>Número de Páginas</p>	<p>cuantificación, caudales, fuentes de agua superficial, valorización, conservación</p> <p>Tesis</p> <p>Español</p> <p>242</p>	
<div style="background-color: #444; color: white; padding: 10px; display: inline-block; border-radius: 5px;"> <p>Contacto N/A</p> <p>ver más</p> </div>		

Programa de Apoyo a la Reconversión Productiva Agroalimentaria –PARPA- (2008).
Propuesta de manejo de los recursos naturales de la microcuenca del río Xayá.

<p>Institución:</p> <p>Título:</p> <p>Autor (es):</p> <p>Cuenca (s):</p> <p>Río:</p> <p>Departamento(s):</p> <p>Municipio(s):</p> <p>Línea de Investigación:</p>	<p>Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- Programa de Apoyo a la Reconversión Productiva Agroalimentaria – PARPA- Asociación Civil Ambiental Xayá –ACAX- Propuesta de manejo de los recursos naturales de la microcuenca del río Xayá PARPA Coyolate Xayá Chimaltenango Tecpán, Santa Apolonia, Patzún hidrología</p>	
<p>Resumen:</p>	<p>El objetivo primordial del proyecto es la formulación de un Plan de Acción para la Negociación de un reconocimiento al servicio ambiental hídrico de la microcuenca del río Xayá (PSA). Como parte de las actividades para lograr el objetivo del proyecto fueron la caracterización del recurso bosque y recurso hídrico, análisis FODA y análisis de actores de la microcuenca; estimación del valor económico del recurso hídrico de la cuenca mediante la utilización del método de costos de oportunidad, en función al capital natural que existe en el bosque y su manejo con fines productivos, versus la captación hídrica; conformación del grupo promotor de apoyo al proceso, integrado por diferentes instituciones que realizan actividades relacionadas con los Recursos Naturales dentro de la microcuenca.</p>	
<p>Descriptor</p> <p>Tipo de Documento:</p> <p>Idioma:</p> <p>Número de Páginas</p>	<p>plan de acción, servicio ambiental, recurso hídrico, ACAX, reconocimiento económico, operativización del proyecto, estrategia de seguimiento, evaluación Tesis Español 68</p>	
<div style="background-color: #444; color: white; padding: 5px; display: inline-block; border-radius: 5px;"> <p>Contacto N/A</p> </div> <div style="margin-top: 5px; display: inline-block;"> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 10px; border-radius: 5px; text-decoration: none; color: #444;"> ver más </div> </div>		

Juárez, AM (2009). Análisis de los efectos del Programa de Incentivos Forestales en la regulación de los servicios hídricos en la parte alta de la cuenca del río Achiguate.

Institución:	Universidad del Valle de Guatemala
Título:	Análisis de los efectos del Programa de Incentivos Forestales en la regulación de los servicios hídricos en la parte alta de la cuenca del río Achiguate
Autor (es):	Juárez Lucas, Andrea Mariel
Cuenca (s)	Achiguate
Río:	Guacalate, Mazate, Ceniza, Achiguate
Departamento(s):	Chimaltenango, Sacatepéquez
Municipio(s):	San Juan Alotenango, Ciudad Vieja, Antigua Guatemala, San Miguel Dueñas, San Antonio Aguas Calientes
Línea de Investigación:	hidrología
Resumen:	<p>El objetivo principal fue elaborar un análisis de los efectos de los Proyectos PINFOR en la regulación de los servicios hidrológicos en la parte alta de la cuenca del Río Achiguate. Los alcances fueron orientados a la recopilación y generación de información climática y biofísica, a la realización del balance hídrico de los suelos según cobertura (Bosque y Sin Bosque), a delimitar las Tierras Forestales de Captación y Regulación Hídrica -TFCRH-, a identificar los proyectos PINFOR de protección, manejo de bosque natural y reforestación dentro del área de estudio, y a analizar en qué medida estos proyectos contribuyen o influyen en los procesos de recarga hídrica. La metodología empleada fue la de "Delimitación de Tierras Forestales de Captación y Regulación Hídrica" del Instituto Nacional de Bosques (INAB) (2004). Se inició con la definición de unidades cartográficas para el mapeo, en base a variables geológicas, edáficas, de cobertura y de capacidad de uso, y luego en base a información recopilada de clima y suelos del área se realizó el balance hídrico. Para ello se determinó la recarga hídrica potencial en la que se considera la precipitación, evapotranspiración real, precipitación efectiva, diferencias de humedad del suelo, escorrentía y retención de agua.</p>
Descriptores	Balance hídrico, unidades cartográficas, recarga hídrica potencial, tierras forestales de captación y regulación hídrica, servicios hidrológicos, PINFOR
Tipo de Documento:	Tesis
Idioma:	Español
Número de Páginas	153



Contacto
N/A

[ver más](#)

Santos, EG (2010). Propuesta y validación de un método que genere modelos para establecer zonas vulnerables a desastres naturales en la cuenca del río Coyolate.

Institución:	Facultad de Agronomía, FODECYT	
Título:	Propuesta y validación de un método que genere modelos para establecer zonas vulnerables a desastres naturales en la cuenca del río Coyolate	
Autor (es):	Santos Mansilla, Guillermo	
Cuenca (s)	Coyolate	
Río:	Coyolate	
Departamento(s):		
Municipio(s):		
Línea de Investigación:	hidrología	
Resumen:	<p>En este proyecto de investigación se definieron procedimientos que proponen un método para generar modelos que establecen zonas vulnerables a desastres naturales en la cuenca del río Coyolate, con el apoyo de Sistemas de Información Geográfica. Las tres principales amenazas en la cuenca son: deslizamientos, sequía e inundaciones. Los procedimientos comprenden la realización de un inventario de información y recopilación de datos climáticos, biofísicos y socioeconómicos, posteriormente se realizó una selección de medios de alteraciones dentro de la cuenca, generación de información básica, análisis espacial de información biofísica, morfometría de cuencas, desarrollo de modelos para el mapeo de las amenazas, desarrollo de escenarios, reclasificación de escenarios para seleccionar el modelo, modelo y simulación de diferentes escenarios, descripción de medidas de mitigación y contingencia, edición de escenarios, publicación de información. Las principales conclusiones del trabajo fueron: los medio de alteración ambientales seleccionados permitieron la evaluación de zonas vulnerables a desastres naturales dentro de la cuenca del río Coyolate, las tres amenazas ambientales dentro de la cuenca más importantes son: deslizamientos, sequías e inundaciones.</p>	
Descriptor		
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	140	

Contacto
N/A

[ver más](#)

Vanegas, EA (2011). Evaluación ambiental para la reducción de la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, en la parte alta de la subcuenca del río Guacalate, hasta el límite municipal de Pastores y Jocotenango, Sacatepéquez, Guatemala.

Institución:	Facultad de Agronomía, FODECYT	
Título:	Evaluación ambiental para la reducción de la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, en la parte alta de la subcuenca del río Guacalate, hasta el límite municipal de Pastores y Jocotenango, Sacatepéquez, Guatemala	
Autor (es):	Vanegas Chacón, Eddí Alejandro	
Cuenca (s)	Achiguate	
Río:	Guacalate	
Departamento(s):	Chimaltenango	
Municipio(s):	Chinaltenango, San Andrés Itzapa, El Tejar, Sumpango, Pastores, Parramos	
Línea de Investigación:	hidrología	
Resumen:	<p>Los objetivos de este estudio fueron identificar, caracterizar y evaluar los factores que provocan la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, valorar y priorizar la importancia de los factores identificados, la determinación de la calidad ambiental de la variable agua; la identificación, caracterización y valoración de los principales impactos ambientales por la generación de desechos sólidos y aguas residuales. Mediante boletas de entrevista los actores participantes identificaron las principales causas de contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, los cuales priorizaron dichos factores. Se realizaron los análisis de los principales parámetros de aguas residuales: DBO, DQO, grasas y aceites, color y sólidos en suspensión a lo largo de la red de drenaje. Tomando en cuenta la información generada como resultado de un logro de los objetivos, se propuso un modelo de gestión ambiental a nivel local, encaminado a la reducción de la contaminación de ríos por desechos sólidos y aguas residuales, presentándose como un espacio que propone la concertación de intereses y la coordinación que debieran tener los actores identificados para que de manera individual o mancomunada, las municipalidades puedan liderar el proceso de validación e implementación del modelo, cuya propuesta se basa en la institucionalidad que se debe de tener para el abordaje de la problemática.</p>	
Descriptores	Guacalate, aguas residuales, causas, efectos, desechos, gestión ambiental, DBO, DQO, contaminación, calidad de agua superficial.	
Tipo de Documento:	Informes	
Idioma:	Español	
Número de Páginas	176	
<p>Contacto N/A</p> <p>ver más</p>		

CAPÍTULO III
SERVICIOS REALIZADOS

3.1 APOYO EN EL ESTABLECIMIENTO DE VIVEROS COMUNALES

3.1.1 Presentación

Los viveros se definen como sitios destinados a la producción de plantas, donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasladadas al terreno definitivo de plantación. Los viveros forestales constituyen el primer paso en cualquier programa de reforestación.

Las necesidades de viveros en programas de reforestación se deben básicamente a que en el vivero la inversión económica es mínima en lo referente a preparación del sitio, fertilización y mantenimiento; además se puede tener un mejor control durante el tiempo de la producción de plantas.

Como parte de las actividades del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC) está el establecimiento de viveros en comunidades, en las cuales se realizan actividades para; hacer conciencia en la población sobre los bosques, iniciar la recuperación de la cobertura boscosa, impulso de la reproducción de especies nativas, así como dar a conocer al ICC.

3.1.2 OBJETIVOS

A. Objetivo General

Establecer viveros forestales en comunidades de las cuencas de la vertiente del pacifico con las principales especies nativas, para fomentar la conservación de los bosques, prevenir su pérdida y plantaciones con fines diversos para que esto sirva como una ayuda a los ingresos de las comunidades.

B. Objetivos específicos

- Enseñar a los pobladores a establecer un vivero forestal con fines de reforestación.
- Fomentar la reforestación en comunidades de la costa sur mediante el establecimiento de viveros.
- Darles a las comunidades una fuente extra de ingresos.

3.1.3 METODOLOGÍA

A. Selección de las comunidades

Para la selección de comunidades se seleccionaron aquellas que cumplieran con los criterios establecidos en la boleta de evaluación, la cual se puede ver en anexos.

B. Taller de manejo de viveros –por comunidad-

Se realizó un taller con las personas que estuvieron involucradas, donde se les dio a conocer las actividades principales que se realizan en el vivero, además para determinar el fin con el que se establece el vivero y algunos otros aspectos a considerar.

C. Selección de especie y cantidad de plantas

La selección de la especie a reproducir y la cantidad de plantas a sembrar, dependieron de los siguientes factores (ver Cuadro 3. 1):

- Ubicación del lugar.
- Finalidad de la plantación (conservación, energética, maderable).
- Disponibilidad de área para reforestar.
- Disponibilidad de semilla.

La adquisición de la semilla en la mayoría de los casos fue comprada (Agrokan S.A., Pilonos de Antigua).

D. Tipos de viveros establecidos

- Por el tiempo de permanencia: Permanente
- Por el nivel de organización: Comunal
- Por el tipo de producción: Forestal

E. Habilitación del sitio

Se realizaron las siguientes actividades (las llevaron a cabo los comunitarios):

- Limpia del terreno.
- Nivelado del terreno.
- Sistemas de abastecimiento de agua.
- Construcción de la infraestructura de semilleros y bancales para germinación.

F. Áreas para el establecimiento del vivero

- a. Área para germinador (semilleros).
- b. Área de tablonos.
- c. Calles.
- d. Área para colocación de materiales, elaboración de mezcla de sustrato y llenado de bolsas.

En la Figura 3. 1, se puede observar la disposición y medidas del vivero. Estas se utilizaron como base para el cálculo de materiales y que los comunitarios tuvieran una idea cómo podía realizarse. Y en el Cuadro 3. 1 se presentan las medidas sugeridas.

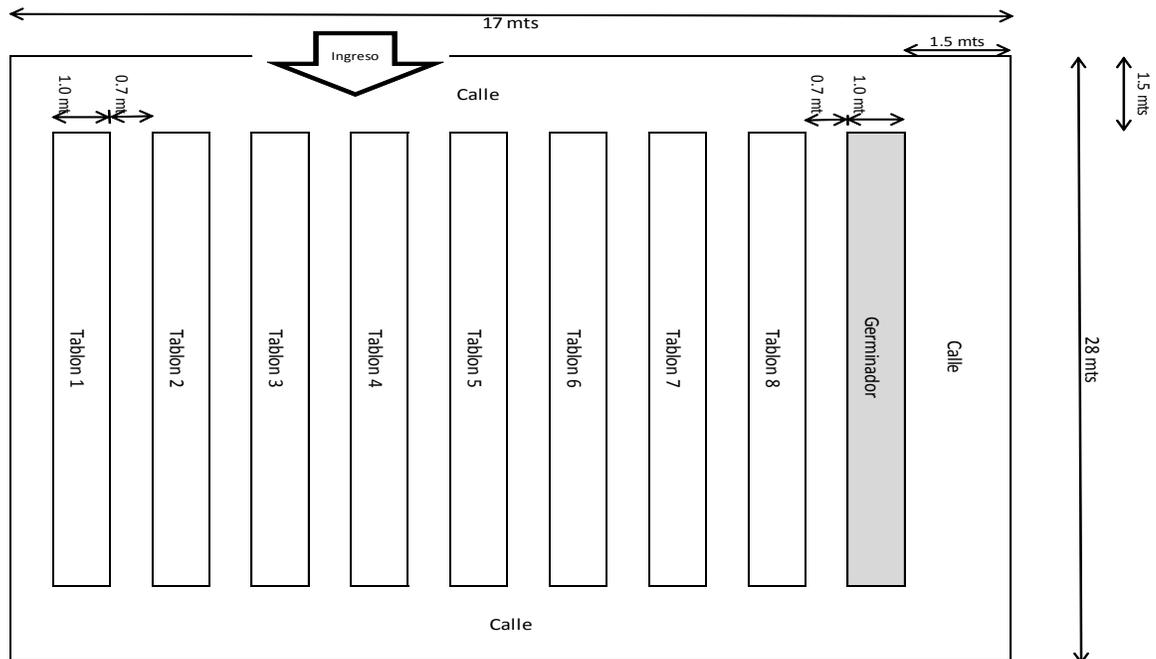


Figura 3. 1. Diseño de la estructura del vivero forestal para 20,000 plantas

Cuadro 3. 1. Características del diseño y medidas a considerarse

Características generales del diseño	
Numero de tablon	8
Ancho de tablon	1.0 metros
Largo de tablon	25 metros
Bolsas por hilera transversal	10
Cantidad de bolsas por tablon	2500
Ancho de calle	0.7 metros
Ancho de calles principales	1.5 metros
Tamaño de fuente	Elaboración propia
Area	476 m ²

G. Preparación del germinador

En esta área se sembraron las semillas para luego ser trasplantadas a las bolsas con sustrato.

Los germinadores fueron establecidos directamente en el suelo, con una profundidad de 20 centímetros; el largo y ancho dependieron de la cantidad de semillas a sembrar y de la disponibilidad de área. Se colocó en el fondo una capa de 10 centímetros de arena gruesa o pedrín, luego se colocó una capa de 10 centímetros de arena cernida.

H. Siembra

La distribución de la semilla en el germinador se realizó de la siguiente forma:

- Al voleo: se esparcieron las semillas sobre el semillero teniendo el cuidado de que quedaran bien esparcidas sobre toda la cama.
- En hilera: se colocaron las semillas en hileras a un distanciamiento de 10 centímetros (entre cada hilera).

Una vez distribuida la semilla, se cubrió con una capa delgada de arena (previamente desinfectada), entre 0.3 y 1.5 cms de espesor (dependiendo del tamaño de la semilla).

I. Cobertura

Después de que fue colocada la semilla en los germinadores, se procedió a la colocación de cobertura vegetal para proveer el ambiente adecuado, temperatura, humedad, oscuridad y para evitar que con el riego se descubra la semilla.

J. Riego

- Se aplicó riego abundante inmediatamente después de la siembra y después de haberse cubierto el tablón.
- Se regó una o dos veces al día dependiendo de las condiciones ambientales hasta realizado el trasplante a bolsa.
- NO fue aplicado riego en exceso con el fin de evitar la pudrición de las semillas o que se creará un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades ocasionadas por hongos.

K. Almacigo

Para el establecimiento del almacigo se realizaron las siguientes acciones:

- Entrega de insumos (ver listado en anexos).
- Cernido del sustrato.
- Preparación de la mezcla (tierra negra, arena y material orgánico completamente descompuesto).
- Llenado de bolsas.
- Trazo y estaquillado para la construcción de tablonés.
- Apilamiento de bolsa.
- Riego profundo antes de desinfectar el sustrato en bolsa.
- Desinfección del sustrato en bolsa.
- Colocación de sombra a los tablonés.
- Siembra o trasplante a bolsa.
- Riego inmediatamente después del trasplante.
- Control de malezas en forma permanente.
- Riego permanente.

L. Sustrato para llenado de bolsas

El sustrato utilizado para el llenado de bolsas se elaboró con las siguientes proporciones: 3 porciones de tierra, 1 de arena y 1 de materia orgánica.

Estos materiales se obtuvieron en los lugares cercanos al área del vivero de cada comunidad.

M. Preparación del sustrato

Fue utilizada la proporción 3:1:1 (3 porciones de tierra, 1 de arena y 1 de materia orgánica). La mezcla fue realizada manualmente, mezclando los 3 componentes hasta que se logró un sustrato homogéneo tanto en color como en consistencia.

N. Llenado de bolsas

El tamaño de la bolsa que se utilizó fue de 4"x8"x2mm, dadas las especies elegidas. Se llenaron las bolsas con la mezcla del sustrato, compactándolas bien para que no quedaran cámaras de aire, luego se colocaron en los tablones para su posterior siembra.

O. Colocación de las bolsas

Las bolsas se colocaron en los tablones de manera ordenada (10 bolsas en 1 m de ancho), utilizando como auxiliar una pita, para que quedaran en línea recta y tratando de que las bolsas quedaran totalmente verticales y no tan presionadas unas con otras. En cada esquina del tablón se colocarán estacas para sostener la pita.

P. Prevención de plagas y enfermedades: desinfección del sustrato

Con el propósito de eliminar hongos, bacterias, nemátodos e insectos que pudieran afectar el buen desarrollo de la planta se entregó en cada vivero dos litros de de Banrot® 40 WP.

Q. Trasplante

Primero se regaron las bolsas con suficiente agua, luego se abrió un agujero al centro con un palillo. Se tomó la planta por las hojas introduciendo las raíces con cuidado que no quedara doblada hacia arriba. Se cubrieron las raíces con suelo y se apisonó con los dedos para evitar que quede aire en el interior. Si las raíces son grandes deben ser podadas.

R. Labores De Manejo Durante El Desarrollo

d. Riego

Se recomendó a los comunitarios regar 2 veces al día.

e. Deshierbado

Después del riego se recomendó realizar esta actividad, mediante la eliminación de las malezas que se encontraran en las bolsas y semilleros.

f. Seguimiento y monitoreo de los viveros

Estas actividades se realizaron por medio de visitas eventuales de campo para corroborar el cumplimiento de las etapas anteriormente descritas. Además de esto para apoyar a los comunitarios en cualquier duda que tuviesen en el proceso o en el establecimiento.

3.1.4 Resultados

En el Cuadro 3. 2 se presenta el listado de viveros, elaborado en base a la ubicación de los mismos (departamento y municipio). Además de esta información se puede observar la finalidad con la cual se establecería cada vivero, dependiendo de ésta, se planificó qué especies de plantas se entregarían a cada uno (esto fue en base a lo solicitado por cada comunidad), así como la cantidad de planta que se produciría en cada uno.

Para el apartado de especies nativas, en estas se consideraron aquellas que son de la región, así como: Palo Blanco, Cedro, Caoba, Matilisguate, Aripin, Jaboncillo, Ujushte (Ramón). Para el apartado “varios”, se tomaron en cuenta especies como: Ramón, Frutales, Pumpo, Sauce, Volador, entre otras.

En la Figura 3. 2. Ubicación de viveros establecidos, se puede observar la ubicación en donde fueron establecidos los viveros comunitarios; 6 en el departamento de Suchitepéquez y 8 en Escuintla.

Cuadro 3. 2. Detalle de los viveros: ubicación, especies de plantas, cantidad y la finalidad de los mismos

Nombre	Municipio	Departamento	Cantidad de plantas	Especies a producir	Finalidad
El Conacaste	Iztapa	Escuintla	10,000	Eucalipto, sp nativas	Energéticos y conservación
ECA Todos Santos	Guanagazapa	Escuintla	20,000	Palo blanco, cedro, Ujushte, sp nativas y frutales	Productivos y conservación
ECA La Bendicion	Guanagazapa	Escuintla	20,000	Palo blanco, cedro, sp nativas y frutales	Productivos y conservación
Nuevo Coyolate	Patulul	Suchitepéquez	20,000	Palo Blanco, Matilisguate, cedro, Nativas	Productivos y conservación
San Marcos Niza	Santo Domingo	Suchitepéquez	15,000	Eucalipto, Melina, Teca	Energéticos y productivos
Tahuexco	Santo Domingo	Suchitepéquez	10,000	Eucalipto, melina, sp nativas	Energéticos y productivos
El Triunfo	Santo Domingo	Suchitepéquez	10,000	Eucalipto, Melina, sp nativas	Energéticos y productivos
La Cumbre	Patulul	Suchitepéquez	10,000	Palo Blanco, melina, sp nativas	Productivos y conservación
Mazatenango	Mazatenango	Suchitepéquez	10,000	Sp nativas	Conservación
Base Militar	Santa Lucia Cotz.	Escuintla	10,000	Sp nativas	Conservación
Ingenio Magdalena	La Democracia	Escuintla	10,000	Sp nativas	Energéticos y Productivos
ASOBORDAS	La Nueva Concepción	Escuintla	10,000	Varias Sp	Conservación y productivos
Municipalidad	Santa Lucía Cotz.	Escuintla	10,000	Varias Sp	Conservación y productivos
ICC	Santa Lucia Cotz.	Escuintla	10,000	Varias Sp	Conservación
			175 000		

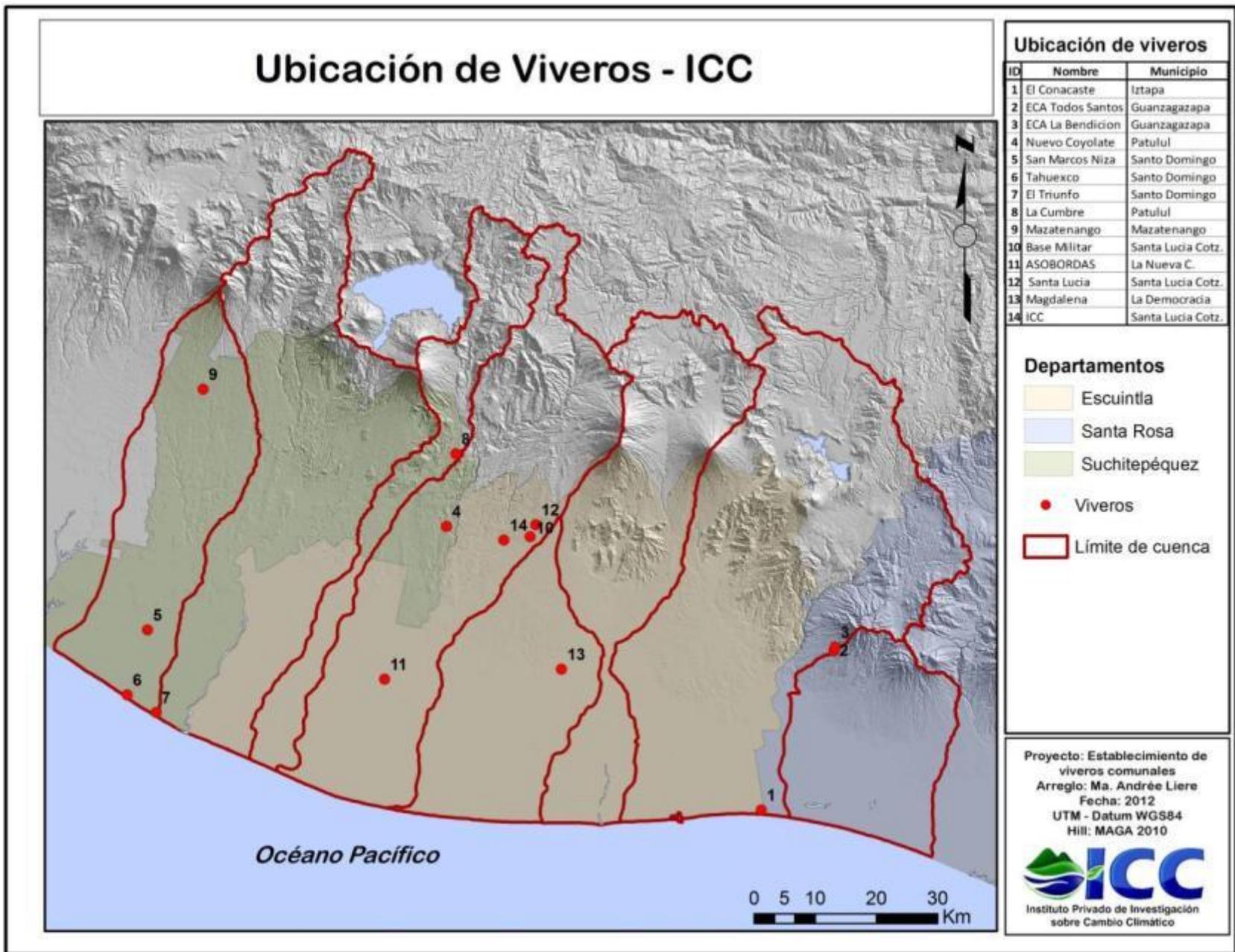


Figura 3. 2. Ubicación de viveros establecidos

En el Cuadro 3. 3, se presentan los precios estimados de acuerdo a los insumos planificados (solicitados) en cada vivero, y en base a las cotizaciones realizadas. En el Cuadro 3. 4 se observa un listado de resumen de precios en base al cuadro anteriormente mencionado, para los 13 viveros. Dentro de esta planificación se excluyó el vivero del ICC, puesto que no se adquirieron insumos y se realizó con semillas sobrantes de los otros. La inversión total para los viveros en insumos asciende a 100,000 quetzales.

Cuadro 3. 3. Listado de insumos y costos por vivero

Insumos y Materiales	Unidad de medida	El Conacaste		Magdalena		ECA Todos Santos		ECA La Bendición	
Bolsa de polietileno	millar 5*8	10	Q140.00	10	Q140.00	20	Q280.00	20	Q280.00
Semillas	Kilo	1	Q1,000.00	1	Q1,000.00	2	Q2,000.00	2	Q2,000.00
Malla Metálica	Rollo(2*25 mts)	0	Q0.00	0	Q0.00	4	Q2,680.00	4	Q2,680.00
Cedazo	yarda	0	Q0.00	3	Q69.00	3	Q69.00	3	Q69.00
Clavo	libra	0	Q0.00	1	Q8.00	2	Q16.00	2	Q16.00
Pita/rafia	Libra	0	Q0.00	5	Q37.50	5	Q37.50	5	Q37.50
Lañas/grapa	libra	0	Q0.00	0	Q0.00	2	Q16.00	2	Q16.00
Tierra negra	metro 3	10	Q1,000.00	10	Q1,000.00	20	Q2,000.00	20	Q2,000.00
Arena blanca	metro 3	5	Q500.00	5	Q500.00	10	Q1,000.00	10	Q1,000.00
Materia orgánica	metro 3	5	Q500.00	5	Q500.00	10	Q1,000.00	10	Q1,000.00
Fertilizantes urea	Libras	25	Q100.00	25	Q100.00	50	Q200.00	50	Q200.00
Fertilizantes triple 15	Libras	25	Q125.00	25	Q125.00	50	Q250.00	50	Q250.00
Fungicidas	Litro	1	Q70.00	1	Q70.00	1	Q70.00	1	Q70.00
Insecticidas	Litro	1	Q70.00	1	Q70.00	1	Q70.00	1	Q70.00
Costales	unidades	10	Q20.00	5	Q10.00	24	Q48.00	24	Q48.00
Carreta	Unidad	1	Q350.00	1	Q350.00	1	Q350.00	1	Q350.00
Bomba	unidad	1	Q470.00	1	Q470.00	1	Q470.00	1	Q470.00
Regadera	Unidad	0	Q0.00	2	Q60.00	2	Q60.00	2	Q60.00
Pala completa	Unidad	1	Q75.00	2	Q150.00	2	Q150.00	2	Q150.00
Azadón completo	Unidad	1	Q90.00	1	Q90.00	2	Q180.00	2	Q180.00
Machete	Unidad	1	Q30.00	1	Q30.00	2	Q60.00	2	Q60.00
Lima	Unidad	2	Q24.00	2	Q24.00	5	Q60.00	3	Q36.00
Piocha completo	Unidad	1	Q90.00	1	Q90.00	1	Q90.00	1	Q90.00
Manguera	50 metros	1	Q135.00	0	Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00
Escoba	Unidad	1	Q15.00	1	Q15.00	2	Q30.00	1	Q15.00
Rastrillo	Unidad	1	Q40.00	1	Q40.00	1	Q40.00	1	Q40.00
Martillo	Unidad	0	Q0.00	1	Q45.00	1	Q45.00	1	Q45.00
Pistola p/manguera	Unidad	1	Q40.00	0	Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00

Metro	Unidad	1	Q30.00	1	Q30.00	1	Q30.00	1	Q30.00
TOTAL			Q4,914.00		Q5,233.50		Q11,831.50		Q11,792.50

Insumos y Materiales	Unidad de medida	Nuevo Coyolate		San Marcos Niza		Tahuexco		El Triunfo	
Bolsa de polietileno	millar 5*8	20	Q280.00	15	Q210.00	10	Q140.00	10	Q140.00
Semillas	Kilo	2	Q2,000.00	1.5	Q1,500.00	1	Q1,000.00	1	Q1,000.00
Malla Metálica	Rollo(2*25 mts)	0	Q0.00	3	Q2,010.00	0	Q0.00	3	Q2,010.00
Cedazo	yarda	3	Q69.00	3	Q69.00	3	Q69.00	3	Q69.00
Clavo	libra	1	Q8.00	2	Q16.00	0	Q0.00	1	Q8.00
Pita/rafia	Libra	5	Q37.50	5	Q37.50	5	Q37.50	5	Q37.50
Lañas/grapa	libra	0	Q0.00	2	Q16.00	0	Q0.00	2	Q16.00
Tierra negra	metro 3	20	Q2,000.00	15	Q1,500.00	10	Q1,000.00	10	Q1,000.00
Arena blanca	metro 3	10	Q1,000.00	7.5	Q750.00	5	Q500.00	5	Q500.00
Materia orgánica	metro 3	10	Q1,000.00	7.5	Q750.00	5	Q500.00	5	Q500.00
Fertilizantes urea	Libras	50	Q200.00	35	Q140.00	25	Q100.00	25	Q100.00
Fertilizantes triple 15	Libras	50	Q250.00	35	Q175.00	25	Q125.00	25	Q125.00
Fungicidas	Litro	1	Q70.00	1	Q70.00	1	Q70.00	1	Q70.00
Insecticidas	Litro	1	Q70.00	1	Q70.00	1	Q70.00	1	Q70.00
Costales	Unidades	24	Q48.00	18	Q36.00	12	Q24.00	12	Q24.00
Carreta	Unidad	1	Q350.00	1	Q350.00	1	Q350.00	1	Q350.00
Bomba	unidad	1	Q470.00	1	Q470.00	1	Q470.00	1	Q470.00
Regadera	Unidad	2	Q60.00	0	Q0.00	0	Q0.00	0	Q0.00
Pala completa	Unidad	2	Q150.00	2	Q150.00	2	Q150.00	2	Q150.00
Azadón completo	Unidad	2	Q180.00	2	Q180.00	2	Q180.00	2	Q180.00
Machete	Unidad	2	Q60.00	2	Q60.00	1	Q30.00	1	Q30.00
Lima	Unidad	3	Q36.00	3	Q36.00	2	Q24.00	1	Q12.00
Piocha completo	Unidad	1	Q90.00	1	Q90.00	1	Q90.00	1	Q90.00
Manguera	50 metros	0	Q0.00	1	Q135.00	1	Q135.00	1	Q135.00
Escoba	Unidad	1	Q15.00	1	Q15.00	1	Q15.00	1	Q15.00
Rastrillo	Unidad	1	Q40.00	1	Q40.00	1	Q40.00	1	Q40.00
Martillo	Unidad	1	Q45.00	1	Q45.00	0	Q0.00	1	Q45.00
Pistola p/manguera	Unidad	0	Q0.00	1	Q40.00	1	Q40.00	1	Q40.00
Metro	Unidad	1	Q30.00	1	Q30.00	1	Q30.00	1	Q30.00
TOTAL			Q8,768.50		Q9,520.50		Q5,189.50		Q7,466.50

Insumos y Materiales	Unidad de medida	La Cumbre		Mazatenango		Base Militar	
Bolsa de polietileno	millar 5*8	10	Q140.00	10	Q140.00	10	Q140.00
Semillas	Kilo	1	Q1,000.00	1	Q1,000.00	1	Q1,000.00
Malla Metálica	Rollo(2*25 mts)	3	Q2,010.00	0	Q0.00	3	Q2,010.00
Cedazo	yarda	3	Q69.00	3	Q69.00	3	Q69.00
Clavo	libra	1	Q8.00	1	Q8.00	2	Q16.00
Pita/rafia	Libra	5	Q37.50	5	Q37.50	5	Q37.50
Lañas/grapa	libra	2	Q16.00	0	Q0.00	2	Q16.00
Tierra negra	metro 3	10	Q1,000.00	10	Q1,000.00	10	Q1,000.00
Arena blanca	metro 3	5	Q500.00	5	Q500.00	5	Q500.00
Materia orgánica	metro 3	5	Q500.00	5	Q500.00	5	Q500.00
Fertilizantes urea	Libras	25	Q100.00	25	Q100.00	25	Q100.00
Fertilizantes triple 15	Libras	25	Q125.00	25	Q125.00	25	Q125.00
Fungicidas	Litro	1	Q70.00	1	Q70.00	1	Q70.00
Insecticidas	Litro	1	Q70.00	1	Q70.00	1	Q70.00
Costales	unidades	12	Q24.00	12	Q24.00	12	Q24.00
Herramientas	Unidad de medida						
Carreta	Unidad	1	Q350.00	1	Q350.00	1	Q350.00
Bomba	unidad	1	Q470.00	1	Q470.00	1	Q470.00
Regadera	Unidad	2	Q60.00	0	Q0.00	0	Q0.00
Pala completa	Unidad	2	Q150.00	1	Q75.00	2	Q150.00
Azadón completo	Unidad	2	Q180.00	1	Q90.00	2	Q180.00
Machete	Unidad	1	Q30.00	1	Q30.00	2	Q60.00
Lima	Unidad	2	Q24.00	2	Q24.00	1	Q12.00
Piocha completo	Unidad	1	Q90.00	1	Q90.00	1	Q90.00
Manguera	50 metros	0	Q0.00	1	Q135.00	1	Q135.00
Escoba	Unidad	1	Q15.00	1	Q15.00	1	Q15.00
Rastrillo	Unidad	1	Q40.00	1	Q40.00	1	Q40.00
Martillo	Unidad	1	Q45.00	1	Q45.00	1	Q45.00
Pistola p/manguera	Unidad	0	Q0.00	1	Q40.00	1	Q40.00
Metro	Unidad	1	Q30.00	1	Q30.00	1	Q30.00
	TOTAL		Q7,363.50		Q5,287.50		Q7,744.50

Cuadro 3. 4. Costos totales de insumos, incluidos los 13 viveros

Insumos y Materiales	Unidad de medida	Insumos	Costo
Bolsa de polietileno	millar 5*8	165	Q2,310.00
Semillas	Kilo	16.5	Q16,500.00
Malla Metálica	Rollo(2*25 mts)	26	Q17,420.00
Cedazo	yarda	36	Q828.00
Clavo	libra	15	Q120.00
Pita/rafia	Libra	60	Q450.00
Lañas/grapa	libra	16	Q128.00
Tierra negra	metro 3	165	Q16,500.00
Arena blanca	metro 3	82.5	Q8,250.00
Materia orgánica	metro 3	82.5	Q8,250.00
Fertilizantes urea	Libras	410	Q1,640.00
Fertilizantes triple 15	Libras	410	Q2,050.00
Fungicidas	Litro	13	Q910.00
Insecticidas	Litro	13	Q910.00
Costales	unidades	189	Q378.00
Herramientas	Unidad de medida		
Carreta	Unidad	13	Q4,550.00
Bomba	unidad	13	Q6,110.00
Regadera	Unidad	10	Q300.00
Pala completa	Unidad	23	Q1,725.00
Azadón completo	Unidad	22	Q1,980.00
Machete	Unidad	19	Q570.00
Lima	Unidad	30	Q360.00
Piocha completo	Unidad	13	Q1,170.00
Manguera	50 metros	8	Q1,080.00
Escoba	Unidad	14	Q210.00
Rastrillo	Unidad	13	Q520.00
Martillo	Unidad	11	Q495.00
Pistola p/manguera	Unidad	8	Q320.00
Metro	Unidad	13	Q390.00
	TOTAL		Q100,414.00

En el Cuadro 3. 5, se presenta la cantidad de semilla que fue destinada a cada vivero de acuerdo a las especies planificadas. En base a estos totales, se presenta el porcentaje de germinación de cada especie⁵, y el precio por kilogramo (Cuadro 3. 6) se obtuvieron los costos totales incluyendo un 20% de merma, y pueden ser observados en el Cuadro 3. 7. La semilla de melina (*Gmelina arborea*) fue la especie que representó mayor costo (Q.8 432.94) puesto que fue la que se solicitó en mayor cantidad (21.96 kilogramos).

Cuadro 3. 5. Cantidad de semilla estimada para cada vivero

No.	Nombre	Cantidad	Especies								
			Melina	Teca	Eucalipto	Palo Blanco	Cedro	Caoba	Madre Cacao	Matilisg	Varios*
1	El Conacaste	10,000	2,000		5,000				1,000	1,000	1,000
2	Magdalena	10,000			7,000				1,000	1,000	1,000
3	ECA Todos Santos	20,000				15,000	1,000	500		500	3,000
4	ECA La Bendición	20,000				15,000	1,000	500		500	3,000
5	Nuevo Coyolate	20,000				14,000	1,500	1,500		3,000	
6	San Marcos Niza	15,000	5,000	5,000	5,000						
7	Tahuexco	10,000	2,500		5,000				1,000		1,500
8	El Triunfo	10,000	2,500		5,000				1,000		1,500
9	La Cumbre	10,000	2,000		3,000	3,000	500	500			1,000
10	Mazatenango	10,000				1,000	1,000	1,000	500	500	6,000
11	Base Militar	10,000				1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000
12	ASOBORDAS	10,000				1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000
13	Muni. Sta. Lucía	10,000				1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000
14	ICC	10,000				1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000
	Total	175,000	14,000	5,000	30,000	52,000	9,000	8,000	8,500	10,500	38,000

*Entre especies varias se pueden encontrar: Ramón, frutales, pumpe, sauce, mangle, volador

⁵ El dato de porcentaje de germinación fue provisto por Agrokan S.A, empresa proveedora de la semilla.

Cuadro 3. 6. Cantidad de semillas viables con su porcentaje de germinación y precio por kilogramo

Especies	Melina	Teca	Eucalipto	Palo Blanco	Cedro	Caoba	Madre Cacao	Matilisguate
Semillas viables/Kg	850	1,100	300,000	150,000	54,000	1,200	5,000	30,000
Porcentaje Germinación	75%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	85%
Precio/Kg.	Q320.00	Q350.00	Q850.00	Q900.00	Q750.00	Q420.00	Q350.00	Q750.00

Cuadro 3. 7. Total de semillas en kilogramos y costos totales incluyendo 20% por pérdida

Especies	Melina	Teca	Eucalipto	Palo Blanco	Cedro	Caoba	Madre Cacao	Matilisguate
Total Kg	21.96	5.68	0.125	0.43	0.21	8.33	2.13	0.41
Total + 20%	26.35	6.82	0.15	0.52	0.25	10	2.55	0.49
Costo Total	Q. 8432.94	Q.2386.36	Q.127.5	Q. 468	Q.187.5	Q.4200	Q.892.5	Q.370.59

S. Capacitaciones y entrega de insumos

Las capacitaciones consistieron en información general de cómo establecer un vivero, además de poder apoyar con dudas que los comunitarios tuviesen al respecto, puesto que en algunas comunidades ya tenían experiencia en el establecimiento y cuidados de viveros.



Figura 3. 3. Capacitación en Nuevo Coyolate (izquierda) Capacitación Tahuexco (derecha)



Figura 3. 4. Capacitación en ECA Todos S. (izquierda) y Capacitación en Iztapa (derecha)

La entrega se dividió en dos fases, en la primera se entregaron únicamente la herramienta necesaria para armar el vivero (limpiar el área, circularla, armar bancales, llenado de las bolsas etc). En esta fase, se elaboró un acta por parte del ICC, en la cual se redactó que la comunidad recibía dichos insumos en buen estado y se comprometía a su cuidado (ver anexos).



Figura 3. 5. Entrega de insumos en La Cumbre (izquierda) y en ECA Todos Santos (derecha)



Figura 3. 6. Firma de Acta de entrega de insumos en ECA La Bendición (izq.) entrega (der.)



Figura 3. 7. Firma de Acta de entrega de insumos (izquierda) y la entrega (derecha) en La Cumbre, Patulul, Suchitepéquez.

La segunda fase de entrega, consistió en dar a los comunitarios, la semilla. Esto se llevó a cabo aproximadamente un mes después de entregados los insumos, para que les diera tiempo de realizar las actividades necesarias de establecimiento antes de recibir la semilla evitando así que estuviera almacenada por mucho tiempo. Por lo que en esta fase se llevo a cabo la primera evaluación de actividades, esperando encontrar ya cercado el vivero y elaborado el semillero. También para esta fase se elaboraron actas de entrega por parte del ICC. Los comunitarios elaboraron también sus propias actas.



Figura 3. 8. División de semillas de acuerdo a la cantidad especificada para cada comunidad.



Figura 3. 9. Evaluación de áreas (cercado) y de Semillero (derecha), en ECA La Bendición.



Figura 3. 10. Firma de Acta de entrega (izquierda). Entrega de semilla (derecha), ECA La Bendición, Guanagazapa.



Figura 3. 11. Evaluación de áreas (semillero - izq) y firma de actas (der) en El Triunfo.



Figura 3. 12. Entrega de semillas (izq) en El Triunfo. Evaluación de áreas (semillero – der) en Nuevo Coyolate, Patulul.



Figura 3. 13. Demostración de cómo sembrar semilla de Teca (der). Firma de Actas de entrega de semillas en Nuevo Coyolate.



Figura 3. 14. Entrega de semilla (izq). Demostración de siembra de Eucalipto en semillero (der), La Cumbre, Patulul, Suchitepéquez.



Figura 3. 15. Evaluación de actividades (bolsa llena - der) y cercado de área (izq), comunidad La Cumbre, Patulul, Suchitepéquez.



Figura 3. 16. Evaluación de actividades (llenado de bolsas), San Marcos Niza, Santo Domingo.



Figura 3. 17. Evaluación de áreas (cercado), ASOBORDAS, La Nueva Concepción, Escuintla.

Finalmente, como parte de la programación para los viveros comunitarios, se realizó un seguimiento de actividades una vez establecidos (figuras 3.18, 3.19 y 3.20). Este seguimiento se realizó para verificar en qué estado se encuentran los viveros establecidos, el crecimiento de las plántulas, el porcentaje de germinación y para cualquier apoyo que necesiten los comunitarios (apoyo técnico, dudas, fallo o necesidad de algún material, entre otros).



Figura 3. 18. Semillero de Palo Blanco y Cedro –izq- Lagarto –medio-, Cedro –der- en ICC.



Figura 3. 19. Semillero de Plumillo –izq y der- en comunidad Nuevo Coyolate, Patulul.



Figura 3. 20. Semillero de Cedro, en ECA Todos Santos Cuchumatán, Guanagazapa, Escuintla.

3.2 MAPA DE TIERRAS POTENCIALES PARA REFORESTACIÓN CON FINES DE PROTECCIÓN DE LAS RIBERAS DE LOS RÍOS DE LAS CUENCAS ACOMÉ, COYOLATE Y ACHIGUATE, DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO

3.2.1 Presentación

La repoblación forestal consiste en la instalación artificial de especies leñosas con el fin de establecer una cubierta vegetal permanente en suelos que por sus características, situación, abandono de otros usos agrarios, pérdida o aprovechamiento de la vegetación existente, lo permitan (Pajares et. al., 1995).

La desaparición de las cubiertas forestales ha implicado la alteración del ciclo hidrológico dando como resultado una aceleración de los mecanismos de erosión en las laderas (que pueden repercutir sobre la fertilidad de los suelos) y la capacidad hídrica de las cuencas. Estos procesos tienen un impacto negativo para el sector productivo de la Caña de Azúcar, dado que se reduce la disponibilidad del recurso agua y se tiende a la pérdida del recurso suelo.

El “Mapa de tierras potenciales para reforestación con fines de protección de las riberas de los ríos” constituye una herramienta para el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), de planificación para determinar zonas que, de acuerdo a su capacidad de uso, la forma del terreno y su cercanía a ríos, sean elegidas para realizar una propuesta de reforestación en la cual se puedan restaurar tierras que debido a una u otra razón, su cubierta forestal ha sido eliminada.

3.2.2 Objetivos

A. Objetivo General

Realizar un mapa de tierras potenciales a reforestar con fines de protección de las riberas de los ríos de las cuencas Achiguate, Acomé, Coyolate, de la Vertiente del Pacífico.

B. Objetivos Específicos

- Generar las capas de capacidad de uso de la tierra, distancia a ríos y morfología del terreno en las Cuencas de interés.
- Integrar estas capas para delimitar las tierras potenciales a reforestar.
- Priorizar las tierras a reforestar, por medio de una ponderación de la capa resultado de la integración anterior.

3.2.3 Metodología

A. Generación de capas insumo

a. Morfología del terreno

De la capa curvas de nivel se transformó a un Modelo de elevación del terreno ⁶ y de allí se transformó a la curvatura del terreno y su respectiva reclasificación (concauidad y convexidad). Del MET se paso a las pendientes en porcentaje. Producto secundario de este paso se generó el hillshade⁷.

b. Capacidad de uso de la tierra (Metodología de INAB)

Se hizo una reclasificación de la capa de suelos de acuerdo a la profundidad efectiva; una reclasificación de regiones fisiográficas y reclasificación del mapa de pendientes. Se hizo la integración de estas dos capas para la obtención de la capacidad de uso de la tierra.

En el cuadro 3.8, se puede observar la reclasificación que se realizó de la capa de suelos de Simmons a la clasificación que INAB plantea en su metodología. Los rangos de profundidades del suelo se reclasificaron a valores de 1 a 4 y se pueden ver en la última columna.

Cuadro 3. 8. Reclasificación de acuerdo a profundidad de suelos de Simmons a la clasificación de acuerdo a profundidad efectiva de acuerdo a INAB.

Clasificación de Simmons	Clasificación de INAB (cms)	Reclasificación
Profundo – Muy profundo	>90	1
Mediano	50 – 90	2
Delgado	20 – 50	3
Muy delgado	<20	4

Fuente: MAGA, 2000; INAB, 1997

⁶ Modelo de Elevación del Terreno: Es aquel que representa información altimétrica en cualquier punto dentro de este. Generado a través de curvas de nivel.

⁷ Hillshade (Mapa de luminosidad): representa el relieve hipotético si un punto dentro del área estuviera expuesto a una fuente de luz proyectada hacia ella con determinado azimut y altitud.

En el Cuadro 3. 9 se pueden observar los rangos de pendientes asignados a la región fisiográfica en la que se encuentra. Estos rangos de pendientes se reclasificaron a valores únicos, los valores de reclasificación se pueden observar en la última columna.

Cuadro 3. 9. Porcentaje de pendientes de acuerdo a metodología de INAB

Región fisiográfica	Rangos de pendientes				
	<4	4 - 8	8 - 16	16 - 32	>32
Tierras de la Llanura Costera del Pacífico	<4	4 - 8	8 - 16	16 - 32	>32
Tierras Volcánicas de la Bocacosta	<8	8 - 16	16 - 26	26 - 36	>36
Tierras Altas Volcánicas	<12	12 - 26	26 - 36	36 - 55	>55
Tierras Metamórficas	<12	12 - 26	26 - 36	36 - 55	>55
Tierras Calizas Altas del Norte	<8	8 - 16	16 - 32	32 - 55	>55
Tierras Calizas Bajas del Norte	<4	4 - 8	8 - 16	16 - 32	>32
Tierras de las Llanuras de Inundación Norte	<8	8 - 16	16 - 32	>32	
Reclasificación	0	1	2	3	4

Fuente: INAB, 1997

Realizada la reclasificación, se efectuó una operación entre estas dos capas. Mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Capacidad de uso} = \text{Profundidad de suelo} + (\text{Pendiente} \times 10)$$

Ecuación 1. Multiplicación de las capas profundidad de suelo y pendientes por medio de álgebra de mapeo

Como resultado de esta operación se obtuvieron valores que representan una capacidad de uso. De la siguiente forma:

Cuadro 3. 10. Matriz de Capacidad de Uso de la Tierra para la región “Tierras de la Llanura Costera del Pacífico”, junto a resultados de reclasificación y de álgebra de mapas

		Pendientes (%)									
		Rango	Reclas	Rango	Reclas	Rango	Reclas	Rango	Reclas	Rango	Reclas
Profundidad de suelo (cm)		< 4	0	4 - 8	1	8 -16	2	16 - 32	3	> 32	4
Rango	Reclas	Capacidad de uso de la tierra									
>90	1	A	1	A	11	Am/Aa	21	Aa/Ss/Ap	31	F	41
50 - 90	2	A	2	A/Am	12	Am/Aa	22	Ap/F	32	F	42
20 - 50	3	Am/Aa	3	Am/Aa	13	Ss/Ap	23	Ap/F	33	F/Fp	43
< 20	4	Ss	4	Ss/Fp	14	Ss/Fp	24	F/Fp	34	Fp	44

Fuente: Elaboración propia con información de INAB, 1997

Los valores resaltados con gris, son el resultado de la ecuación 1. El valor resultante corresponde a la capacidad de uso que está al lado izquierdo. Esta operación se realizó para las 7 matrices existentes para cada región fisiográfica de INAB.

Seguidamente, se reclasificaron los nuevos valores a un código binario, dividiendo los valores para capacidad de uso de agricultura y para capacidad forestal. El resultado de éste paso es un mapa de priorización por capacidad de uso. Por lo que el resultado se presenta en el Cuadro 3. 11(dependiendo las combinaciones de capacidad de uso):

Cuadro 3. 11. Reclasificación de valores de capacidad de uso de la tierra a código binario

Capacidad de Uso	Reclasificación
A	0
Aa	0
Am/Aa	0
Ss	0
A/Am	0
Ss/Ap	1
Ss/Fp	1
Aa/Ss	1
Ap/F	1
F/Fp	1
F	1
Fp	1

Fuente: Elaboración propia

c. Distancia a ríos y cuerpos de agua

Los ríos se clasificaron de acuerdo a su naturaleza. Se determinó su distancia mínima de protección de acuerdo a las consideraciones técnicas para la conservación de suelo y agua (INAB, 2003) las cuales se pueden ver en el Cuadro 3. 12, para luego calcular la zona de influencia⁸ (buffer).

Cuadro 3. 12. Distancias horizontales mínimas para definir zonas de protección forestal

Variable	Distancia Horizontal mínima para definir zonas de protección forestal de acuerdo al cuerpo de agua (mts.)			
	Nacimientos	Ríos	Ríos Navegables	Lagunas
Pendiente (%)				
< 32	50	50	100	200
32 – 60	75	50	100	200
> 60	100	75	150	200

Fuente: INAB, 2003

B. Integración de capas

Todas las capas que se integraron en este paso se reclasificaron a código binario y se ponderaron de acuerdo al Cuadro 3. 13.

Cuadro 3. 13. Ponderaciones asignadas

Capa	Peso
Búfer de ríos	50%
Capacidad de uso	30%
Curvatura	20%

Por tanto, la ecuación utilizada para el mapa de áreas potenciales es la siguiente:

$$\text{Áreas potenciales a reforestar} = \text{Ríos (0.5)} + \text{Curvatura (0.3)} + \text{Capacidad (0.2)}$$

Ecuación 2. Sumatoria de capas ponderadas para obtener capa de tierras potenciales a reforestar.

⁸ Distancia a río (Buffer): La distancia mínima propuesta de un río hacia un punto para establecer una plantación.

3.2.4 Resultados

A. Morfología del terreno

Como capa insumo se obtuvo el modelo de elevación del terreno (Figura 3. 21) a partir de la capa de curvas a nivel, el cual nos brinda información altimétrica en cualquier punto dentro de él.

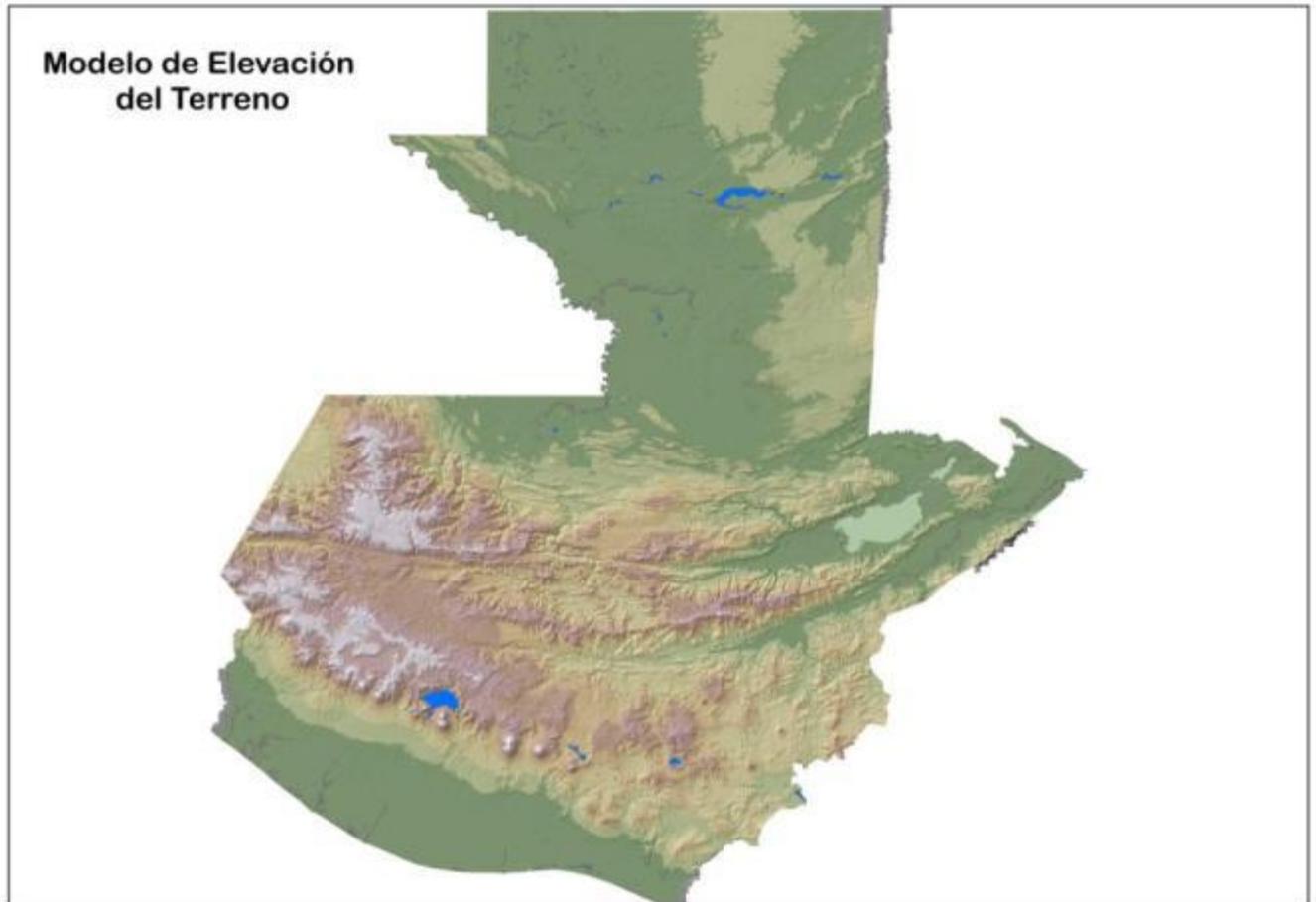


Figura 3. 21. Modelo de elevación del terreno

Como producto secundario del MET, se obtuvo un mapa de luminosidad (hillshade), Figura 3. 22. Es un producto importante porque ayuda a una mejor visualización de los mapas, puesto que representa un relieve hipotético del terreno.

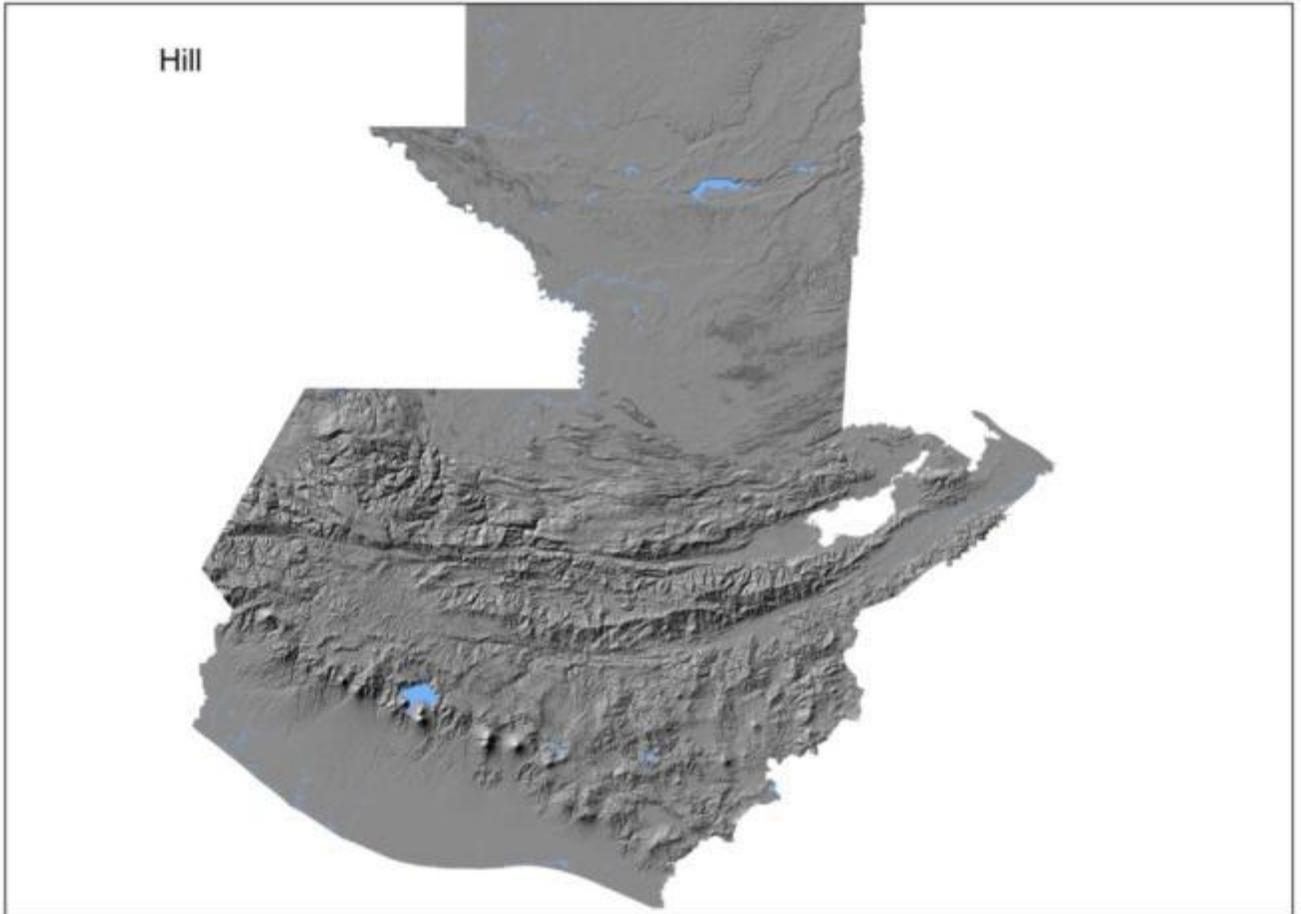


Figura 3. 22. Mapa de luminosidad (Hillshade)

El mapa de pendientes (Figura 3. 23) muestra el máximo cambio de elevación que hay entre una celda de referencia y sus vecinas, es decir, el gradiente de elevación que en este caso es una función focal. Para su cálculo, por medio de la herramienta Spatial Analyst y la opción Slope, se ingresan los datos de elevación y se define la unidad de medida (grados o porcentaje).

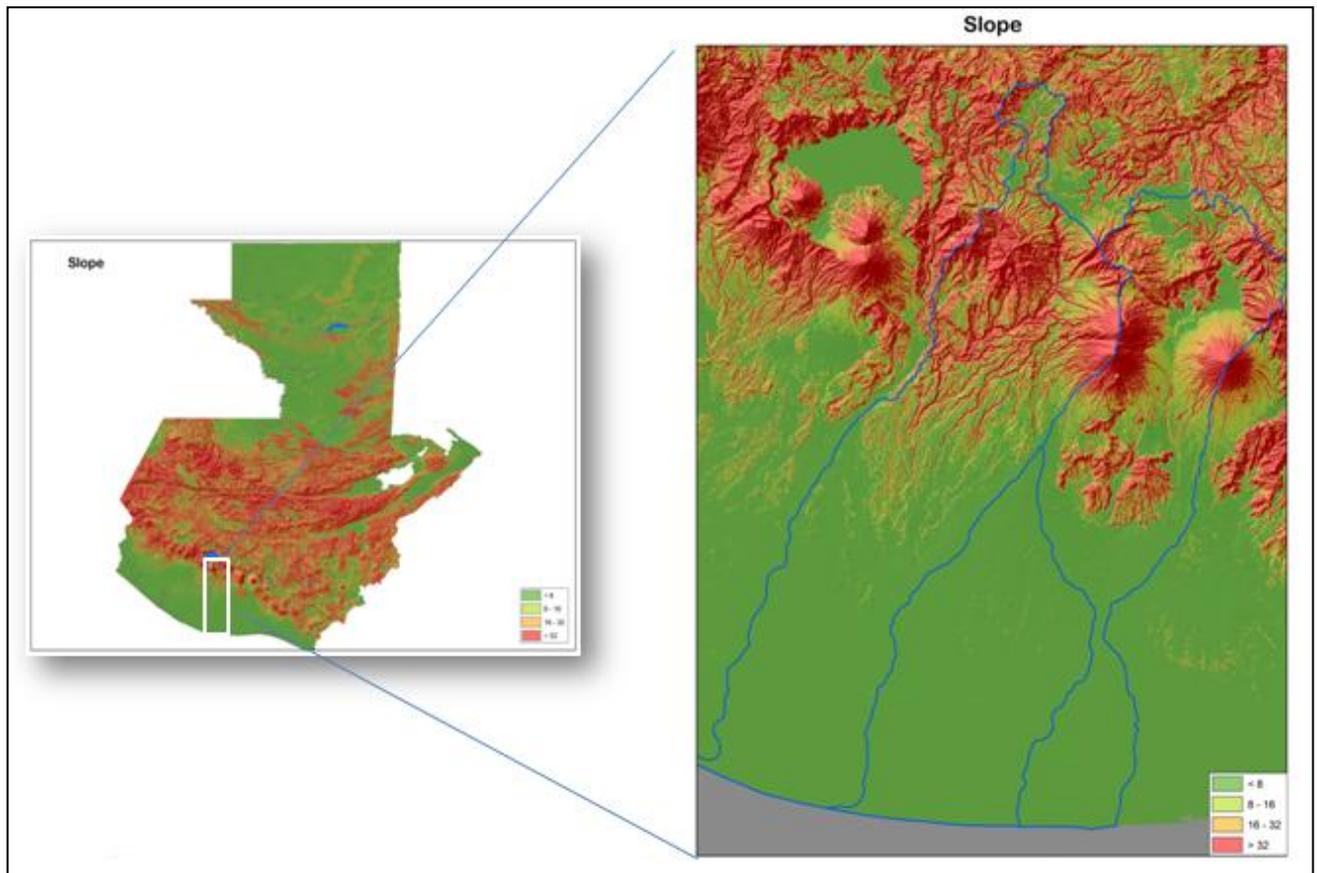


Figura 3. 23. Mapa de pendientes a nivel nacional y acercado a las cuencas de interés

El mapa de curvatura indica el grado de concavidad o convexidad de la celda (Figura 3. 24), de modo que un valor negativo indica convexidad y un valor positivo concavidad, un valor igual o muy próximo a cero significa que la superficie es plana. Se realizó el análisis definiendo las zonas cóncavas (áreas en que atraviesa el lecho de los ríos y arroyos o el tramo del río en que la erosión es intensa por su acusada pendiente) y las partes convexas.

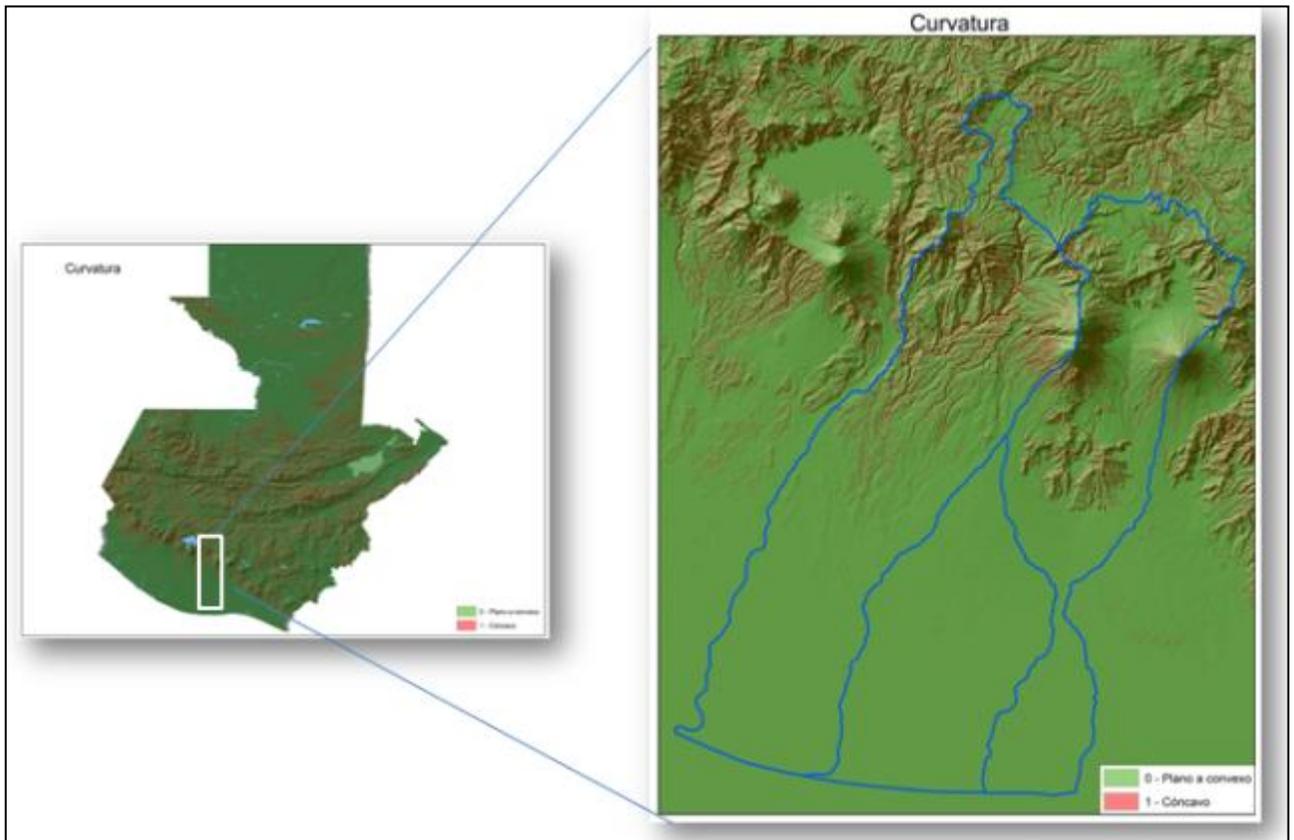


Figura 3. 24. Mapa de curvatura a nivel nacional y acercado a las cuencas de interés.

B. Capacidad de uso de la tierra (Metodología INAB)

En la Figura 3. 25 se pueden visualizar los rangos de profundidades efectivas de acuerdo a la metodología de INAB.

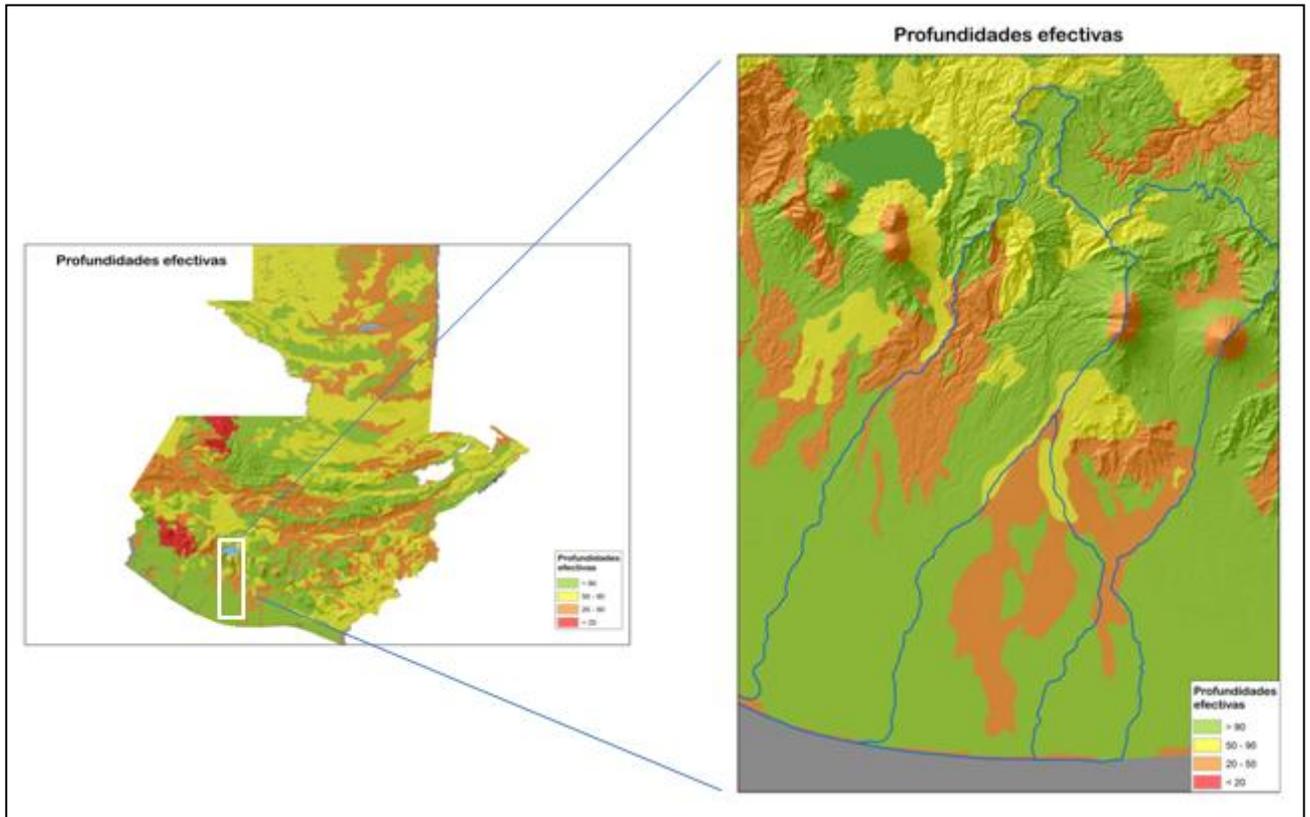


Figura 3. 25. Mapa de profundidades efectivas. A nivel nacional y acercado a las cuencas de interés.

En la Figura 3. 26 se puede visualizar la reclasificación de las tierras por su capacidad de uso, en dos categorías, las tierras que por su capacidad son para usos forestales, agroforestería o silvopastoriles (porciones rojas) y las tierras que por su capacidad son para los distintos usos de agricultura (porciones verdes).

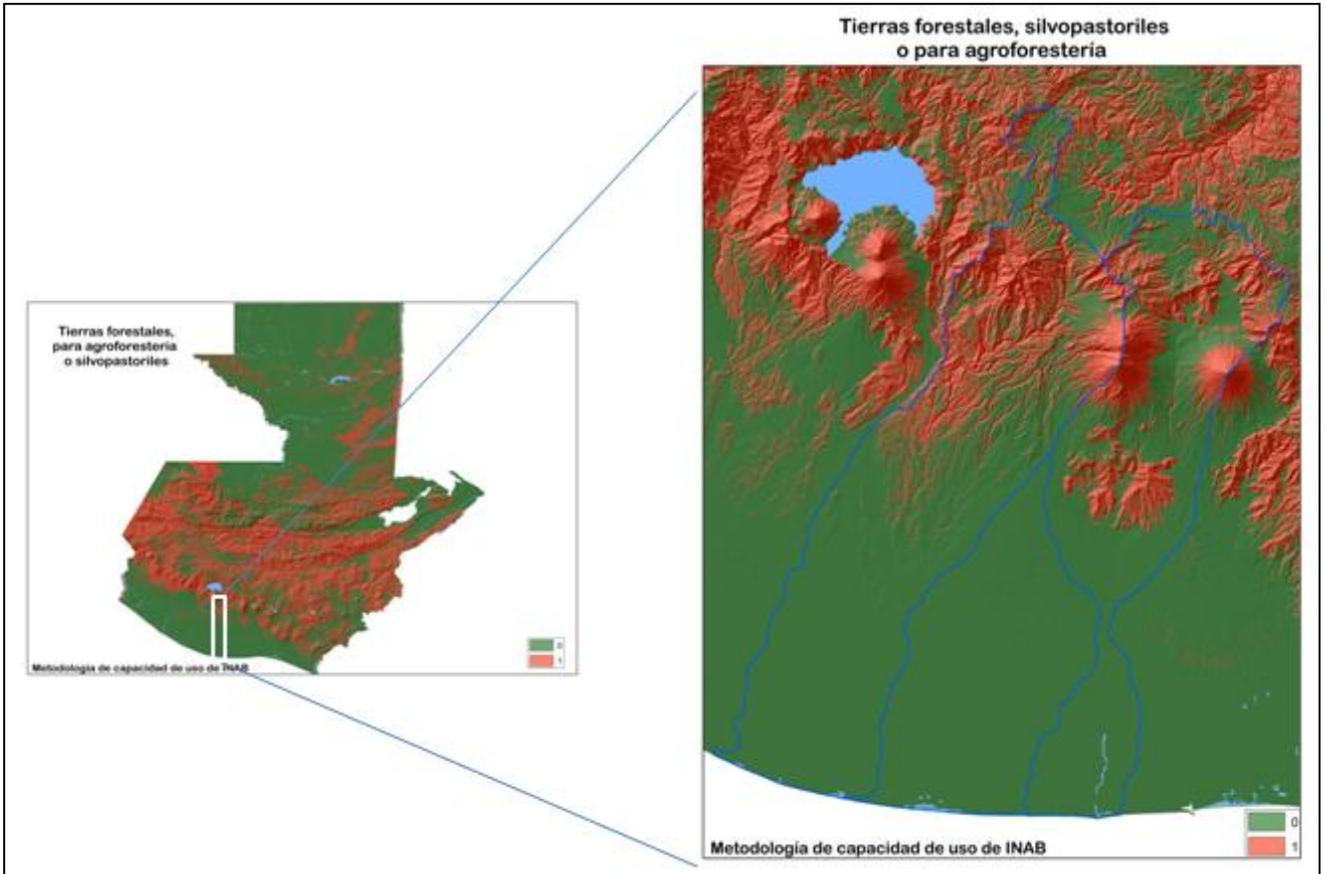


Figura 3. 26. Mapa de reclasificación de capacidad de uso de la tierra en base a categorías de agricultura y forestal.

C. Integración de capas

La figura 3.27 es el resultado de la ecuación 2. El resultado de las capas de ríos, curvatura y capacidad de uso de la tierra.

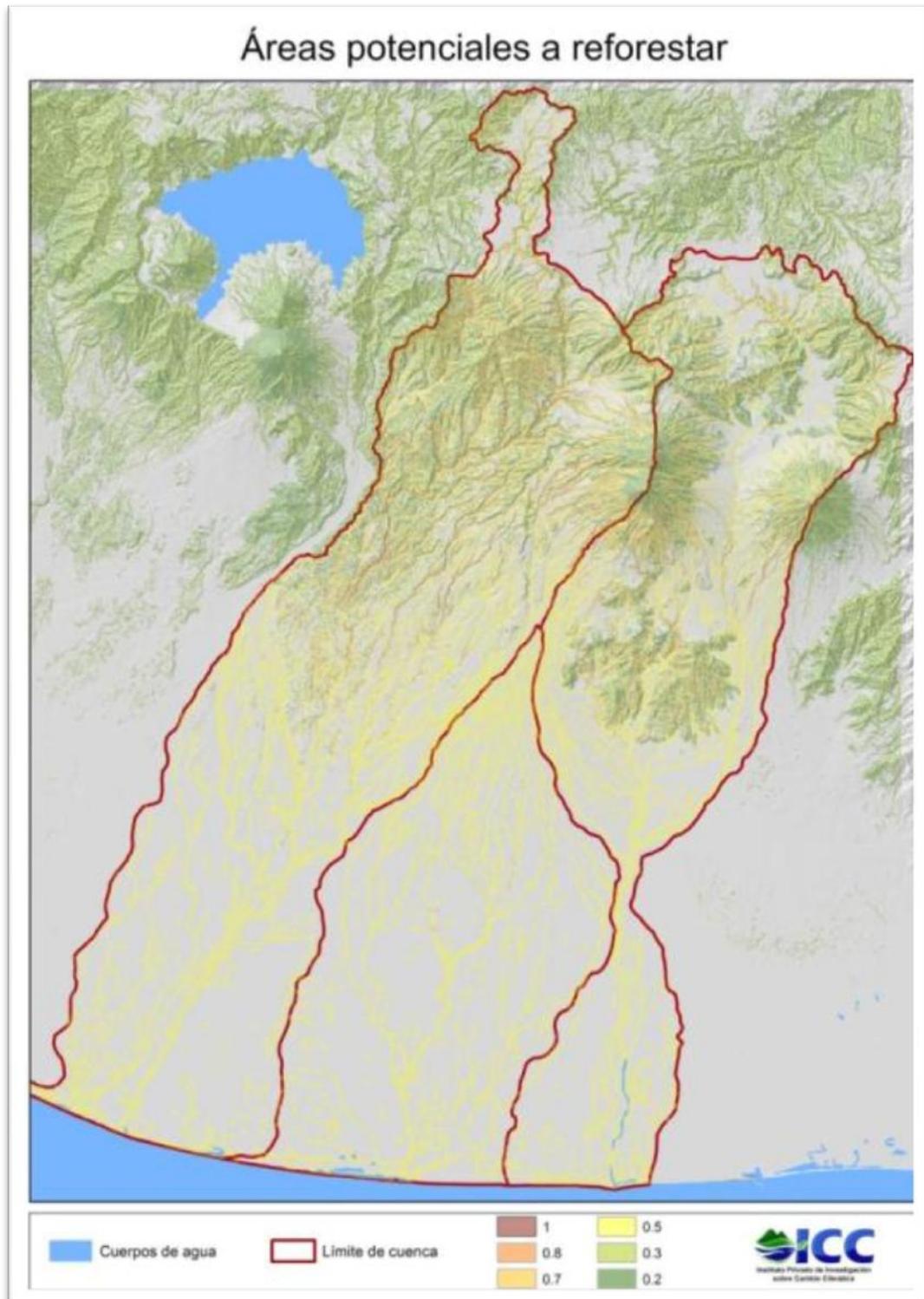


Figura 3. 27. Propuesta de mapa para áreas potenciales a reforestar en riberas de ríos

Como se puede observar en la Figura 3. 28, la nomenclatura corresponde a los valores 1, 0.8, 0.7, 0.5, 0.3 y 0.2. Debido a lo mencionado anteriormente, cada una de las capas que se utilizaron en el proceso, se les asignó una ponderación (ríos 50%; curvatura: 30%; capacidad de uso 20%). Por lo que el valor de 1, nos dice que en áreas con color rojo (ver figura 26) hay un traslape de las tres capas, esto significa que las áreas con estos valores, por su cercanía a ríos, por la convexidad de su terreno y una capacidad de uso apta para labores forestales, son áreas en las que se recomienda reforestar, basada la decisión en los criterios antes expuestos.

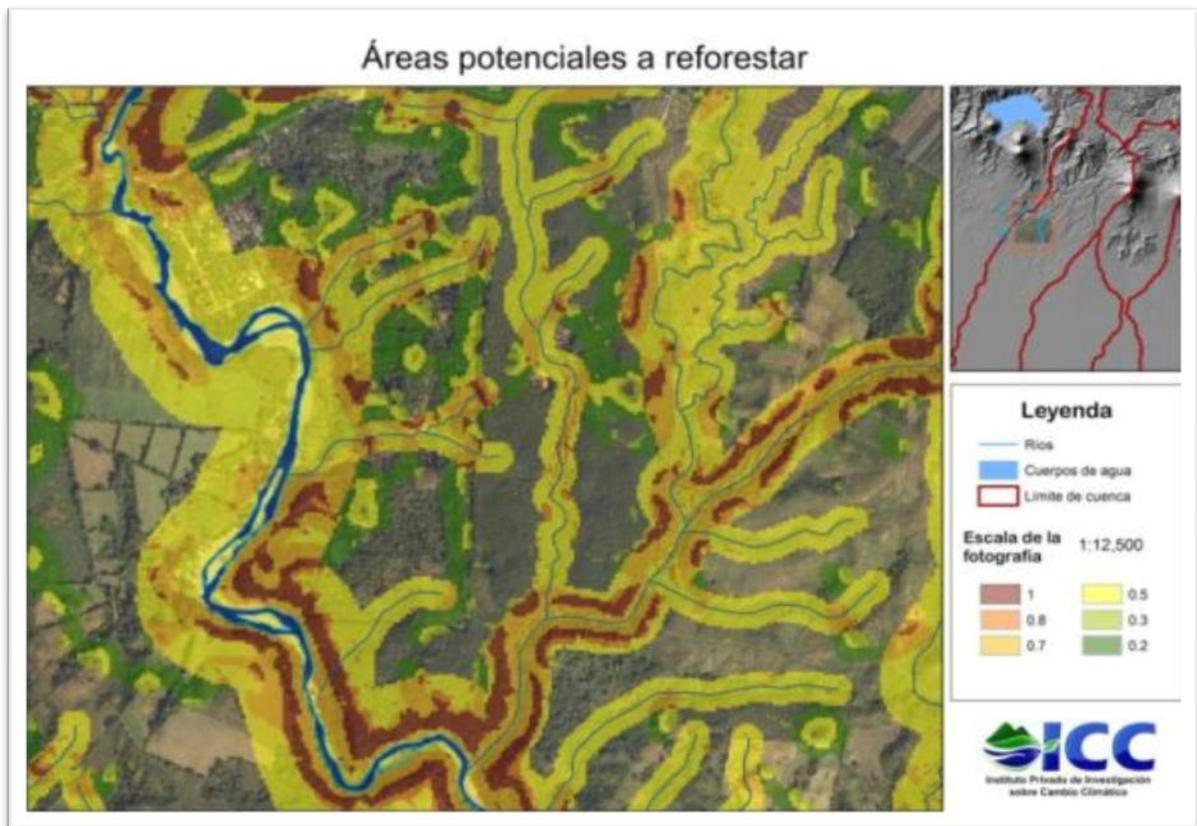


Figura 3. 28. Ejemplo de aplicación

En áreas que tienen valores de 0.8 (anaranjado fuerte) significa que hay un traslape de capas de ríos (50%) y de curvatura (30%). Por lo que en estas áreas, por su cercanía a ríos y la convexidad de su terreno, son áreas que se recomienda darle prioridad en segundo lugar. Y así sucesivamente con el resto de combinaciones.

3.3 PROPUESTA DE DISEÑO DE ARBORETUM, CENGICAÑA

3.3.1 Presentación

Un Arboretum es un jardín botánico dedicado a árboles y otras plantas leñosas, que forman una colección de árboles vivos con la intención de ser demostrativo (especies nativas), conservación de especies, estudiarlos científicamente. Específicamente está dedicado a conservar y exhibir plantas y árboles vivos tanto nativos como exóticos, conformar un refugio ecológico para las especies animales y vegetales del área que se encuentren en peligro, ser un banco de germoplasma de especies nativas, ser un centro de germinación y propagación de especies nativas, y de rescate de la flora del propio lugar, a fin de obtener ejemplares que puedan ser utilizados para reforestar otras reservas ecológicas.

Como parte de las actividades del ICC, está impulsar aquellas que permitan recuperar y mantener áreas boscosas dentro de las cuencas de importancia, además de brindar un cambio de oportunidad en el enfoque que se le está dando a la educación ambiental que reciben los estudiantes de nivel primario y secundario de nuestro país; despertar y cultivar en las personas la responsabilidad y el respeto por la naturaleza. Por lo que para lograr estas actividades se propuso darle seguimiento a las actividades del Arboretum que se iniciaron en el 2002

3.3.2 Antecedentes

El Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, CENGICAÑA, con la finalidad de tener la infraestructura necesaria para el desarrollo de sus objetivos, adquirió en 1994 el área para la construcción de la Estación Experimental Camantulul. El área total de la Estación Experimental Camantulul es de 61.42 hectáreas, la administración de la estación se divide en 32 lotes de dimensiones variables; la mitad de éstos son utilizados con fines de investigación del cultivo de caña de azúcar, el resto se utiliza para la producción comercial del cultivo, investigación forestal y administración. Los lotes de producción e investigación son identificados según una numeración correlativa que va de 1 a 29 (González 1998).

El lote 5 (2.05 ha) está siendo utilizado para el cultivo de especies forestales con el objeto de conservar especies amenazadas y evaluar aquellas con potencial productivo energético, ésta área ha sido dividida en 8 rodales (un arboretum y 7 plantaciones puras), el arboretum cuenta con una colección de 41 especies de árboles nativos e introducidos, las parcelas son plantaciones puras de *Tectona grandis*, *Eucaliptus torreliana*, *Eucaliptus deglupta*, *Eucaliptus camaldulensis*, *Tabebuia rosea* y *Cybistax donnell-smithii*.

Las plantaciones forestales y el arboretum (lote 5) de la Estación Experimental Camantulul fueron establecidos en 1998 y 2002, respectivamente, con el objeto de conservar especies forestales amenazadas, así como para evaluar el potencial productivo (principalmente energético) de especies forestales de origen diverso, nativas e introducidas (González, 1998).

El enfoque de CENGICAÑA hacia la actividad forestal, se ha dado como respuesta a la alta potencialidad de desarrollo de especies forestales latifoliadas existente en el área, debido a los privilegios del ecosistema (suelos y clima) de la región cañera del país (González, 1998).

3.3.3 Objetivos

A. Objetivo general

Presentar una propuesta de rediseño para el Arboretum del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA).

B. Objetivos específicos

- Identificar especies existentes.
- Establecer un sendero y áreas de descanso.
- Enriquecimiento de Arboretum con especies nativas.

3.3.4 Metodología

A. Medición del polígono

Esta medición fue realizada gracias a la colaboración del Ingenio la Unión. La medición del polígono (lote 5) fue útil para la delimitación del área y la elaboración del mapa de referencia. Para planificación de áreas donde se implementaría el sendero y áreas de descanso.

B. Restauración del sotobosque

Introducción de especies tales como (nombres comunes): maxan, heliconias; y la propagación de pacayas, mano de león, bijau.

C. Plantación

Plantación de alrededor de 12 especies nuevas. Estas especies fueron de las que se identificaron que no se encontraban en el Arboretum.

D. Trazado y elaboración de sendero

Selección y trazado por donde el sendero atravesaría. Esta actividad se realizó con la ayuda de estacas. También se tuvieron que realizar actividades de limpieza malezas, de la hojarasca existente.

Una vez trazado el sendero, se procedió a la limpieza del mismo. Seguidamente para su delimitación se utilizaron varas de bambú de 1mt o menos.

E. Identificación de especies de interés (comunicación visual)

Esta actividad se realizó primordialmente para conocer cuáles son las especies que se encuentran en el recorrido del sendero. Se utilizaron piedras, enumeradas, que se colocaron al pie de los árboles para identificarlos. El nombre y usos fueron descritos en una cartilla que se elaboró con información relevante del Arboretum.

F. Actividades de mantenimiento

Dentro de estas actividades se pueden mencionar:

- Podas (del arboretum) de ramas secas, y de ramas que dieran sombra a los árboles plantados.
- Control de plagas y enfermedades.
- Control de malezas.
- Limpieza permanente del sendero.

3.3.5 Resultados

A. Mapas resultantes de la medición

De las mediciones de campo y análisis en ortofotos, se obtuvieron mapas de ubicación y de disposición de áreas. Los cuales han servido para presentación de propuestas, para ubicar a visitantes, para conocer las áreas totales con las que se cuenta. La Figura 3. 29 presenta una vista general de la estación Camantulul de CENGICAÑA.



Figura 3. 29. Perímetro de la Estación Experimental Camantulul

En la Figura 3. 30 se presenta el polígono del área del lote 5, en donde se puede ver cómo están dispuestos los sectores forestales. El sector del Eucalipto presenta un área de 0.365 Ha, de matiliguete 0.095 Ha, de teca 0.16 Ha, de palo blanco 0.16 Ha, finalmente el Arboretum (área de interés) tiene una extensión de 0.83 Ha.

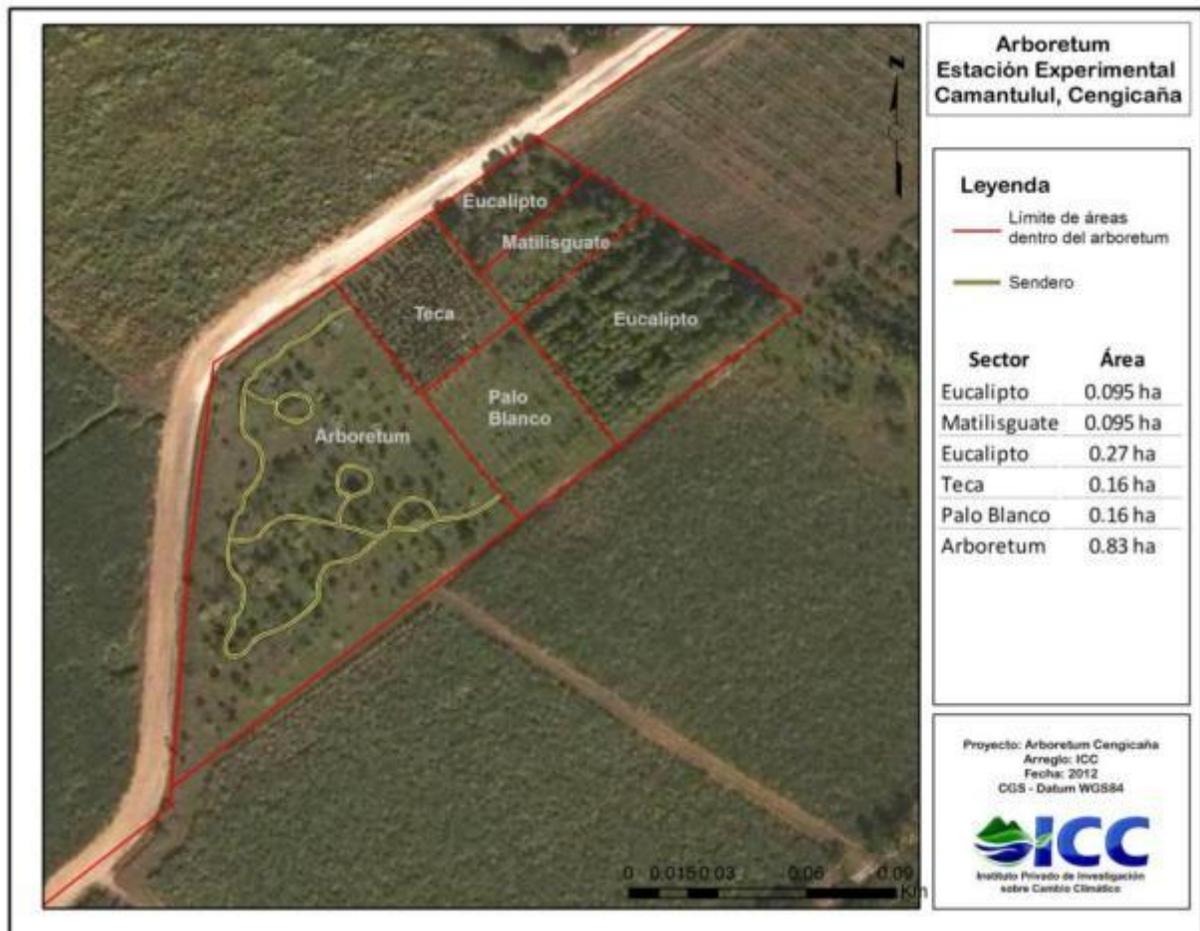


Figura 3. 30. Mapa del lote 5 (Arboretum, plantaciones)

B. Plantación

Para esta actividad se adquirieron las plantas en el vivero Palo Gordo, en San José el Ídolo, Suchitepéquez. Habiendo identificado algunas especies que no se encontraban en el Arboretum, se hizo un listado y fueron de las que se adquirieron para esta actividad. Estas son: Las especies que se plantaron fueron: Ramón, Fruta de pan, Sauce, Jaboncillo, Guayacán, Ceiba, Cedro, Cacao, Paraíso, Cerezo, Pito, Guapinol, Plumillo, Chíchique.



Figura 3. 31. Selección de espacios para plantar árboles



Figura 3. 32. Preparación del terreno (ahoyado – izquierda). Siembra (derecha)



Figura 3. 33. Identificación de especies (izq) árbol de Fruta de pan (*Artocarpus altilis* - der)



Figura 3. 34. Árbol de Sauce (*Salix chilensis*- izq) y Ceiba (*Ceiba pentandra* -der) plantados.

Otras actividades realizadas luego de la siembra de los árboles, fue la de riego, puesto que se establecieron en época de verano (septiembre-diciembre) y era imprescindible que fueran regados para poder sobrevivir. Otras actividades de mantenimiento fueron las de eliminación de malezas (plateo)



Figura 3. 35. Chapeo de malezas (izq). Árbol de ramón sin plato (centro). Árbol de jaboncillo con plato y libre de malezas (der).



Figura 3. 36. Tractor proveedor de agua para riego (izq). Método de riego selectivo(der)

C. Sendero

Una parte fundamental del Arboretum es el sendero, puesto que fue diseñado estratégicamente para que atravesara por todo éste y pudieran observarse la variedad de especies que se pueden encontrar, y que estuviera dispuesto de manera agradable para ser recorrido



Figura 3. 37. Trazo de sendero (izquierda). Limpieza de área trazada (derecha)



Figura 3. 38. Limpieza de área trazada



Figura 3. 39. Sendero limpio (izquierda). Corte de bambú (derecha)



Figura 3. 40. Bambú listo para ser colocado (izquierda). Colocación de bambú (derecha)



Figura 3. 41. Disposición de sendero con bambú

D. Comunicación visual

Puesto que uno de los fines principales de un Arboretum es ser demostrativo, se identificaron especies importantes y representativas de la zona y del país.



Figura 3. 42. Identificación de árboles (izquierda). Plaquetas de identificación (derecha).



Figura 3. 43. Elaboración de señalización (izquierda). Piedras para señalización (derecha)

Los árboles señalizados fueron los que quedaron a orillas del sendero y se consideró su identificación puesto que son nativos principalmente.



Figura 3. 44. Piedras identificadas (izq). Árbol señalizado, número 11, Cedro (*C. odorata* - der)

E. Árboles identificados:

1. Cericote (*Cordia dodecandra*)
2. Ramón (*Brosimum alicastrum*)
3. Cortéz (*Tabebuia donnell-smithii*)
4. Cenicero (*Samanea saman*)
5. Coxté (*Colubrina ferruginosa*)
6. Canela (*Cinnamomum zeylanicum*)
7. Ceiba (*Ceiba pentandra*)
8. Piñón (*Jathropa curcas*)
9. Madre cacao (*Gliricida sepium*)
10. Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*)
11. Cedro (*Cedrela odorata*)
12. Volador (*Terminalia oblonga*)
13. Laurel (*Bourerria Oxyphylla*)

- | | |
|--|--|
| 14. Palo blanco (<i>Cybistax donnell-smithii</i>) | 19. Castaño (<i>S. apétala</i>) |
| 15. Nance (<i>Byrsomina crassifolia</i>) | 20. Caoba (<i>Swietenia humilis</i>) |
| 16. Chichique (<i>Aspidosperma megalocarpo</i>) | 21. Inga (<i>Inga sp</i>) |
| 17. Júpiter (<i>Lagerstroemia indica</i>) | 22. Matilisguate (<i>Tabebuia rosea</i>) |
| 18. Tecomasuchil (<i>Cochlospermum vitifolium</i>) | 23. Flamboyán (<i>Delonix regia</i>) |

F. Amenazas

Puesto que el área de Arboretum se encuentra en un lugar de paso continuo de peatones se encuentra expuesto a actividades de extracción de leña. Otra amenaza sucedida fue el paso de la tormenta E-12 en el mes de octubre del año 2011, en donde se perdieron árboles debido a los fuertes vientos y lluvias.



Figura 3. 45. Leña apilada de Eucalipto de invasores (izq). Árbol caído por fuertes vientos ocasionados por la tormenta tropical 12-E.



Figura 3. 46. Árboles afectados por los fuertes vientos de la tormenta 12 – E.

3.4 DIGITALIZACIÓN DE LOS USOS DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA COMO PARTE DEL PROYECTO DEL MAPA DE COBERTURA VEGETAL Y USO DE LA TIERRA –COBUSOT- DEL AÑO 2010 A ESCALA 1:50,000 DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA (MAGA)

3.4.1 Antecedentes

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), a través de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR), ha generado 2 mapas de cobertura vegetal y uso de la tierra de los años 2001 y 2003, a escalas 1:250,000 y 1:50,000 respectivamente.

El mapa del año 2003, fue realizado con apoyo del Instituto Nacional de Bosques (INAB), la Universidad del Valle de Guatemala (UVG), el Centro Universitario de Oriente (CUNORI-USAC), la Asociación Nacional del Café (ANACAFE) y el Programa MOSCAMED.

Durante los años 2006 y 2007 el MAGA ejecutó el Proyecto de Obtención de Imágenes a Escala de Detalle, por medio del cual se obtuvo imagen digital aérea en colores verdadero e infrarrojo, y a partir de la cual se derivaron las ortofotos que cubren todo el país. Asimismo, en forma conjunta con el Instituto Geográfico Nacional (IGN) se llevó a cabo la actualización al año 2008 de la Base Cartográfica Nacional a escala 1:50,000, esta base está constituida por 11 capas de información digital y de éstas la capa de “Ocupación del Suelo” es la que se considera la información de base para generar una actualización del mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra, el cual es importante generar debido a la dinámica agrícola en algunas regiones del país.

Con esta información de base, se pretende realizar la actualización del mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra al año 2010. Por ser un proyecto de cobertura nacional, el MAGA ha invitado a un grupo de instituciones para participar en el proyecto. Por ser el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático parte de la agroindustria cañera, se le

invitó a formar parte de este proyecto, en la parte de digitalización de los departamentos de Santa Rosa y Suchitepéquez; así como la validación de áreas de caña en el departamento de Escuintla.

Los objetivos que tiene el MAGA para este mapa es el siguiente: elaborar un mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra al año 2010 y a escala de semidetalle (1:50,000) de la República de Guatemala.

3.4.2 Objetivos

- Digitalización de los usos del departamento de Santa Rosa.
- Apoyo en la planificación y ejecución de taller de validación de áreas de caña.

3.4.3 Metodología

A. Para la edición del departamento de Santa Rosa

a. Materiales

El material necesario para detallar la cobertura vegetal y uso de la tierra al año 2008, del departamento correspondiente, es el siguiente:

- Capa de ocupación del suelo -OCS- derivada de la Base Cartográfica Nacional 1:50,000 y editada a nivel nacional por el Laboratorio SIG-MAGA 2008.
- Ortofotos RGB a nivel nacional en formato comprimido *.ecw elaborado en el Laboratorio SIG-MAGA.
- Mosaico de imágenes de hojas cartográficas en formato *.ecw editado en el Laboratorio SIG-MAGA.
- Mosaicos de imágenes ASTER al año 2010.
- Capa de cobertura y uso de la tierra año 2003.
- Leyenda Corine Land Cover adaptada a Guatemala.

-Este material fue proporcionado por El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), a través de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo (UPGGR).

B. Digitalización para la obtención de la capa PRE-USOT-2010

Para efectuar las delineaciones de la cobertura vegetal y los usos de la tierra, se tomó como referencia la capa OCS actualizada al año 2008 y la que ha sido editada a nivel nacional en el Laboratorio SIG-MAGA.

Con la referencia de las delineaciones que ofrece la capa de OCS 2008 y sobre las ortofotos del año 2006, se procedió a visualizar en pantalla acercamientos a escalas 1:10,000 y 1:15,000 que permitían establecer las diferencias entre los usos (principalmente textura y color), una vez identificadas las diferencias se realizó otro

acercamiento a 1:5,000 para efectuar la digitalización de la unión o separación entre coberturas vegetales o usos de la tierra similares o diferentes, mismas que se codificaron en base a la Leyenda Corine Land Cover. Como elementos de apoyo para definir las diferentes categorías de cobertura vegetal y usos de la tierra, se contó con la capa a escala 1:50,000 del año 2003, así como el mosaico de imágenes de las hojas cartográficas 1:50,000 del año 2008 elaborado en el Laboratorio SIG-MAGA.

La capa resultante de la digitalización al 2008, previo a llevarla a la consulta con los conocedores locales para su validación y según los avances obtenidos, fue denominada PRE-USOT-2010.

C. Ejecución de talleres de validación con conocedores locales

Una vez dispuesta la capa PRE USOT-2010, se tuvo que validar en talleres participativos, con conocedores locales/representantes institucionales.

a. Planificación de taller

El taller participativo se realizó para validar la capa PRE-USOT-2010, misma que para fines de identificación y ubicación de los informantes locales se imprimó en formato 24" x 36" sobre las hojas cartográficas y sobre las ortofotos que correspondían a cada departamento.

b. Convocatoria

Se coordinó con el encargado del comité de SIG del Centro Guatemalteco de Investigación sobre la Caña de Azúcar –CENGICAÑA-, Ingeniero Braulio Villatoro para que realizara la convocatoria de los miembros del mismo al taller de validación.

c. Desarrollo del taller

La metodología durante taller fue la siguiente:

- Se realizó una breve presentación para explicar a los participantes de qué se trataba la actividad, antecedentes y la metodología utilizada para la digitalización y la metodología a desarrollarse durante el taller.

- Se colocaron en las mesas de trabajo los impresos mencionados con anterioridad (mapas en cartográficas y ortofotos).

- Los reconocedores locales realizaron el chequeo de sus áreas y señalaron sus observaciones.

- Se revisó la información resultante para la posterior digitalización.

Puesto que esta actividad se realizó con el comité de SIG de los ingenios, se acordó que para fines prácticos y de corroboración de áreas se les proporcionarían las áreas que contienen los usos de caña en formato “shape” para que éstos enviaran digitalmente sus observaciones de acuerdo a la información que ellos poseen.

3.4.4 Resultados

En la Figura 3. 47 se presental el resultado de la digitalización del uso para el departamento de Santa Rosa (hasta la curva 800). En la leyenda se puede observar el código utilizado para la descripción de los usos basado en la nomenclatura de Corine Land Cover⁹. Por ejemplo un 111, es la codificación utilizada para Tejido Urbano Continuo; 112 para Tejido Urbano Discontinuo; 113 Tejido Urbano Precario; 114 Lotificaciones.

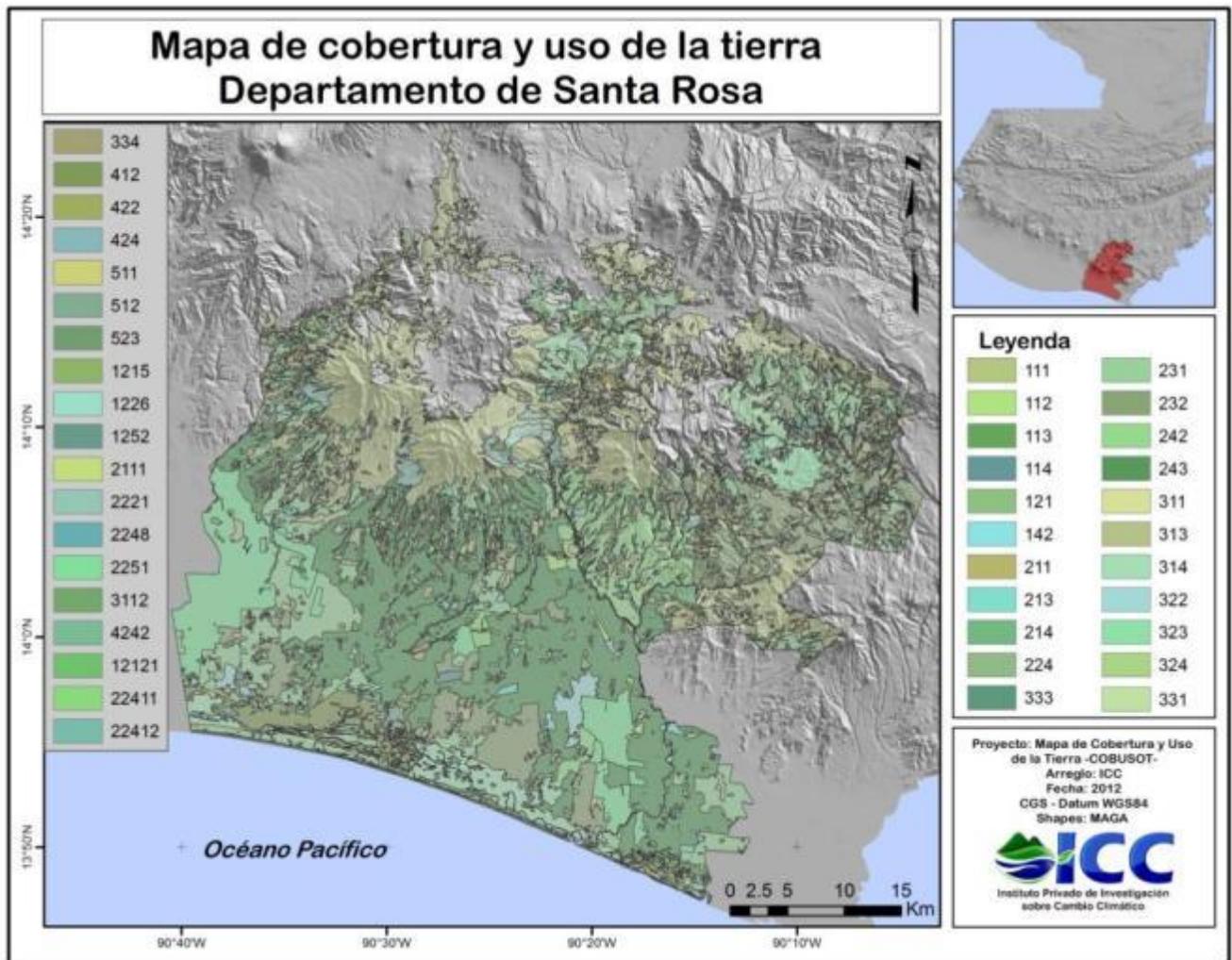


Figura 3. 47.Cobertura y uso de la tierra –COBUSOT- para el departamento de Santa Rosa.

⁹ Corine Land Cover es un inventario de la ocupación del suelo y coberturas vegetales realizado en el marco de la constitución de una base de datos, que constituye una herramienta útil de la política del medio ambiente y de la ordenación territorial para la toma de decisiones.

El taller de validación se llevó a cabo con los integrantes del comité de SIG (representantes de los Ingenios Magdalena, Santa Teresa, Palo Gordo, Pantaleón, Santa Ana, San Diego-Trinidad, Madre Tierra, CENGICAÑA, ICC), quienes a través del ortomapa y hoja cartográfica de los departamentos de Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla hicieron sus observaciones de acuerdo a su conocimiento en el área de caña. Para este taller, la finalidad era únicamente validar las áreas donde existe el uso de caña.



Figura 3. 48. Representantes de los diferentes ingenios verificando áreas de caña en el mapa con ortofotos del departamento de Escuintla.



Figura 3. 49. Representantes de Ingenio Santa Ana verificando áreas en ortomapa del departamento de Santa Rosa.



Figura 3. 50. Algunos ingenios corroboraron áreas en sus bases de datos de SIG.

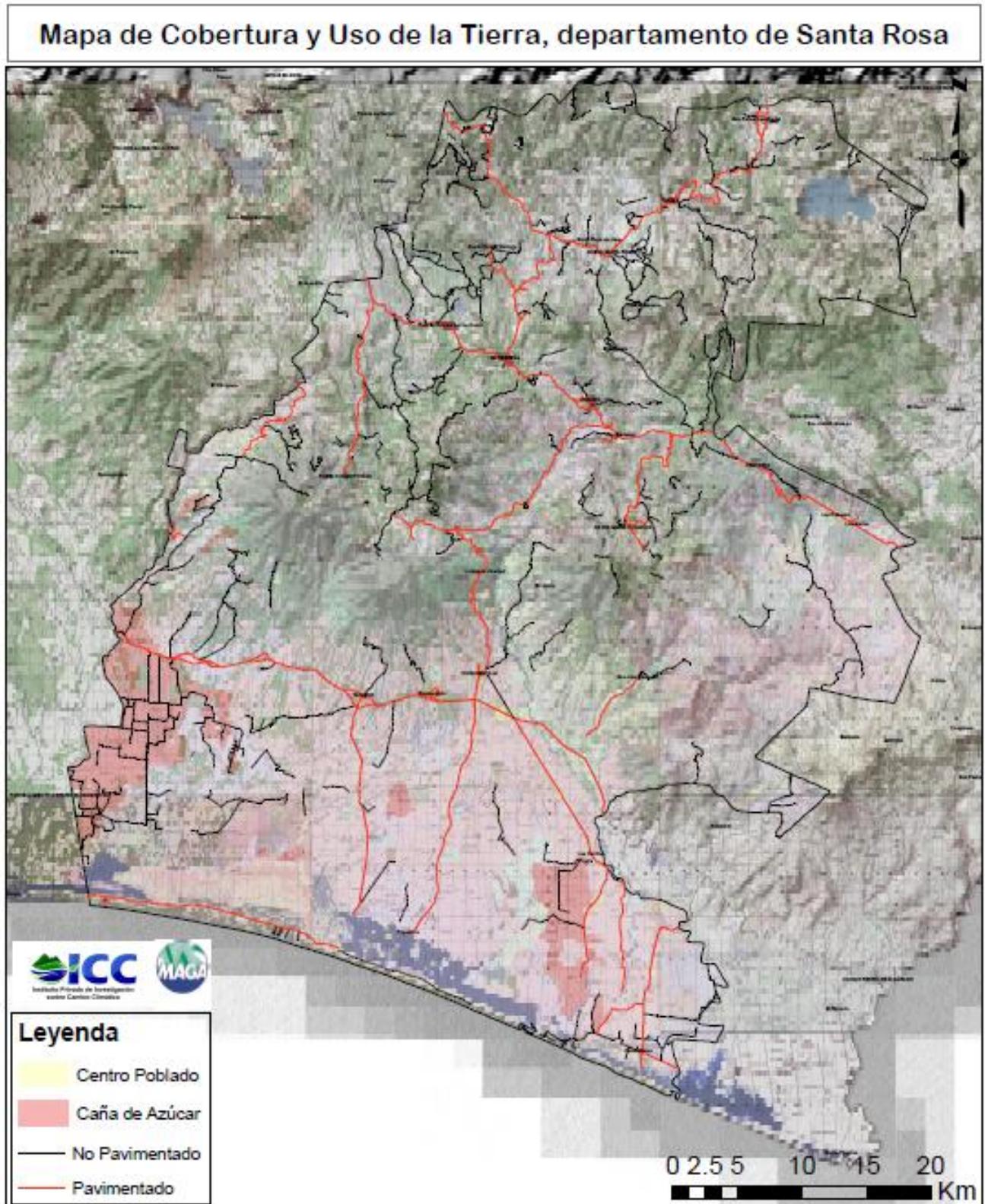


Figura 3. 51. Mapa del departamento de Santa Rosa de Cobertura y Uso de la Tierra en hoja cartográfica utilizado para validar áreas de caña de azúcar durante el taller.

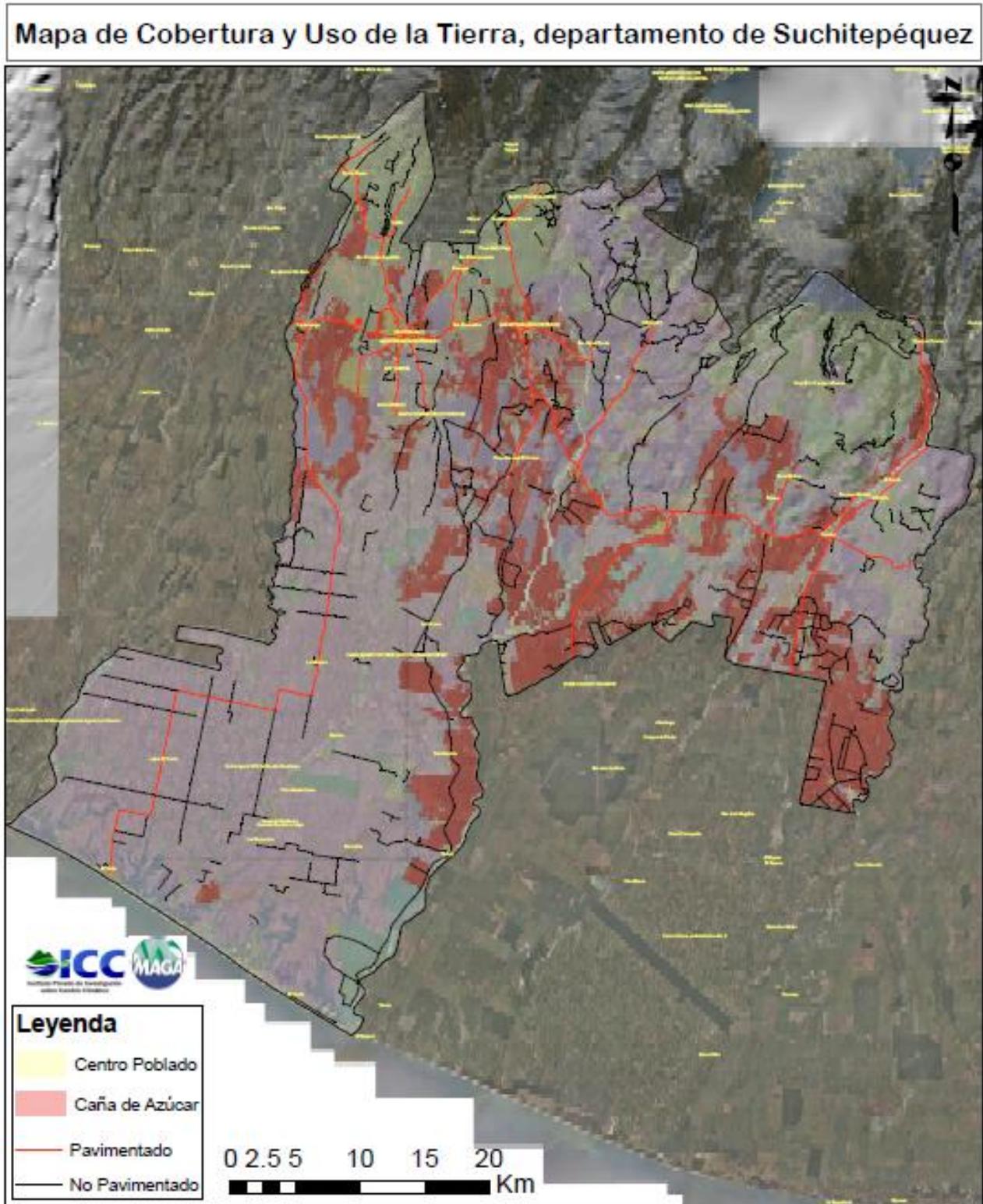


Figura 3. 52. Mapa del departamento de Suchitepéquez de Cobertura y Uso de la Tierra en ortofotos, utilizado para validar áreas de caña de azúcar durante el taller.

3.5 SERVICIOS NO PLANIFICADOS

3.5.1 Cajetín para el ICC

Se realizó el diseño del cajetín para la presentación de mapas que se elaboran en el departamento de SIG del ICC. Esto con fines de estandarizar la presentación de los mapas. En la Figura 3. 53 se presenta un mapa utilizando el cajetín diseñado.

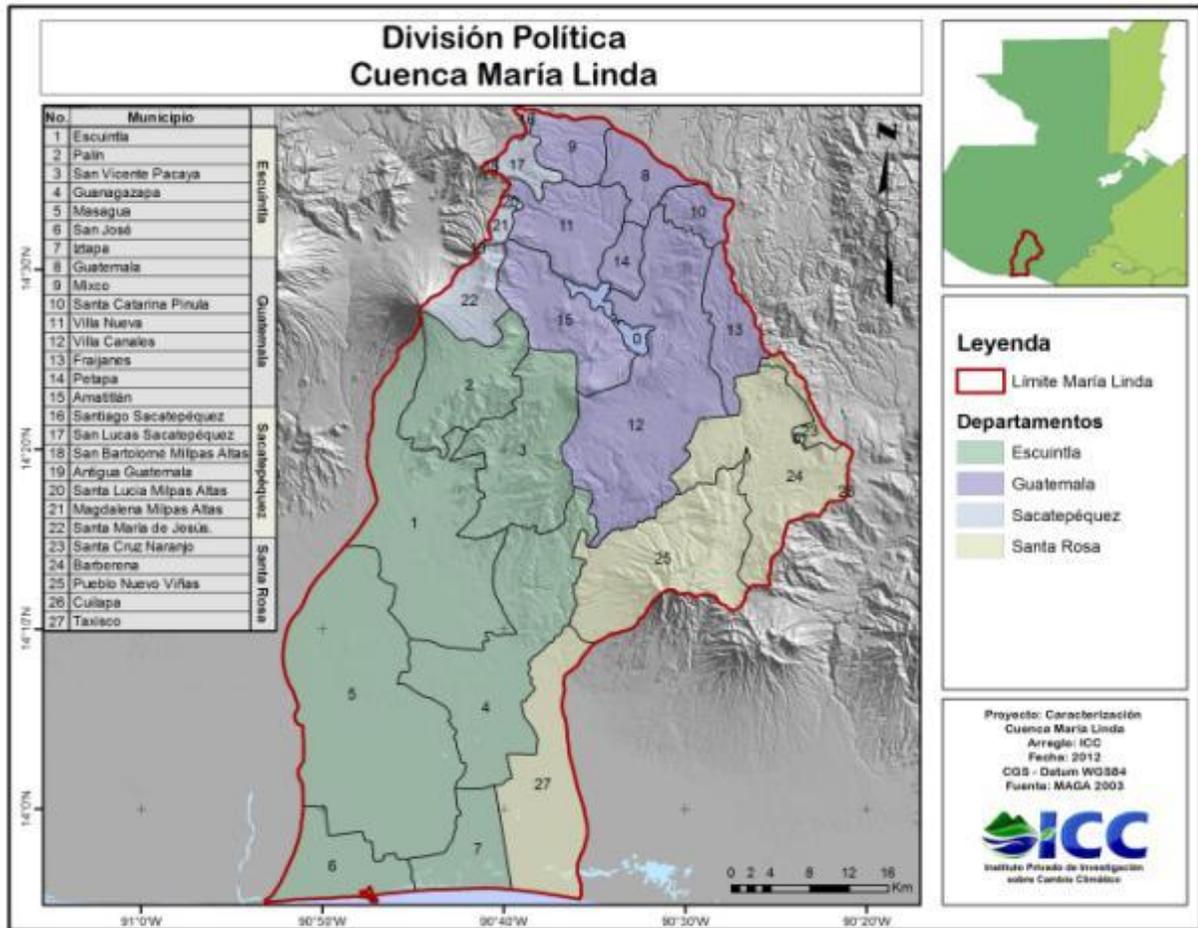


Figura 3. 53. División política de la cuenca María Linda utilizando el nuevo diseño de cajetín.

3.5.2 Diplomado EN Cambio Climático

Como parte de las actividades organizadas por el programa de Desarrollo de Capacidades y Divulgación quién llevó a cabo el diplomado de Cambio Climático impartido a profesores, en el mes de febrero de 2012; como apoyo a este programa y como representante del programa de Manejo de Integrado de Cuencas (MIC) se impartió la sesión del tema de Manejo Integrado de Cuencas en los municipios de Mazatenango y Retalhuleu y apoyo en el departamento de Santa Rosa.



Figura 3. 54. Portada de folleto del Diplomado (izq). Profesores de Retalhuleu realizando ejercicio de delimitación de cuenca (der).



Figura 3. 55. Profesores de Mazatenango recibiendo curso (izq). Profesores exponiendo resultados de ejercicio de manejo de cuencas (der).

1.6.1 Bibliografía Servicios

1. EHOW.com. 2011. Buffer áreas (en línea). US. Consultado 1 oct 2011. Disponible en: http://www.ehow.com/info_10049153_buffer-area.html
2. ESRI (Environmental Systems Research Institute, US). 2011. ArcGIS desktop discussion forums: ArcGIS Desktop - extension - spatial analyst forum: topogrid (en línea). US. Consultado 1 oct 2011. Disponible en: <http://forums.esri.com/Thread.asp?c=93&f=995&t=118048>
3. Gobierno Bolivariano de Venezuela, VE. 2011. Suelos (en línea). Venezuela. Consultado 1 oct 2011. Disponible en: <http://www.embavenelibano.com/v000068s.html>
4. González, A. 1998. Documento descriptivo de la estación experimental Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar -CENGICAÑA- Escuintla, Guatemala. Guatemala, CENGICAÑA. 27 p.
5. Herrera, M. 2006. Apuntes del curso de semillas y viveros. Huehuetenango, Guatemala, USAC, Centro Universitario de Noroccidente, Facultad de Ciencias Forestales. 46 p.
6. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2003. Consideraciones técnicas y propuesta de normas de manejo forestal para la conservación de suelo y agua. Guatemala. 34 p.
7. Londoño, LA. 2007. Sistemas de información geográfica: análisis espacial (en línea). XUS. Consultado 8 mayo 2012. Disponible en: <http://geoinformatica.wordpress.com/analisisespacial1/analisisdesuperficie/>
8. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2010. Proyecto: mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra, año 2010 (borrador). Guatemala. 12 p.
9. Pajares, C; Artigado, L. 1995. Localización de zonas idóneas para reforestar mediante el uso de un sistema de información geográfica: aplicación a un área de la comunidad de Madrid. Alcalá, España, Universidad de Alcalá de Henares, Departamento de Geografía. 134 p.
10. Universidad de Murcia, ES. 2012. Formato raster: álgebra de mapas (en línea). España. Consultada 9 mayo 2012. Disponible en: http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_5.pdf



Bo. Rolando Barrios

1.7.1 Anexos

Anexo 8. Boleta de evaluación de comunidades para el establecimiento de viveros.

Municipio _____					
Responsable _____					
Fecha de Evaluación _____					
Nombre del Evaluador _____					
Coordenadas del área _____					
No.	Criterio	Indicadores	Punteo		Punteo Obtenida
1	¿Área para reforestar?	Propia	15	15	
		Cercana		10	
		No		5	
2	Disponibilidad de agua para riego	Pozo	15	10	
		Rio		5	
		Tubería		15	
		No		0	
3	Acceso para cargar plantas	Camión	15	15	
		Vehículo pequeño		10	
		No		5	
4	Cuenta con seguridad para el vivero	Si	15	15	
		No		5	
5	Finalidad	Conservación	10	8	
		Plantas maderables y/o energéticas		10	
		Árboles frutales		10	
6	Nombre cuenca	Achiguate, Coyolate, Maria Linda	10	10	
		Acomé		7	
		Otras vertiente pacifico		5	
7	Area cañera	Si	5	5	
		No		3	
8	Parte de la cuenca	Baja (<700 msnm)	5	5	
		Media (700-1500 msnm)		4	
		Alta (>1500 msnm)		3	
9	Cantidad de personas beneficiadas	< 100 personas	5	0	
		100-500 personas		3	
		> 500 personas		5	
10	Tipo de organización	COCODE	5	5	
		MANCOMUNIDAD		3	
		Organización civil		5	
		Propietario privado		0	
PUNTEO TOTAL (Punteo Minimo: 70 puntos)			100		

Anexo 9. Boleta de evaluación de comunidades para establecimiento de viveros forestales. Boleta llena para ASOBORDAS, municipio de la Nueva Concepción, Escuintla.

INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO
Boleta de evaluación de áreas para establecimiento de viveros

ICC

Municipio: Nueva Concepción, Escuintla
 Responsable: Asobordas, Mónica Torres
 Fecha de Evaluación: 11/02/2011
 Nombre del Evaluador: Andrés Velasco
 Coordenadas del área: 13-14.19.506 90-21.17.574 Punto 205

No.	Criterio	Indicadores	Puntos	Calificación Global
1	¿Área para reforestar?	Propia	15	15
		Cercana	10	
		No	5	
2	Disponibilidad de agua para riego	Fuente	10	100
		WU	5	
		Tubería	15	
		No	0	
3	Acceso para cargar plantas	Camión	15	15
		Vehículo pequeño	10	
		No	5	
4	Cuenta con seguridad para el vivero	Si	15	15
		No	5	
5	Finalidad	Conservación	10	100
		Plantas maderables y/o energéticas	10	
		Árboles frutales	10	
6	Nombre cuenca	Achiguate, Coyolate, María Linda	10	100
		Acomá	5	
		Otras vertiente pacífica	5	
7	Área cañera	Si	5	5
		No	0	
8	Parte de la cuenca	Baja (<700 mm)	5	5
		Media (700-1500 mm)	4	
		Alta (>1500 mm)	3	
9	Cantidad de personas beneficiadas	< 100 personas	5	15
		100-500 personas	3	
		> 500 personas	5	
10	Tipo de organización	COCODE	5	15
		MANCOMUNIDAD	3	
		Organización civil	5	
		Propietario privado	0	
PUNTEO TOTAL			100	95

*Puntos Máximo: 10 puntos

Observaciones: Tienen establecido un vivero y
tienen el apoyo de la Junta de
Asistencia de Asistencia Rural de esta reforestación (municipio de
Escuintla) en precio fijo.

Anexo 10. Trifoliar elaborado como material de apoyo de información de los comunitarios

Preparación del sustrato para el llenado de bolsas

Se utiliza la proporción 3:1:1 (3 proporciones de tierra, 1 de arena y 1 de materia orgánica - opcional).

La mezcla se hace manualmente, mezclando los 3 componentes hasta lograr un sustrato homogéneo tanto en color como en consistencia.

¿Cómo vamos a llenar las bolsas?

Se llenan las bolsas con la mezcla del sustrato, compactándolas bien para no dejar cámaras de aire, luego se colocan en los tabloncitos para su posterior siembra.

Con el propósito de eliminar hongos, bacterias, ~~o~~ ~~o~~ ~~o~~ e insectos que pudieran afectar el buen desarrollo de la planta. Se hará una desinfección y ~~desinfestación~~ mediante el uso de cualquier método.

El Trasplante

Consiste en el traslado de las plántulas del germinador a las bolsas apiladas en tabloncitos. El traslado es cuando tengan como mínimo dos hojas, (plántula en estado de soldadito como se le llama comúnmente), no esperar a que tenga tres o más. Esto permite un mayor porcentaje de pegue y mejor desarrollo de las plántulas.



Las labores de manejo durante el desarrollo de las plantas en el vivero

Riego

Se aconseja regar 2 veces al día, a los 15 días se baja a un riego por día, a los 30 días de nacidas las plantas se riega un día sí y otro no.

Deshierbado

Después del riego se realiza esta actividad eliminando las malezas que se encuentran en las bolsas y semilleros.

Las escardas, se realizan después de eliminar las malezas y es cuando se procede a la remoción de la costra que se forma en la parte superior de las bolsas y entre los surcos de los semilleros. Es muy importante porque permite que el agua penetre con mayor facilidad a las raíces, también favorece a que el aire circule en el suelo.

Fertilización

Se pueden aplicar abonos orgánicos o químicos al suelo antes de la siembra o trasplante a bolsa. Otra opción es aplicar abono foliar cuando la planta ya está establecida, con mucho cuidado de no excederse en la dosis para no quemar las plantas.

¿Cómo establecer un Vivero Forestal?

Consideraciones básicas para el establecimiento de viveros forestales



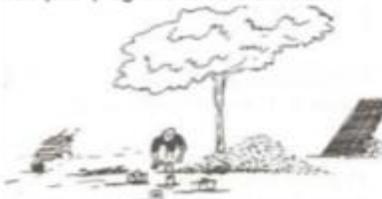
Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático

Febrero, 2012

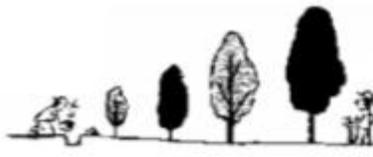
¿Qué es un Vivero Forestal y para qué nos servirá?

El Vivero Forestal es aquel lugar en el que cultivamos los arbolitos en donde les vamos a proporcionar todos los cuidados que necesiten hasta que estén listos para ser trasladadas al terreno definitivo de plantación.

Los viveros forestales son el primer paso en cualquier programa de reforestación.



El objetivo de nuestro vivero es el de producir la cantidad de plantas necesarias y que sean buenas, fuertes y sanas, para que se "logren" cuando sean plantadas y crezcan bien, para cumplir con el objetivo de la reforestación.



¿Cuáles son las partes que debe llevar nuestro vivero?

- Área para germinador (semilleros).
- Área de tabloncitos: donde se colocan las bolsas llenas.
- Calles: necesarias para un mejor acceso a las áreas de trabajo y una entrada principal para el acarreo de las plantas.
- Área para colocación de materiales, elaboración de mezcla de sustrato y llenado de bolsas. (Ver figura)

¿Qué es el germinador?

El vivero debe tener un área para los germinadores. En ellos se van a sembrar las semillas para que germinen y empiecen a enraizar, luego se trasplantarán a las bolsas la mezcla.

¿Cómo se preparan los germinadores?

Serán directamente en el suelo, con una profundidad de 20 centímetros; el largo y ancho dependerán de la cantidad de semillas a sembrar y de la disponibilidad de área.

Se coloca en el fondo una capa de 10 centímetros de arena gruesa o pedrín, luego se coloca una capa de 10 centímetros de arena cernida.



¿Cómo vamos a sembrar en los germinadores?

La distribución de la semilla en el germinador puede ser de la siguiente forma:

- **Al voleo:** se esparcen las semillas sobre el semillero teniendo el cuidado de que queden bien esparcidas sobre toda la cama.
- **En hilera:** se colocan las semillas en hileras a un distanciamiento de 10 centímetros (entre cada hilera).

Una vez distribuida la semilla, cubrirla con una capa delgada de arena, dependiendo del tamaño de la semilla.

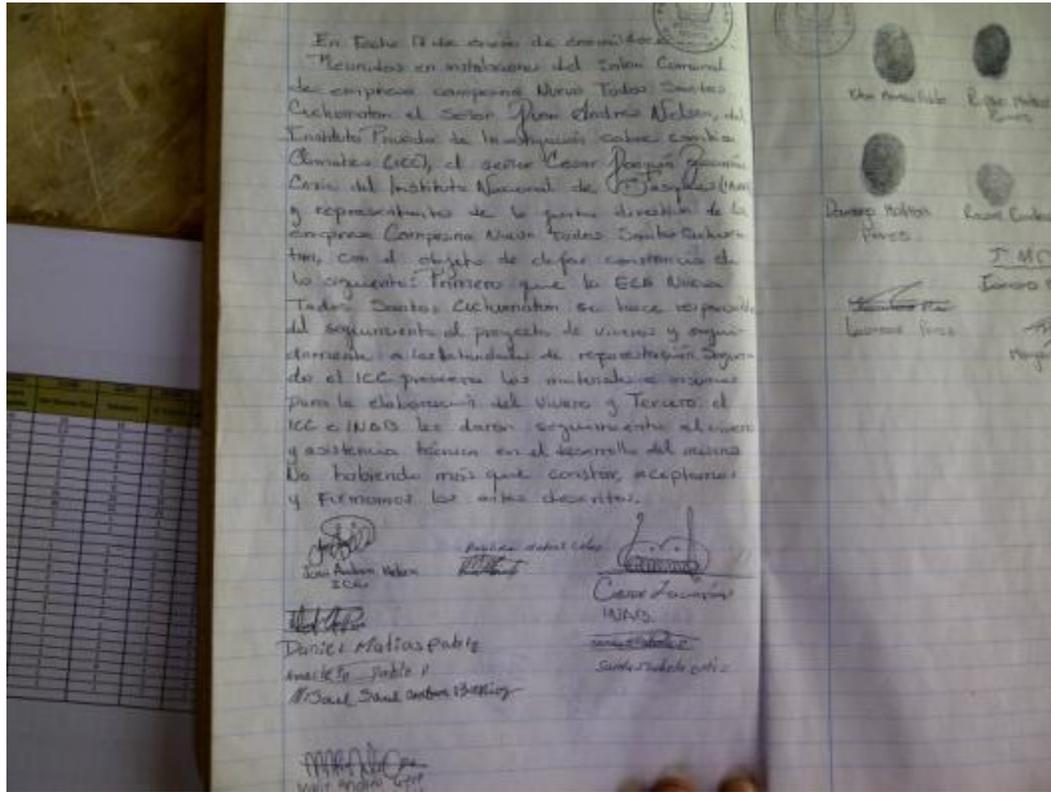
Después de colocada la arena sobre la semilla, se cubre con material vegetal para evitar que con el riego se descubra la semilla. El germinador se tapa con material vegetal luego se aplica un riego profundo.

Una vez la semilla ha emergido, se procederá a eliminar la cobertura y se observa el comportamiento de las plantas ante este cambio.

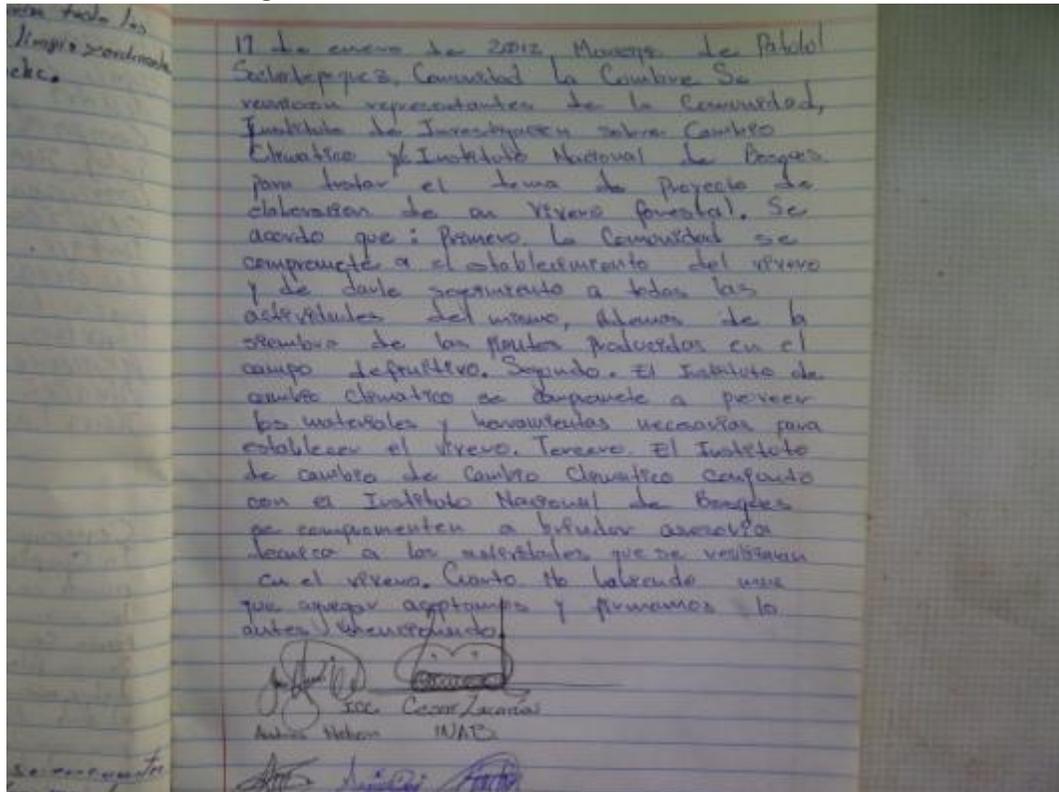
¿Cuánto vamos a regar?

- Regar una o dos veces al día dependiendo del ambiente hasta realizar el trasplante a bolsa.
- NO aplicar riego en exceso porque puede causar la pudrición de las semillas o crear un ambiente para el desarrollo de enfermedades ocasionadas por hongos.

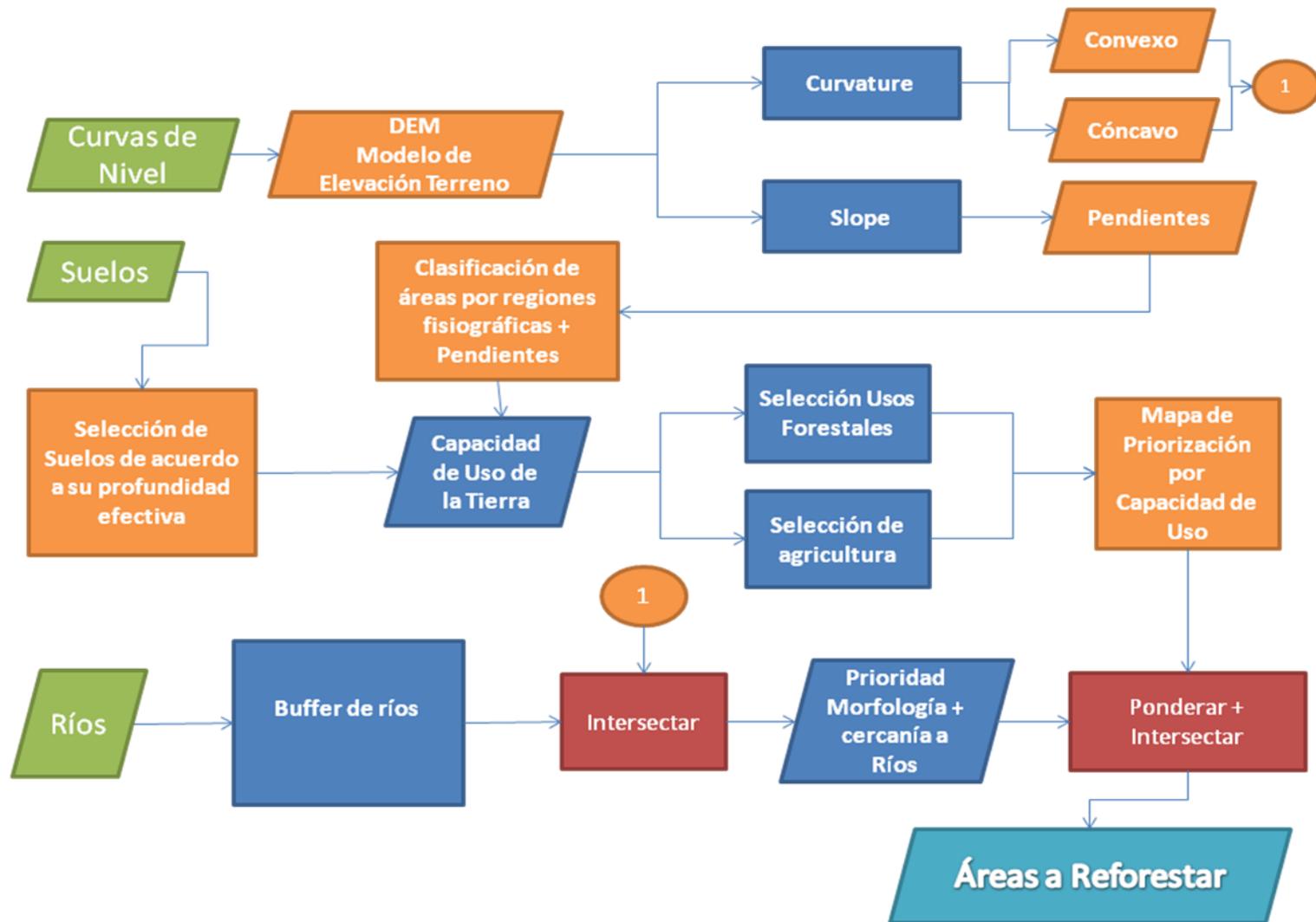
Anexo 11. Acta de entrega de insumos de ECA Todos Santos Cuchumatán, Guanagazapa, Escuintla.



Anexo 12. Acta de entrega de insumos de la Comunidad La Cumbre, Patulul, Suchi.



Anexo 13. Flujograma general para la elaboración de mapa de tierras potenciales para reforestación con fines de protección deriberas de ríos.

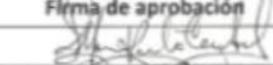
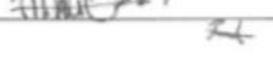


Anexo 14. Listado de participantes en el Taller de validación de áreas de caña de azúcar del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra –COBUSOT- de los departamentos de Santa Rosa, Escuintla y Suchitepéquez.



ICC
Instituto Privado de Investigación
sobre Cambio Climático

**Taller de validación de Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra –COBUSOT-
de los departamentos Santa Rosa, Suchitepéquez y Escuintla
Santa Lucía Cotzumalguapa, 2 de mayo de 2012**

No.	Nombre de responsable	Ingenio	Puesto	Firma de aprobación
1	MARCO E. CASCIANO AVALOS	Santa Ana	Jefe Depto. PIC.	
2	Cristopher Arden Flores	Santa Ana	Supervisor Depto PIC	
3	Pablo J. Morales	Pan de Azúcar	Supervisor Diseño	
4	Carlos S. Casanova	Pan de Azúcar	Supervisor Diseño	
5	Rodolfo Fuentes	Cruzopacante	Tecnólogo en SIAP	
6	Jesé del Cid	Magdalena	GIJ Admin	
7	Jorge Villalta	Santa Ana	Analista Gestión de Calidad	
8	Ricardo Diaz	San Diego-Trinidad	Jefe Ingeniería Agrícola	
9	ISMAEL MOLINA	SAN DIEGO	INGENIERO SIG	
10	Ómar Gómez	MADRE TIERRA	ASISTENTE ING. Agrícola	
11	CECCIO E. MIRANDA II	MADRE TIERRA	JEFE DEL DEPTO DE INGENIERIA AGRICOLA	
12	Ronald Lacón	Santa Ana	Analista Gestión de Calidad	
13	Fabrizio Alvarado	Magdalena	As. Construcción Dirección Agrícola	
14	Genecalo López Franco	ICC	Laboratorio SIG / ICC	
15	Marie André Liere Cuervo	ICC	EPS	
16	Branko Villafra	CEMUSCAÑA	Supervisor SIAP	

Observaciones: comité sistemas de información geográfico - SIG - 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 80/2012

LA TESIS TITULADA: "ESTADO DEL ARTE EN INFORMACIÓN
HIDROMETEOROLÓGICA DE LAS CUENCAS
COYOLATE, ACOMÉ Y ACHIGUATE, EN LA
VERTIENTE DEL PACÍFICO, GUATEMALA,
C.A. "

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MARIE ANDRÉE LIERE QUEVEDO

CARNE: 200710759

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Dr. Tomás Antonio Padilla Cámbara
Ing. Agr. Edwin Guillermo Santos Mansilla
Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.


Ing. Agr. Edwin Guillermo Santos Mansilla
ASESOR


Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
SUPERVISOR-ASESOR


MSc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
DIRECTOR DEL IIA



ASP/nm
c.c. Archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
AREA INTEGRADA



Guatemala, 23 de octubre de 2012

Ref. SAIEPSA: Trabajo de Graduación 202-12

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

ESTADO DEL ARTE EN INFORMACIÓN
HIDROMETEOROLÓGICA DE LAS CUENCAS
COYOLATE, ACOMÉ Y ACHIGUATE, EN LA
VERTIENTE DEL PACÍFICO, GUATEMALA,
C.A.

ESTUDIANTE:

MARIE ANDRÉE LIERE QUEVEDO

No. CARNÉ

200710759

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la
Investigación Titulada:

“ESTADO DEL ARTE EN INFORMACIÓN
HIDROMETEOROLÓGICA DE LAS CUENCAS
COYOLATE, ACOMÉ Y ACHIGUATE, EN LA
VERTIENTE DEL PACÍFICO, GUATEMALA,
C.A.”

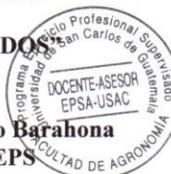
LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
Ing.Agr. Edwin Guillermo Santos Mansilla
Dr. Marvín Roberto Salguero Barahona

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área
Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la
Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dr. Marvín Roberto Salguero Barahona
Docente – Asesor de EPS




Vo.Bo. Ing.Agr. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada - EPS



c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,
PPR/azu.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA



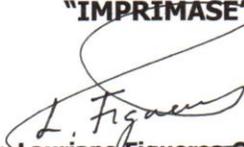
No. 89.2012

Trabajo de Graduación: "ESTADO DEL ARTE EN
INFORMACIÓN
HIDROMETEOROLOGICA DE LAS
CUENCAS COYOLATE, ACOMÉ Y
ACHIGUATE, EN LA VERTIENTE DEL
PACÍFICO, GUATEMALA, C.A."

Estudiante: Marie Andrée Liere Quevedo

Carné: 200710759

"IMPRIMASE"


Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
DECANO

