

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is circular. It features a central shield with a figure holding a staff, surrounded by various heraldic symbols including a crown, a lion, and a cross. The shield is set against a background of a globe. The Latin motto "ALTIUS DEO PROPRIO" is inscribed on a banner within the shield. The outer ring of the seal contains the text "UNIVERSITAS SAN CAROLINIENSIS" at the top and "ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERA SCIBIS CONSPICUA" at the bottom.

**TRABAJO DE GRADUACION REALIZADO EN LA “ZONA DE INFLUENCIA DEL
PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO SALINAS (ÁREA DE
CAPTACIÓN), COBAN, ALTA VERAPAZ**

JOSÉ MAURICIO HERNÁNDEZ DE LA PARRA.

GUATEMALA, AGOSTO DE 2007

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN “LA ZONA DE INFLUENCIA DEL
PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO SALINAS (ÁREA DE
CAPTACIÓN), COBAN, ALTA VERAPAZ**

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

POR

JOSÉ MAURICIO HERNÁNDEZ DE LA PARRA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Rector Magnífico

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

Junta Directiva de la Facultad de Agronomía

Decano	MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez
Vocal I	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
Vocal II	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
Vocal III	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila
Vocal IV	Br. Mirna Regina Valiente
Vocal V	Br. Nery Boanerges Guzmán Aquino
Secretario	MSc. Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, agosto de 2007

Guatemala, Agosto de 2007

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 REALIZADO EN “LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO SALINAS (ÁREA DE CAPTACIÓN), COBAN, ALTA VERAPAZ”

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 suscribo,

Atentamente,

f. _____
José Mauricio Hernández de la Parra

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ACTO QUE DEDICO

AGRADECIMIENTO

A:

ING. AGR. FREDY HERNÁNDEZ OLA

Por su amistad, supervisión y apoyo durante el proceso del Ejercicio Profesional Supervisado.

ING. AGR. TOMAS PADILLA CAMBARA

Por su valiosa asesoría para hacer realidad este trabajo de graduación.

PROYECTO LACHUÁ

Al personal técnico, administrativo y de campo, por compartir sus experiencias.

A LOS DEL PARQUE LACHUÁ, JORGE MARIO MONZON, SERGIO JIMÉNEZ, FERMIN AYALA, ERICK CORNEL, MIGUEL AMEZQUITA, CANDIDO SEP, GREGORIO GÚZMAN, CARLOS COY y CONRADO CHAMALE

Por su amistad, asesoría, consejos y compañía en aquellos días y noches en uno de los parques nacionales más imponentes de Guatemala, Lachuá.

Guarda – recursos del Parque Nacional Laguna Lachuá, por su apoyo en el arduo trabajo de campo y valiosos conocimientos de la región puestos al servicio del manejo sostenible de los recursos naturales renovables de Guatemala.

UNIDAD DE SANIAMIENTO AMBIENTAL, DEL MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL, DIRECCION DE SALUD DE ALTA VERAPAZ

Por su valioso apoyo en los análisis bacteriológicos realizados a las muestras de agua de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación), en especial al Sr. Elmer Rodríguez.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por formarme como profesional al servicio de mi querida Guatemala.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Alma Mater del saber. *“Universidad de Guatemala, grande entre las del mundo”*

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	I
INDICE DE CUADROS	V
INDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	XII
CAPITULO I DIAGNOSTICO	1
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Localización geográfica y político-administrativa.....	3
1.2.2 Vías de comunicación	3
1.2.3 Clima	5
1.2.4 Hidrología.....	5
1.2.5 Zonas de Vida	7
1.2.6 Fisiografía.....	9
1.2.7 Geología.....	12
1.3 OBJETIVOS	14
1.3.1 General.....	14
1.3.2 Específicos	14
1.4 METODOLOGÍA.....	15
1.4.1 Fase de gabinete.....	15
1.4.2 Fase de campo.....	15
1.4.3 Fase final de gabinete	16
1.5 RESULTADOS	17
1.5.1 ASPECTOS GENERALES DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES	17
1.5.1.1 Recurso hídrico en general	17
1.5.1.2 Recurso suelo	19
1.5.1.3 Uso de la tierra y cobertura forestal	22
1.5.1.4 Recurso bosque	23
1.5.2 Aspectos sociales de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación)	25
1.5.2.1 Características socioeconómicas de la región	25
1.5.2.2 Distribución étnica	27
1.5.2.3 Distribución etárea	28
1.5.2.4 Religión	28
1.5.2.5 Organizaciones Comunitaria e instituciones afines al desarrollo.....	30
1.5.2.6 Educación.....	34
1.5.2.7 Salud publica.....	36
1.5.2.8 Agua potable y letrización.....	38

1.5.2.9 Vías de acceso.....	38
1.5.2.10 Vivienda y Escuelas	41
1.5.3 ANALISIS FODA (FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS)	42
1.5.3.1 Descripción general de la problemática presente en el área de estudio	46
1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
1.7 BIBLIOGRAFÍA	51
CAPITULO II INVESTIGACION	53
2.1 PRESENTACIÓN	54
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	56
2.3 MARCO TEÓRICO.....	58
2.3.1 MARCO CONCEPTUAL.....	58
2.3.1.1 Principios de Dublín.....	58
2.3.1.2 Cursos de agua en el PNLL y zona de influencia	58
2.3.1.3 Aprovechamiento del recurso agua: aguas superficiales	59
2.3.1.4 Calidad del agua	59
2.3.1.5 Calidad del agua de acuerdo al uso	62
2.3.1.6 Definiciones	62
2.3.1.7 Características bacteriológicas.....	65
2.3.1.8 Calidad del agua para riego	66
2.3.1.9 Kit de campo Smart Water Analysis Laboratory LaMotte	73
2.4 OBJETIVOS	74
2.4.1 Generales.....	74
2.4.2 Específicos	74
2.5 METODOLOGÍA.....	75
2.5.1 Fase preliminar (fase de gabinete).....	75
2.5.2 Fase de campo.....	76
2.5.3 Fase de análisis y procesamiento de datos.....	77
2.5.4 Elaboración del documento final	78
2.6 RESULTADOS	79
2.6.1 Posibles fuentes de contaminación	79
2.6.2 Calidad del agua para consumo humano	83
2.6.2.1 Calidad física del agua (Kit de campo).....	85
2.6.2.2 Calidad química del agua (Kit de campo).....	87
2.6.2.3 Calidad química del agua (Análisis de laboratorio)	98
2.6.2.4 Calidad bacteriológica del agua	103
2.6.3 Resultados en base a la Clasificación de agua de riego del laboratorio de salinidad del departamento de agricultura de Estados Unidos, Riverside, California	104
2.6.4 Resultados en base a la Clasificación de agua de riego según FAO y Carbonato de Sodio Residual (CSR)	106

2.6.5 Lineamientos de manejo para el control y vigilancia de las principales corrientes hídricas superficiales.....	108
2.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
2.8 BIBLIOGRAFÍA	127
CAPITULO III SERVICIOS REALIZADOS	131
3.1 PRESENTACIÓN	132
3.2 INFORME DEL SERVICIO 1. Análisis de pérdida y ganancias de la cobertura forestal para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	133
3.2.1. OBJETIVOS	133
3.2.1.1 General:.....	133
3.2.1.2 Específicos:	133
3.2.2 METODOLOGÍA.....	133
3.2.3 RESULTADOS	134
3.2.3.1 Cobertura Forestal (sin cambio de bosque)	134
3.2.3.2 Cobertura agrícola (sin cambio no bosque).....	134
3.2.3.3 Ganancias	134
3.2.3.4 Pérdidas	134
3.2.3.5 Estimación de la tasa de deforestación anual	136
3.2.3.6 Disminución de la cobertura arbórea de la zona de influencia del parque nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	136
3.2.4 EVALUACIÓN (Logro de objetivos).....	139
3.3 INFORME DEL SERVICIO 2. Sondeo de mercado de los principales usos de la madera en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	139
3.3.1 OBJETIVOS	139
3.3.1.1 General.....	139
3.3.1.2 Específicos	139
3.3.2 METODOLOGÍA.....	139
3.3.2.1 Oferta de la madera.....	140
3.3.2.2 Demanda de la madera	141
3.3.2.3 Análisis de los precios de la madera y leña dentro de la subcuenca	142
3.3.3 RESULTADOS	144
3.3.3.1 Situación de la oferta dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	144
3.3.3.2 Situación de la demanda dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	145
3.3.3.3 Demanda de leña para los beneficios de cardamomo	156
3.3.3.4 Demanda de madera por parte de la industria Forestal (aserraderos).	159
3.3.3.5 Análisis de los precios actuales de la madera y leña dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	159

3.3.4 EVALUACIÓN (Logro de objetivos).....	162
3.4 INFORME DEL SERVICIO 3. Estudio de capacidad de uso de la tierra a nivel semidetallado de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	163
3.4.1 OBJETIVOS.....	163
3.4.1.1 General.....	163
3.4.1.2 Específicos.....	163
3.4.2 METODOLOGÍA.....	163
3.4.2.1 Fase 1: gabinete 1.....	163
3.4.2.2 Fase 2: Reconocimiento de campo.....	164
3.4.2.3 Fase 3: Gabinete 2, integración de la información.....	164
3.4.3 RESULTADOS.....	167
3.4.4 EVALUACIÓN (Logro de objetivos).....	173
3.5 INFORME DEL SERVICIO 4. Actualización de la taxonomía de suelos de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	173
3.5.1 OBJETIVO.....	173
3.5.1.1 General.....	173
3.5.1.2 Específicos.....	173
3.5.2 METODOLOGIA.....	174
3.5.3 RESULTADOS.....	174
3.5.4 EVALUACIÓN (Logro de objetivos).....	175
3.6 INFORME DEL SERVICIO 5. Aforos de las principales fuentes hídricas superficiales dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	177
3.6.1 OBJETIVO.....	177
3.6.1.1 General.....	177
3.6.1.2 Específicos.....	177
3.6.2 METODOLOGIA.....	177
3.6.3 RESULTADOS.....	179
3.6.4 EVALUACIÓN (Logro de objetivos).....	194
3.7 INFORME DEL SERVICIO 6. Actividades no previstas.....	194
3.7.1 OBJETIVOS.....	194
3.7.1.1 General.....	194
3.7.1.2 Específicos.....	194
3.7.2 METODOLOGÍA.....	195
3.7.3 RESULTADOS.....	195
3.7.4 EVALUACIÓN (Logro de objetivos).....	196
11. ANEXOS.....	197

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas Universal Transverse de Mercator (UTM) del cuadrante dentro del cual se localiza la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	3
Cuadro 2. Clima presente en la zona de influencia del PNLL subcuenca del río Salinas, (área de captación).....	5
Cuadro 3. Zonas de vida para la zona de influencia del PNLL (área de captación).....	7
Cuadro 4. Clasificación Taxonómica de suelos según USDA para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (zona de captación).	21
Cuadro 5. Cobertura forestal y uso de la tierra en el PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).	22
Cuadro 6. Comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	26
Cuadro 7. Distribución étnica de la población en las comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	27
Cuadro 8. Distribución por edades de la población en las Comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	29
Cuadro 9. Presidentes de COCODES 1er. Nivel de las Comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	31
Cuadro 10. Conformación de COCODES de 2do. Nivel. Alcaldía Regional Santa Lucia Lachuá.....	32
Cuadro 11. Conformación de COCODES de 2do. Nivel. Alcaldía Regional Salacuim.	32
Cuadro 12. Asociaciones presentes en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	33
Cuadro 13. Entidades presentes en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	34
Cuadro 14. Alumnos por grado escolar y presencia de escuelas en las comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	35
Cuadro 15. Listado de comunidades que atiende ICOS dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	36
Cuadro 16. Listado de comunidades que atiende la Cruz Roja dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	37
Cuadro 17. Disponibilidad de agua y Letrinas de las comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	39
Cuadro 18. Vías de acceso de las comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	40
Cuadro 19. Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.	42
Cuadro 20. Características sensoriales. Límite Máximo Aceptable (LMA) y Límite Máximo Permisible (LMP) que debe tener el agua potable.	63
Cuadro 21. Sustancias químicas, con sus correspondientes Límites Máximos Aceptables y Límites Máximos Permisibles.....	64

Cuadro 22. Substancias no deseadas. LMA y LMP.	65
Cuadro 23. Valores utilizados para encontrar el dato en la ecuación de pHc.	72
Cuadro 24. Lecturas directas que incluye el Kit. Smart water analysis LaMotte por medio de Pruebas por Titulación.	76
Cuadro 25. Lecturas directas que incluye el Kit. Smart water analysis LaMotte por medio de Pruebas Colorimétricas.	77
Cuadro 26. Disposición de excretas de las comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	80
Cuadro 27. Disposición de la basura en las comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	81
Cuadro 28. Ubicación de las fuentes de agua muestreadas dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	83
Cuadro 29. Resultados de las características físicas de las fuentes de agua presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	86
Cuadro 30. Resultados de las características químicas de las fuentes de agua presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	88
Cuadro 31. Resultados de las características químicas de agua de las fuentes de agua presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	97
Cuadro 32. Resultados de laboratorio de las características químicas de las fuentes de agua presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	99
Cuadro 33. Resultados del análisis bacteriológico de las fuentes de agua presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	104
Cuadro 34. Parámetros físico-químicos para riego de las fuentes de agua presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	105
Cuadro 35. Efecto de Sodio sobre las propiedades físicas del suelo.	107
Cuadro 36. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del recurso hídrico dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	110
Cuadro 37. Zonas de protección forestal alrededor de los cuerpos de agua.	112
Cuadro 38. Prácticas de manejo forestal y de conservación de suelos y agua fuera de zonas de protección de cuerpos de agua. (Área de bosque < 5 ha)	114
Cuadro 39. Prácticas de manejo forestal y de conservación de suelos y agua fuera de zonas de protección de cuerpos de agua. (Área de bosque > 5 ha)	115
Cuadro 40. Resumen de cobertura para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	135
Cuadro 41. Resumen de la cobertura forestal y avance de la frontera agrícola en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	136
Cuadro 42. Especies según su valor comercial.	141

Cuadro 43. Marco muestra (comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas, área de captación).	142
Cuadro 44. Comunidades con bosque susceptibles a manejo y respectivas áreas en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	144
Cuadro 45. Cantidades de leña promedio en m ³ /año que consumen los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	145
Cuadro 46. Cantidad de madera utilizada para construir una vivienda en rangos, por pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	149
Cuadro 47. Dimensiones promedio en m ² y rangos de madera en Pies tablares (Pt) utilizados para la construcción de viviendas.	150
Cuadro 48. Especies forestales preferidas para tendales de las viviendas de los pobladores.	151
Cuadro 49. Especies forestales preferidas para calzontes de las viviendas de los pobladores.	153
Cuadro 50. Porcentaje de especies forestales preferidas para horcones de las viviendas de los pobladores.	154
Cuadro 51. Especies forestales preferidas para Forro de las viviendas de los pobladores.	155
Cuadro 52. Ubicación, número de secadoras y época de funcionamiento de los beneficios de cardamomo que se encuentran actualmente funcionando dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	157
Cuadro 53. Especies utilizadas como leña en los beneficio de cardamomo, dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	158
Cuadro 54. Especie, precios y forma de venta de madera por parte de los pobladores de la subcuenca del río Salinas.	160
Cuadro 55. Especie, precio de compra y forma de compra de madera por parte de los pobladores.	160
Cuadro 56. Precios que se manejan en los beneficios de cardamomo y leña para cocción de alimentos.	161
Cuadro 57. Forma de compra y precios que requiere el aserradero EXIMESA.	161
Cuadro 58. Forma de presentación y Precios de venta por parte del aserradero EXIMESA.	162
Cuadro 59. Categorías de capacidad de uso de la tierra.	171
Cuadro 60. Categorías de Intensidad de Uso.	171
Cuadro 61. Clasificación Taxonómica de suelos. USDA para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (zona de captación).	174
Cuadro 62. Clasificación Taxonómica de suelos. USDA (2003).	175
Cuadro 63. Aforo del río Ixloc (Salida Ixlo).	179
Cuadro 64. Aforo del río Ixloc (Entrada ixlo).	180
Cuadro 65. Aforo del río Batzulup, San Lorenzo II (RioSanlor2).	181
Cuadro 66. Aforo del río Batzulup, San José Saija (rioSaija).	182

Cuadro 67. Aforo del río San Martín (San Martín).....	183
Cuadro 68. Aforo del río Macha, puente (Zapotal2pu).....	185
Cuadro 69. Aforo del río Obempacay, limite PNLL (Zapotal 1).....	186
Cuadro 70. Aforo del río Canijá, puente promesas II (PromesPue2).....	187
Cuadro 71. Aforo del río Canijá, Comunidad promesas a (TriunfoCan).....	188
Cuadro 72. Aforo del río Canijá, puente amaca comunidad el Triunfo (PasaTriunf).....	189
Cuadro 73. Aforo del río Canijá, intermitente (RioCanija).....	190
Cuadro 74. Aforo del río Salinas, puente II (Puente 2).....	191
Cuadro 75. Aforo del río, Comunidad Nuevo León Puente III (Puente 3).....	192
Cuadro 76. Aforo del río Salinas, desembocadura Chixoy (Salida salin).....	193

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación político-administrativa y vías de acceso de la zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación).....	4
Figura 2. Mapa de Clima, sistema Thornthwaite, zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación).....	6
Figura 3. Mapa de Zonas de Vida de la zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación).....	8
Figura 4. Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación).....	11
Figura 5. Mapa de Geología de la zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación).....	13
Figura 6. Mapa Serie de Suelos de la zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación).....	20
Figura 7. Diagrama para la clasificación de las aguas para riego (USDA). Ingeniería del riego, Castañón (2000).....	68
Figura 8. Kit Smart Water Analysis Laboratory LaMotte con diferentes reactivos. 2006....	73
Figura 9. Mapa de Puntos muestreados en 2006 y Comunidades estudiadas para la zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación)....	84
Figura 10. Niveles de pH de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuena río Salinas (área de captación).....	87
Figura 11. Temperatura en grados Celcius (°C) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación).....	89
Figura 12. Niveles de conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación).....	91
Figura 13. Niveles de Carbonato de calcio (CaCO_3) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación).....	91
Figura 14. Niveles de Sulfato (SO_4) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación)....	92
Figura 15. Niveles de Cloruro (Cl^-) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación)....	93

Figura 16. Niveles de Calcio (Ca^{++2}) de las 22 fuentes muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	94
Figura 17. Niveles de Magnesio (Mg^{++2}) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	95
Figura 18. Niveles de Hierro (Fe^{++}) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación). ..	96
Figura 19. Niveles de cobre (Cu) de las 22 fuentes de agua muestreadas, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	96
Figura 20. Niveles de Nitratos (NO_3^-) de los 22 puntos de muestreo, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	98
Figura 21. Niveles de Potencial de Hidrogeno de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	100
Figura 22. Niveles de Conductividad Eléctrica de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	100
Figura 23. Niveles de Calcio (Ca^{++2}) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación). 102	102
Figura 24. Niveles de Magnesio (Mg^{++2}) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	102
Figura 25. Niveles de sodio (Na^+) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación). 103	103
Figura 26. Niveles de Carbonatos (CO_3^-) y Bicarbonatos (HCO_3^-) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	108
Figura 27. Resumen de cobertura para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	135
Figura 28. Avance de la superficie agrícola y disminución de la cobertura forestal en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	137
Figura 29. Mapa de dinámica de la pérdida de la cobertura forestal en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	138
Figura 30. Cantidad de metros cúbicos y porcentaje de consumo entre los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	146
Figura 31. Especies consideradas de alto valor comercial utilizadas para la cocción de alimentos en la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).....	147
Figura 32. Especies consideradas actualmente comerciables utilizadas para la cocción de alimentos en la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).....	147
Figura 33. Especies potencialmente comerciables utilizadas para la cocción de alimentos en la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).....	148

Figura 34. Especies sin valor comercial, utilizadas para la cocción de alimentos en la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación). .	149
Figura 35. Cantidad de madera en pies tablares destinadas para la construcción de viviendas en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río salinas (área de captación).....	150
Figura 36. Especies forestales preferidas para tendales de las viviendas de los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	152
Figura 37. Especies forestales preferidas para calzontes de las viviendas de los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	153
Figura 38. Especies forestales preferidas para horcones de las viviendas de los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).....	154
Figura 39. Porcentaje de especies forestales preferidas para Forro de las viviendas de los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	156
Figura 40. Especies utilizadas para el secado de cardamomo en los beneficios que se encuentran ubicados dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	158
Figura 41. Mapa de pendientes de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	165
Figura 42. Mapa de profundidades de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	166
Figura 43. Mapa de uso de la tierra para el año 2006 en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	168
Figura 44. Mapa de capacidad de uso de la tierra para el año 2006 en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	170
Figura 45. Mapa de intensidad de uso de la tierra para el año 2006 en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	172
Figura 46. Mapa de Clasificación Taxonómica de Suelos en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	176
Figura 47. Mapa de ubicación de puntos de aforo dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).	178
Figura 48. Perfil topográfico de la sección transversal, río Ixloc.....	179
Figura 49. Perfil topográfico de la sección transversal, río Ixloc (Entrada ixlo).	181
Figura 50. Perfil topográfico de la sección transversal, río Batzulup, San Lorenzo II (RioSanlor2).	182
Figura 51. Perfil topográfico de la sección transversal, río Batzulup, San José Saija (rioSaija).	183
Figura 52. Perfil topográfico de la sección transversal, río San Martín (San Martín).....	184
Figura 53. Perfil topográfico de la sección transversal, río Machaca, Limite PNLL (Zapotal 2).	185
Figura 54. Perfil topográfico de la sección transversal, río Machaca puente, (Zapotal2pu).	186

Figura 55. Perfil topográfico de la sección transversal, río Obempacay, (Zapotal 1).	187
Figura 56. Perfil topográfico de la sección transversal, río Canijá, puente promesas II (PromesPue2).	188
Figura 57. Perfil topográfico de la sección transversal, río Canijá. Comunidad Promesas puente a (TriunfoCan).	189
Figura 58. Perfil topográfico de la sección transversal, río Canijá. puente amaca comunidad el Triunfo (PasaTriunf).	190
Figura 59. Perfil topográfico de la sección transversal, río Canijá. Intermitente (RioCanija).	191
Figura 60. Perfil topográfico de la sección transversal, río Salinas, puente II (Puente 2).	192
Figura 61. Perfil topográfico de la sección transversal, río Salinas, Comunidad Nuevo León (Puente 3).	193
Figura 62. Perfil topográfico de la sección transversal, río Salinas, desembocadura Chixoy (Salida salin).	194

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN LA “ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUA, SUBCUENCA DEL RÍO SALINAS (ÁREA DE CAPTACIÓN), COBAN, ALTA VERAPAZ.

QUALITY DETERMINATION OF THE SUPERFICIAL HYDRIC RESOURCES DURING THE LOW WATER TIME WITHIN THE INFLUENCE ZONE OF NATIONAL PARK “LAGUNA LACHUA”, SUB RIVER BASIN OF SALINA’S RIVER (PICKING UP AREA), CABAN, ALTA VERAPAZ.

RESUMEN

Los recursos naturales renovables (agua, suelo y bosque) en general son susceptibles a ser manejados de manera sostenible y sustentable, además son parte esencial de la vida de muchas personas puesto que ellos viven de forma directa o indirecta gracias a los productos y subproductos que pueden ser extraídos de lo mismos y que al final van a suplir algún tipo de necesidad existente.

Según el Perfil Ambiental de Guatemala (2006), citado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2002) el fenómeno de crecimiento desmedido ha tenido como consecuencia mayor presión sobre los recursos naturales renovables, las actividades sociales y económicas han impactado en el uso de los mismos y han ocasionado la degradación del ambiente.

Esto se transforma en una mala calidad de vida para las personas y en consecuencia va afectando las oportunidades de desarrollo de los habitantes por lo que es importante el uso sostenible y sustentable de los recursos naturales renovables agua, suelo y bosque a nivel mundial.

En el presente Trabajo de Graduación fue realizado en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL), subcuenca del río Salinas (área de captación), municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz y es el resultado del convenio entre la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC), la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) y el Instituto Nacional de Bosques (INAB) para generar información primaria que será útil en proyectos futuros relacionados a los recursos naturales renovables del área de estudio.

El Trabajo de Graduación se conforma de tres partes, la primera parte corresponde al diagnóstico, en la cual se recolectó información sobre aspectos biofísicos y sociales, además de ello se recabó información del estado actual de los recursos agua, suelo y bosque. Como principal resultado se describe brevemente las condiciones en que se encuentran las comunidades estudiadas que componen la zona de influencia del PNLL y sus recursos naturales renovables.

Además, la información que se generó es importante porque permitió priorizar los problemas que afectan a las comunidades y a sus recursos naturales renovables, porque basados en los mismos se propusieron servicios y un proyecto de investigación que en parte se espera que contribuya a solucionar los problemas relacionados a los recursos naturales renovables de las comunidades presentes en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

La segunda parte se refiere a la investigación, titulada *“Determinación de la calidad del recurso hídrico superficial en la época de estiaje dentro de la zona de influencia del parque nacional laguna Lachuá, subcuenca del río Salinas (área de captación), Cobán, Alta Verapaz”*. Esta investigación se enfoca básicamente en las condiciones en que se encuentra dicho recurso, a si mismo, se mencionan algunos posibles problemas que lo están afectando y con ello se lleva a cabo la descripción de algunos lineamientos de manejo basados en documentos elaborados por instituciones de países que integran la Comunidad Andina, así como documentos realizados por instituciones costarricenses y guatemaltecas.

Por último se realizan los servicios, que son la respuesta a los problemas detectados en el diagnóstico, siendo los siguientes: actualización de mapas de uso de la tierra, capacidad de uso de la tierra (metodología de INAB) e intensidad de uso de la tierra, análisis de la pérdida de cobertura forestal, sondeo de mercado de los principales usos de la madera, Actualización de la taxonomía de suelos y afloramientos de las principales corrientes hídricas superficiales para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).



CAPITULO I DIAGNOSTICO

DIAGNOSTICO DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO SALINAS (AREA DE CAPTACIÓN), COBAN, ALTA VERAPAZ

1.1 PRESENTACIÓN

La zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL), subcuenca del río Salinas (área de captación), esta ubicada al Noroeste del municipio de Cobán, Alta Verapaz y posee un área de 228.86 km² (22,886 ha) (MAGA, 2000).

La mayoría de información que se ha generado de esta área a través del tiempo se encuentra sin sistematizar y abarca aspectos biofísicos, sociales y económicos, que son necesarios compilarlos en un solo documento que sirva como base de información general para poder tener una idea preliminar de en que condiciones se encuentran las comunidades del área bajo estudio y sus recursos naturales renovables.

Debido a lo anterior, la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través del convenio de cooperación técnica entre la Unión Mundial Para La Naturaleza (UICN) y el Instituto Nacional de Bosque (INAB), se enfocan en la obtención de información básica necesaria para proponer en el futuro proyectos relacionados a los recurso naturales renovables y que sirvan para el desarrollo de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

La información que se generó es importante porque permitió priorizar los problemas que afectan a las comunidades y a sus recursos naturales renovables, porque basados en los mismos se propusieron servicios y un proyecto de investigación que en parte se espera que contribuya a solucionar los problemas relacionados a los recursos naturales renovables de las comunidades presentes en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

El presente diagnostico se realizó en el periodo comprendido de agosto de 2005 a mayo de 2006 y proporciona información obtenida a nivel de reconocimiento que puede aportar datos preliminares del área de estudio

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Localización geográfica y político-administrativa

La delimitación de la zona de influencia del PNLL se basó en accidentes geográficos; el río Chixoy y su tributario río Icbolay son límites Oeste, Norte y Este respectivamente (Monzón, 1999). Al Sur está delimitada por la parte alta de las montañas de la Sultana. Políticamente pertenece al municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz, geográficamente se ubica en las coordenadas 15°46"54', 15° 49" 16' y 15°57"19' de latitud Norte; 90°45"14', 90°34"38', 90°29"56', 90° 45"26' y longitud Oeste (DIGEBOS *et al.*, 1994, citado por Monzón 1999). (Ver figura 1)

Cuadro 1. Coordenadas Universal Transverse de Mercator (UTM) del cuadrante dentro del cual se localiza la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Ubicación	Coordenadas UTM	
	Longitud Oeste	Latitud Norte
Noreste	768000	1775000
Sudeste	768000	1741000
Suroeste	739000	1741000
Noroeste	739000	1775000

Fuente: Hojas cartográficas 1:50,000 Laguna Lachuá 2063I, Cuxpemech 2063 II, San Antonio El Baldío 2063 III, Río Tzeja 2063 IV, Río Chixoy o Negro 2064 II.

1.2.2 Vías de comunicación

Se puede ingresar por vía Cobán-Chisec; el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) está ubicado aproximadamente a 367 km de la ciudad capital de Guatemala.

Monzón (1999), menciona que con la apertura reciente de la carretera que conduce de Cobán-Cubihuitz-Salacuim se recorre hacia el PNLL cerca de 290 km desde la capital (ver figura 1).

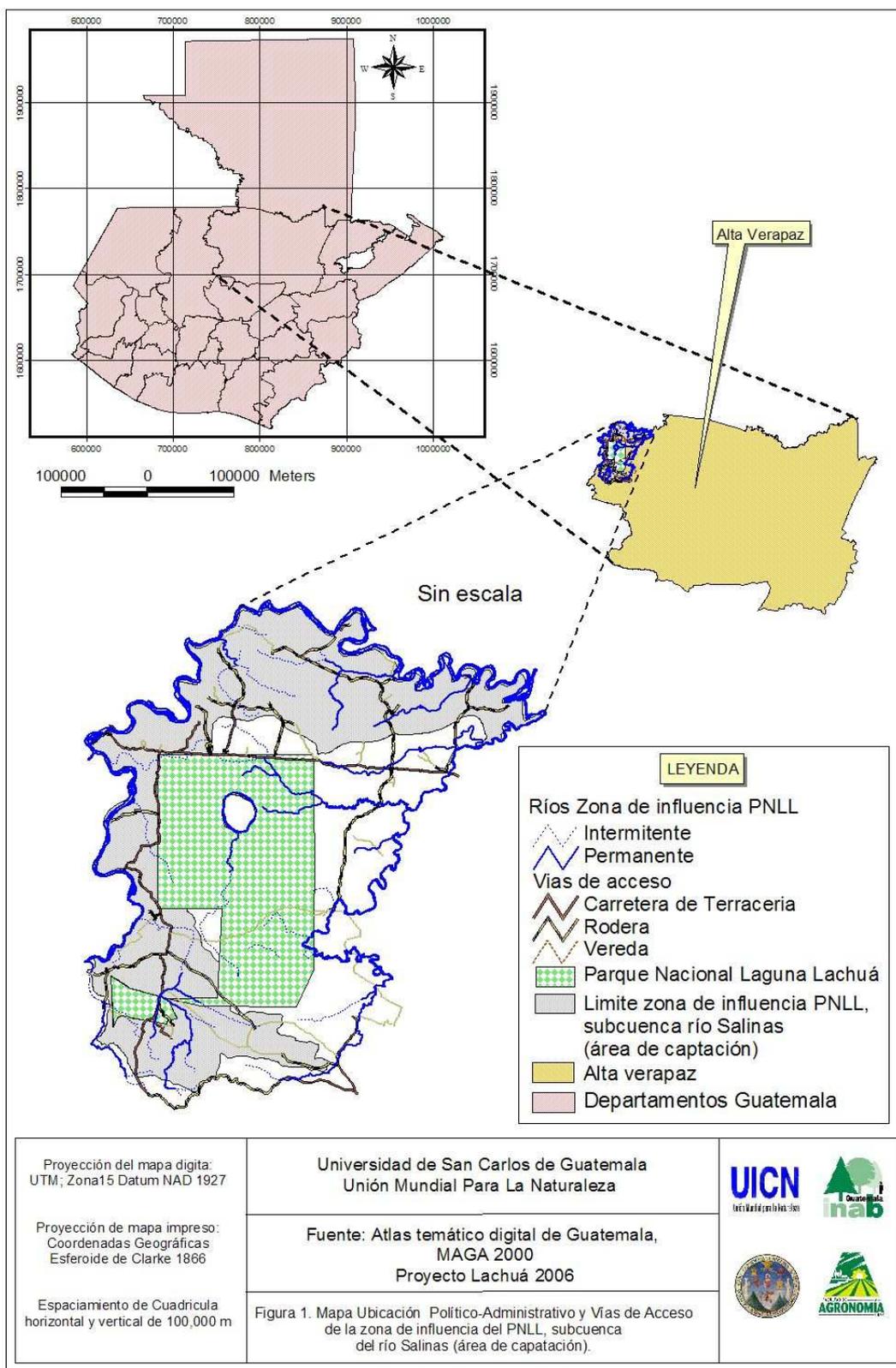


Figura 1. Mapa de Ubicación político-administrativa y vías de acceso de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

1.2.3 Clima

Según el sistema de Thornthwaite, clasificado por Obiols, 1975; el clima predominante en el área se clasifica como cálido y húmedo, con una época lluviosa que va de junio a octubre y una época relativamente seca entre los meses de febrero y abril. La temperatura promedio anual es de 25.3 °C. La humedad relativa anual alcanza el 91.02 %, siendo un área muy húmeda en la que llueve aproximadamente 150 días al año, teniendo una precipitación bastante alta comparada con la mayoría del territorio guatemalteco, mostrando un promedio anual de 3,300 milímetros (UICN-INAB 2004). (Ver figura 2).

Cuadro 2. Clima presente en la zona de influencia del PNLL subcuenca del río Salinas, (área de captación).

Simbología	Carácter del clima		Vegetación natural característica
AA´	Cálido	Muy Húmedo	Selva

Fuente: Mapa Climático de la subcuenca río Salinas, Base de datos MAGA, 2000

1.2.4 Hidrología

Según UICN-INAB (2004) se dice que el Área Protegida contiene una variedad de humedales, los cuales incluyen ecosistemas acuáticos y planicies inundadas. Contiene como cuerpo principal de agua la Laguna Lachuá. Todo el sistema pertenece a tres subcuencas siendo la de los ríos Chixoy, Icbolay e Ixloc. La subcuenca del río Salinas (zona de captación) esta conformada por siete microcuencas las cuales son: río Ixloc, río Batzulup, río Machaca, río Obempacay, río Canijá, río Salinas y río Del Cerro, todas ellas drenan al río Chixoy o Negro, vertiente del Golfo de México. Algunas corrientes desaparecen o surgen en sumideros o siguanes característicos del relieve kárstico.

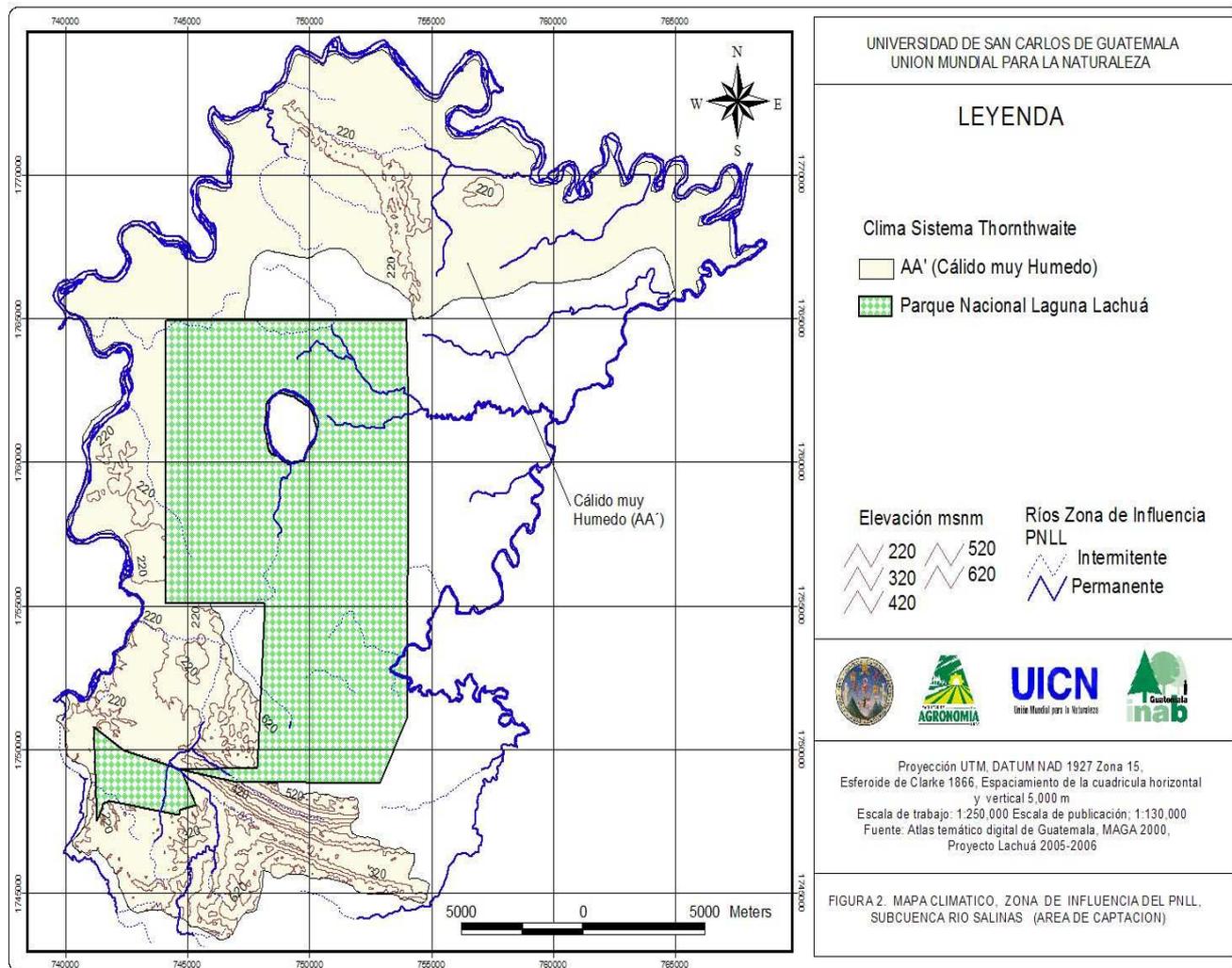


Figura 2. Mapa de Clima, sistema Thornthwaite, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

1.2.5 Zonas de Vida

Como se muestra en la figura 3, dentro del área de estudio se encuentran presentes dos zonas de vida: la primera de ellas se identifica como Bosque Muy Húmedo Tropical (cálido) - Bmh-S (c) la cual ocupa el mayor porcentaje de área (66%) por otro lado, la segunda zona de vida denominado Bosque Pluvial Subtropical - bp-s ocupa el restante 34 % del área de estudio. En el cuadro 3 se mencionan las características mas relevantes de las dos zonas de vida presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Cuadro 3. Zonas de vida para la zona de influencia del PNLL (área de captación).

Categoría	Nombre	Clima	Especies indicadoras
Bmh-S(c)	Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido)	Las condiciones climáticas son variables por influencia de los vientos, el régimen de lluvias es de mayor duración, por lo que influye gradualmente en la composición florística y en la fisonomía de la vegetación. Patrón promedio de Precipitación 3,284 mm, biotemperatura 21- 25 °C y Evapotranspiración promedio 0.45	Orbigyna cohune, Terminalia amazonia, Brosimun alicastrum, Lonchocarpus, Virola, Cecropia, Ceiba pentandra, Vochycia hondurensis y Pinus caribea.
bp-s	Bosque pluvial Subtropical	La precipitación esta entre 4,410 y 6,577 mm anuales. La biotemperatura oscila entre 16 – 24 °C y la Evapotranspiración promedio es de 0.25.	Alfaroa spp, Taluma spp, Magnolia guatemalensis.

Fuente: Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento según De La Cruz, 1982.

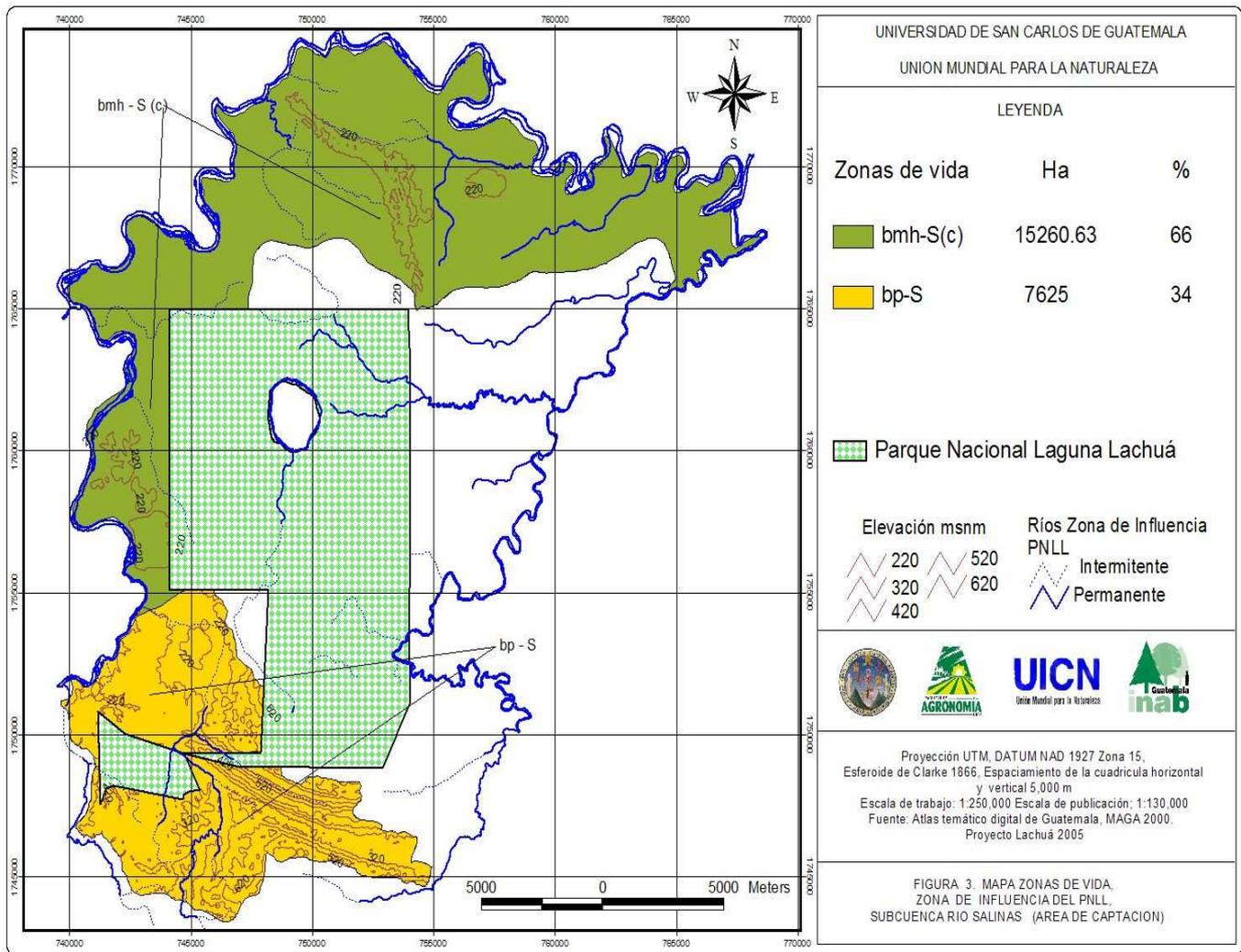


Figura 3. Mapa de Zonas de Vida de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

1.2.6 Fisiografía

El relieve característico de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) va de ondulado a escarpado, con rangos de pendiente de 4% hasta > 32% según metodología de clasificación de tierras por su capacidad de uso del Instituto Nacional de Bosques (INAB) para las Tierras Calizas Bajas del Norte en donde se ubica el área de estudio. El área de estudio presenta dos tipos de relieve: en la parte Norte y central del parque, tierras planas con altitud promedio de 180 msnm y al Sur, colinas paralelas con altitudes entre 300 a 750 msnm (UICN-INAB, 2004).

Dentro de la zona de influencia del PNLL subcuenca del río Salinas (área de captación) (figura 4) existen elevaciones que oscilan entre los 130 msnm hasta los 625 msnm. En la figura 4 se muestra los grandes paisajes que se encuentran dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) (MAGA, 2000).

Alvarado y Herrera (2000), indican la fisiografía presente en el lugar:

a) Tierras Altas Sedimentarias, definida al Norte por las márgenes de la cuenca de El Petén, y al Sur por las fallas y contactos que la separan de la parte dominante cristalina del altiplano. La subregión es denominada Sierra de Chamá, en la cual debido al relieve kárstico en dicha unidad, las corrientes de drenaje superficial son escasas, además de ello se observan rocas como los carbonatos (Alvarado y Herrera, 2000). El primer Gran Paisaje dentro de esta región se denomina Sierra plegada de Chamá, la cual ocupa un 15.40% del área dentro de la subcuenca del río Salinas (área de captación), se ubica en el eje central Norte del país, desde el Occidente en Huehuetenango hasta el Norte de Izabal, pasando por el Quiché y Alta Verapaz (Alvarado y Herrera, 2000).

En cuanto se refiere a su morfografía, esta indica que está formada por una serie de lomas en sentido E-O, además pocas corrientes de drenaje superficial lo atraviesan por su topografía kárstica. Las rocas presentes son carbonatos de formaciones Ixcoy, Campur y Cobán. Dominan las Calizas, y en menor grado las Dolomias. Su morfogénesis indica que dicha unidad está relacionada con un ambiente marino poco profundo y por último su morfocronología demuestra que la edad de estas formas es considerada del Terciario (Alvarado y Herrera, 2000).

El segundo Gran Paisaje presente en la región de las Tierras Altas sedimentarias se denominado Colinas Bajas y Valles Intercolinares de Xaclbal, dicho paisaje ocupa un

10.77% de área dentro de la subcuenca. Se ubica y localiza al Noroeste de Huehuetenango en el río Xaclbal hasta el Norte de Quiché y Noroeste de Alta Verapaz (Alvarado y Herrera, 2000).

Su morfografía indica que tiene la superficie ondulada kárstica formada por lomas redondeadas y bajas. El tipo de roca que se encuentra en esta unidad está formada por carbonatos (calizas, dolomías, evaporizas y margas). Su morfogénesis nos revela que la unidad se ha originado por el levantamiento de una antigua zona marina que se encontraba parcialmente sumergida, por lo que abundan los fósiles de aguas marinas de poca profundidad. Esta zona se levantó posiblemente en el periodo Terciario, por lo que se encuentran algunas partes de sedimento clásticos marinos que fueron erosionados y transportados. Por último, su morfocronología demuestra que la unidad está comprendida entre el Cretácico superior y el Terciario inferior (Alvarado y Herrera, 2000).

b) Tierras Bajas Interiores De Petén: las tierras bajas de El Petén se circunscribe por el Cinturón Plegado del Lacandón, Las Tierras Altas Sedimentarias y el río Salinas, dicha región presenta una superficie plana casi intacta. Los rasgos Kársticos no se encuentran, como tampoco indicaciones superficiales de pliegues y fallas. (Alvarado y Herrera, 2000).

En cuanto a la subregión, Planicies Aluviales, Alvarado y Herrera (2000), indican que su relieve está a alturas de 100 a los 150 msnm. Es una superficie de plana a cóncava. El drenaje superficial es meándrico; es común observar que han originado lagunas o pantanos. Han sido formados principalmente por rellenos de material sedimentario marino fino, en el período del Terciario inferior.

El Gran Paisaje presente es llamado Llanura Aluvial del río Chixoy, ocupa un 73.83% de área dentro de la subcuenca en estudio siendo este paisaje el más representativo. Este se ubica y localiza en parte final del río Chixoy, al Noroeste del Departamento de Alta Verapaz con el límite entre el Departamento de El Quiché y la frontera con México. Abarca las poblaciones de Cantabal (Playa Grande) al Oeste de la Laguna Lachuá, hasta Santa Elena cerca de la frontera con México. La morfografía nos indica que es unidad constituye una superficie de topografía plana con pendientes menores al 3%, con declive hacia el Noreste.

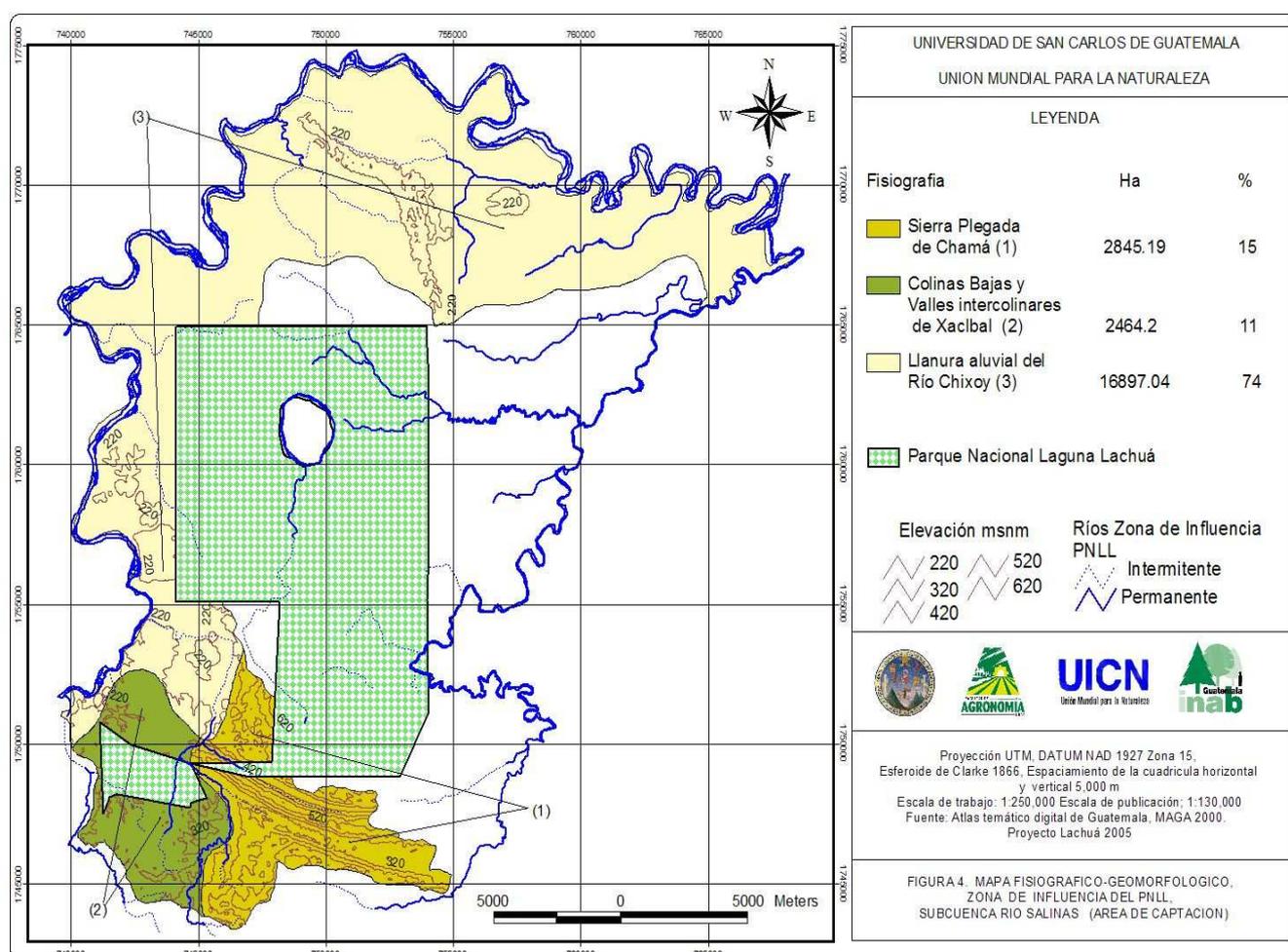


Figura 4. Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Existen algunas pequeñas colinas a manera de relictos, así como pequeñas áreas de lagunas y lagunetas, siendo la de mayor importancia la Laguna de Lachuá. El río Chixoy, en esta unidad, formado meandros en la parte baja al Norte. El tipo de roca presente son aluviones recientes, arcillas, areniscas, limolitas, arenas calcáreas y conglomerados pertenecientes a la Formación Caribe, las que afloran principalmente en el río Salinas (Alvarado y Herrera, 2000).

Su morfogénesis nos revela que el origen de esta unidad es un relleno efectuado por los ríos Chixoy e Icbolay, los que transportan materiales carbonatados de la Sierra de Chamá y otros lugares más al Sur.

La unidad se encuentra rodeada de rocas carbonatadas. Por último, la morfocronología nos demuestra que la unidad se encuentra comprendida dentro del Terciario superior (Oligoceno-Plioceno) (Alvarado y Herrera, 2000).

1.2.7 Geología

En la figura 5, se muestra que la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) se asienta sobre cinco formaciones geológicas los cuales son (MAGA, 2000):

Qa. Aluviones Cuaternarios que ocupa un 9.58% dentro del área de estudio.

Tsp. Terciario Superior Oligoceno-Plioceno (predominantemente continental; incluye formaciones Cayo, Armas, Caribe, Herreria, Bacalar y White Mares). Esta formación geológica es la que tiene mayor área dentro de la subcuenca (41.55%).

Tpe. Paleoceno-Eoceno (sedimentos Marítimos). Esta formación geológica es la que menor área representa dentro del área de estudio (5.02%).

KTs. Cretácico-Terciario (Formación Segur, Campaniano-Eoceno. Predominantemente sedimentos Clásticos. Incluye formaciones Toledo, Reforma y Cambio, y Grupo Verapaz). Representa únicamente el 20.09% del área de estudio.

Ksd. Cretácico (carbonatos Neocamiano-Campanianos. Incluye formaciones Cobán, Ixcoy, Cambur, Sierra Madre). Representa el 23.74% del área de estudio.

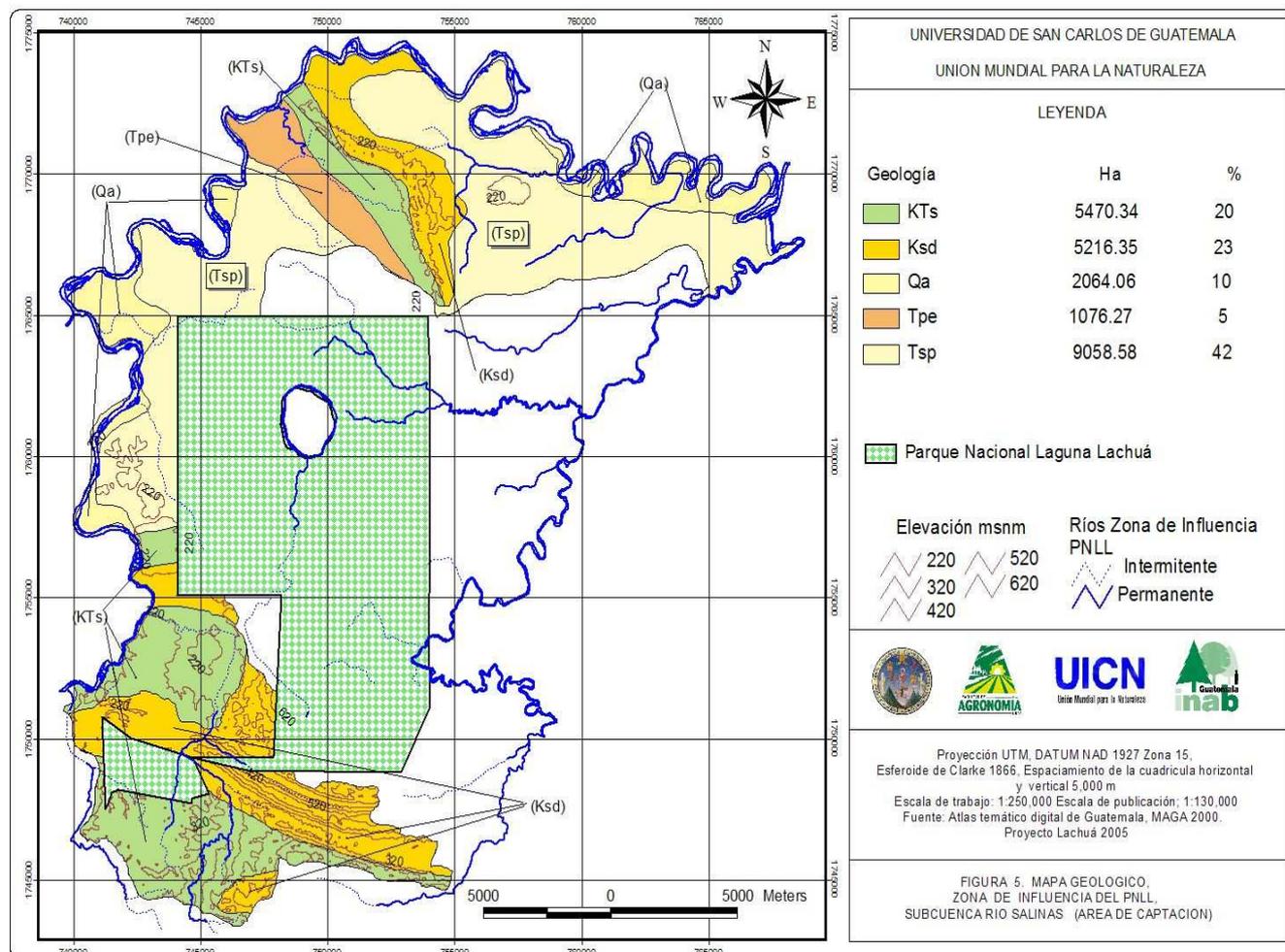


Figura 5. Mapa de Geología de la zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- Realizar un diagnóstico a nivel de reconocimiento de los recursos naturales renovables y aspectos sociales de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Salinas (área de captación) que permita detectar los principales problemas y que sea útil para el planteamiento de proyectos de investigación.

1.3.2 Específicos

- Describir el estado actual de los recursos naturales renovables agua, suelo y bosque.
- Describir la situación social de la zona de influencia del PNLL.
- Priorizar los principales problemas en la zona de influencia del PNLL.

1.4 METODOLOGÍA

Para la ejecución del diagnóstico, se resume en forma general las fases siguientes:

1.4.1 Fase de gabinete

En esta fase, se recopiló y organizó la información escrita generada sobre los recursos naturales renovables dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación). El material bibliográfico se obtuvo de las siguientes instituciones:

- Proyecto Lachuá.
- Instituto Nacional de Estadística (INE),
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA),
- Instituto Nacional de Bosques (INAB), Sub región 2.6 IXCAN, QUICHE. Y 2.6.1, Salcuim, Cobán, Alta Verapaz.
- Hospital Nacional Hellen Losi De Laugerud (Cobán).
- Instituto Geográfico Nacional IGN,
- Instituto de Cooperación en Salud (ICOS)
- Cruz Roja (Cobán)
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS-Guatemala y Cobán).
- Unidad de Saneamiento Ambiental MSPAS-COBAN.
- Hojas cartográficas escala 1:50,000 de Laguna Lachuá 2063I, Cuxpemech 2063 II, San Antonio El Baldío 2063 III, Río Tzeja 2063 IV, Río Chixoy o Negro 2064 II.
- Se utilizaron los softwares para digitalización de mapas (ArcView Gis 3.2) en la cual se consultó la base de datos SIG-MAGA 2000.

1.4.2 Fase de campo

Se efectuó una visita de reconocimiento preliminar del área con el propósito de rectificar algunos aspectos generales sobre los recursos naturales renovables y situación social del área de estudio, así mismo se realizaron sondeos a personal de instituciones que trabajan en el desarrollo de las comunidades.

1.4.3 Fase final de gabinete

En esta fase, se elaboraron los mapas de ubicación geográfica, clima según los sistemas de Thornthwaite, clasificado por Obiols (1975), zonas de vida, fisiografía, geología, serie de suelos con ayuda de la base digital elaborada por el MAGA (2000).

Se interpreto y ordeno la información recopilada y generada tanto biofísica como social y económica para detectar el estado actual de las comunidades estudiadas y los recursos naturales renovables.

Se priorizaron los problemas en base al análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) y por ultimo se elaboró el documento final escrito, donde se emitieron conclusiones y recomendaciones.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Aspectos generales de los recursos naturales renovables

1.5.1.1 Recurso hídrico en general

La zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) se encuentran dentro de la cuenca del río Usumacinta. Los cuerpos de agua principales por su conformación física y caudales están constituidos por el río Chixoy o Negro y el río Icbolay, los cuales son importantes como vías fluviales de transporte y para el desarrollo del comercio y pesca (DIGEBOS 1992, citado por Monzón, 1999).

Cobos (2001) menciona que en la mayoría de comunidades cuentan para su abastecimiento pozos de baja profundidad, con bombas manuales, mientras que otras comunidades se abastecen de otras fuentes como ríos y nacimientos.

Dentro de la zona de influencia del PNLL, según entrevistas a los pobladores de las comunidades estudiadas, mencionan que el avance de la frontera agrícola es uno de los problemas que afectan y contribuyen a la degradación de los ríos y manantiales de los cuales se abastecen.

De igual forma manifiestan que los ríos en la época lluviosa crecen demasiado y en la época seca, reducen su caudal a tal punto que se seca el río y solamente queda el cauce o drenaje principal.

Por otro lado, en cuanto al tema del agua subterránea, debido a las características fisiográficas algunas corrientes nacen en los terrenos del relieve Kárstico hacia el Sur de la zona presentando caudales irregulares, secan o su cauce se pierde (sumergen) en donde pasan a corrientes subterráneas (Monzón, 1999).

A. Calidad de agua

La calidad de agua se define como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas del agua. Estas características están relacionadas al origen del agua, es decir, que el agua va a tener determinada calidad a partir de su origen (nacimiento, pozo, lluvia) o que puede variar de acuerdo a los lugares que recorra hasta antes de ser utilizada, ya

que en estos puntos intermedios puede sufrir alteraciones en sus características debido a contaminación o bien a auto purificarse (Bendes 1984, citado por Yol 2002).

Debido a la importancia que representan los recursos naturales dentro de zona de influencia del PNLL, en especial el relacionado con el recurso hídrico, se tiene conocimiento de la investigación realizada por Monzón (1999) en donde se estudio la laguna Lachuá y el afluente que abastece la laguna, el río Peyán, en la cual se realizaron dos muestreos, el primero en mayo y el ultimo en octubre del año 1,996.

Los resultados de laboratorio fueron los siguientes: las características físicas (color, olor, pH, temperatura, sabor y turbiedad) demostraron que no sobrepasan los parámetros del Limite Máximo Aceptable (LMA) por lo que cumple los requisitos físicos que debe tener el agua potable; en cuanto a las características químicas se determino que poseen un alto peligro de salinidad y baja en sodicidad, los cual según la clasificación USDA se cataloga como aguas C₃-S₁ lo cual determina que no son aguas aptas para riego. Por otro lado en cuanto a la calidad química del agua para consumo humano, tiene niveles elevados de Calcio, Dureza Total, Sulfatos y Nitratos según el Limite Máximo Permisible (LMP) de las normas COGUANOR por lo que no es aceptable. Por ultimo de acuerdo a los resultados del análisis bacteriológico, los coliformes totales oscilan entre 2.7 – 270/ml siendo 200 ml el LMP, por lo que se estableció que el agua es de mala calidad para consumo humano, al haberse encontrado la presencia de la bacteria *Escherichia coli*.

Por otro lado, existe otra investigación hecha por Turcios (2002) en la cual describe la aptitud del agua para consumo humano de la ecoregión Lachuá. Este estudio trata de determinar la población que consume agua apropiada, se utilizo la prueba del disco agua-test presencia-ausencia coliformes totales (DAP-P-A CT^{MR}): Este consiste en una bolsa de plástico estéril y descartable que contiene un disco de papel filtro impregnado de un medio de cultivo, basado en los medios convencionales para el crecimiento y fermentación de la lactosa de las bacterias coliformes.

El indicador de la presencia de coliformes en el agua se da cuando el disco cambia de color púrpura a amarillo. Este cambio de color se debe a que cuando los coliformes están presentes en el agua se manifiestan por su crecimiento y fermentación de la lactosa del medio del cultivo. (Turcios, 2002). En conclusión, un 84 % de la población que habita en la Ecoregión Lachuá, consume agua no apta para dicho fin.

1.5.1.2 Recurso suelo

A. Serie de suelos.

En la figura 6, se puede observar que la mayor parte de la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación) la cual pertenecen al grupo de las tierras bajas del Petén-Caribe, estos a su vez se dividen en subgrupos denominados suelos poco profundos, bien drenados como los son los suelos Chacalté, Tzejá y Chapayal (IIB). Estos ocupan relieves inclinados, generalmente tienen menos de 50 cm. De espesor sobre el lecho de roca, y no son recomendables para un cultivo intenso (Simmos *et al.*, 1959).

La mayor parte de estos suelos (76.58 %) son de vocación forestal y conservación. Solamente un 4.76% del área se identificó de potencial agrícola (UICN-INAB 2004).

Los suelos Chacalté ocupan un 32.62% dentro de la subcuenca del río Salinas (área de captación), son poco profundos, bien drenados que se han desarrollado sobre caliza dura y masiva en un clima cálido y húmedo. Ocupan un relieve inclinado a altitudes bajas en el este central de Guatemala. Existe vegetación de maderas con especies deciduas y algunas palmeras. (Simmos *et al.*, 1959).

Los suelos Tzeja ocupan la mayor área dentro de la subcuenca con un 66.72%, son profundos, bien drenados, desarrollados sobre esquistos arcillosos, en un clima cálido húmedo. Ocupan un relieve de ondulado a quebrado a altitudes bajas en el norte de Guatemala. La vegetación natural consiste de un bosque denso, que incluye variedad amplia de especies de plantas de hojas anchas, de enredaderas, de arbustos y de árboles (Simmos *et al.*, 1959).

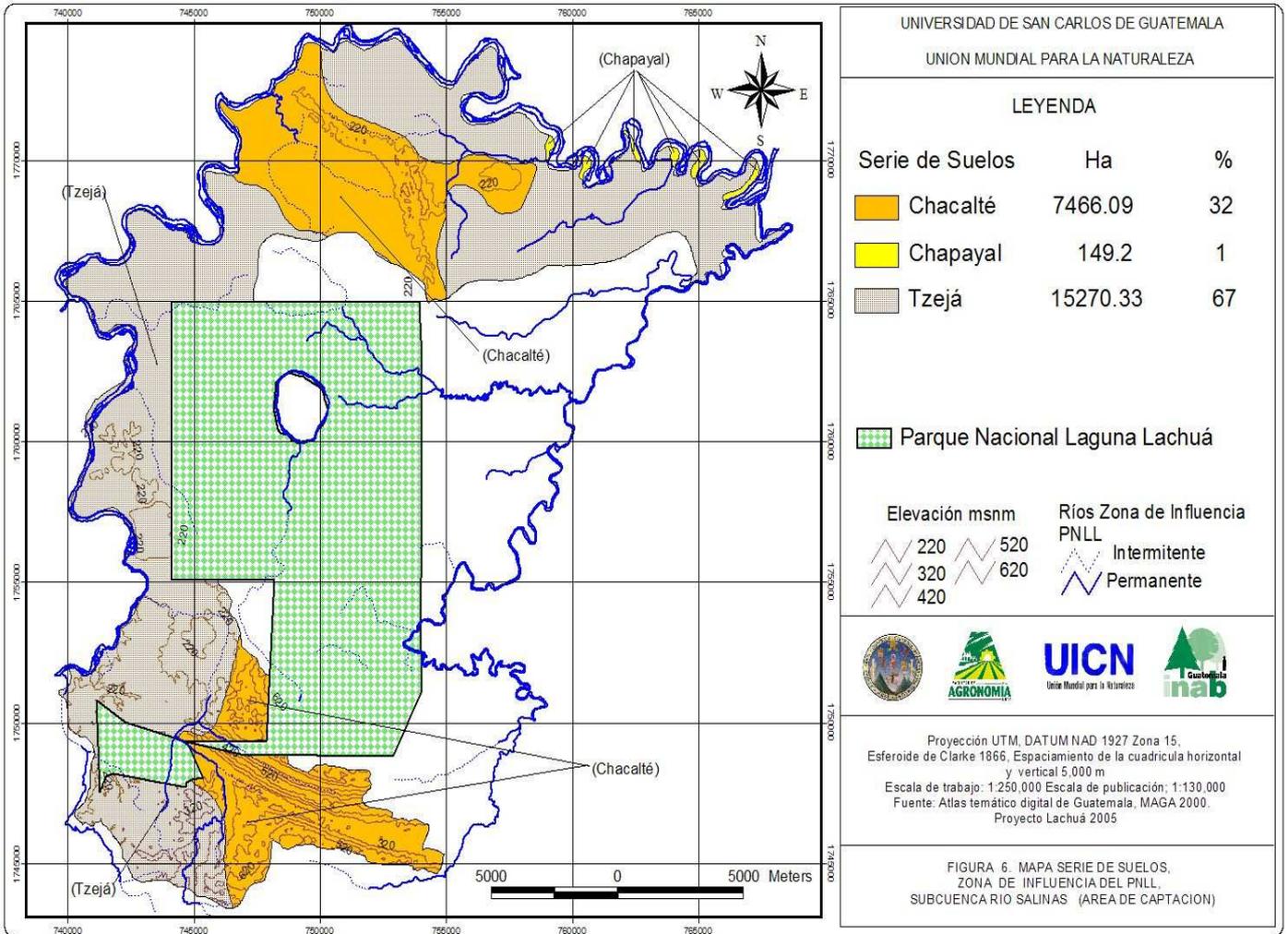


Figura 6. Mapa Serie de Suelos de la zona de influencia del PNLL, subcuena del río Salinas (área de captación).

Por ultimo, los suelos Chapayal ocupan la menor área dentro de la subcuenca, únicamente 0.65%. Son suelos profundos, de imperfectamente a mal drenados, que están desarrollados sobre esquistos arcillosos cálcareos o caliza suave, en un clima cálido y húmedo. Ocupan relieves suavemente ondulados a altitudes bajas en el Sur de El Petén y en la parte Norte de El Quiché y Alta Verapaz. Están asociados con suelos drenados Sebol y los poco profundos, Chacalté, pero son más gruesos que estos. Están densamente cubiertos de bosques, siendo las especies principales árboles de hoja ancha y palmeras (Simmos *et al.*, 1959).

B. Taxonomía de suelos

En base al estudio de clasificación taxonómica de suelos a nivel de semidetallado, realizado por Monzón (1999), en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) se pueden encontrar los siguientes sub-grupos: (ver cuadro 4)

Cuadro 4. Clasificación Taxonómica de suelos según USDA para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (zona de captación).

Código de Unidad	Tipo de Unidad Cartográfica	Clasificación Taxonómica
A ₁	Vertic Humitropepts	Consociación
A ₂	Typic Humitropepts	Consociación
A ₃	Typic Endoaquents/ Vertic Fluvaquents	Asociación
A ₅	Typic Humitropepts/ Oxyaquic Humitropepts	Asociación
A ₆	Typic Palehumults	Consociación
A ₈	Typic Tropopsaments	Consociación
A ₁₀	Lythic Tropopsaments	Consociación
A ₁₁	Typic Plinthohumults	Consociación

Fuente: Monzón, R. (1,999).

1.5.1.3 Uso de la tierra y cobertura forestal

Para el año 1999, En el parque nacional laguna Lachuá y su zona de influencia, se encontraban varias categorías de uso y cobertura forestal, indicados en el cuadro 5. Los usos de la tierra correspondientes a agricultura y pastos ocupaban un 25.4% de la superficie, y en el caso de coberturas, predominaban los bosques naturales de densidad media en un 33% de extensión del Parque Nacional y su Zona de Amortiguamiento. La extensión cubierta con bosques abiertos (algunos intervenidos con cardamomo), representaba 18.93% del total del área. Los bosques cerrados cubrían aproximadamente el 10.52% del área del parque nacional y su Zona de Amortiguamiento. Estos se encuentran principalmente en la parte sur de la laguna y del parque, concentrados en áreas de mayores pendientes.

Cuadro 5: Cobertura forestal y uso de la tierra en el PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).

Uso y cobertura	Extensión	porcentaje
Cuerpo de agua de la laguna	143	0.3
Zonas pobladas	526	1.2
Agricultura, pastos y otros	11,543	25.4
Zonas con nubes	214	0.5
Arbustos (incluye regeneración natural)	3,866	8.5
Bosques inundados (húmedales, áreas inundadas con bosques)	683	1.5
Bosque abierto con densidad de contacto entre copas entre el 10 - 40% (de altura baja, media y alta)	8,596	18.9
Bosque de densidad media, con contacto entre copas entre el 40% - 70% (de altura baja, media y alta)	15,070	33.2
Bosque cerrado Densidad y contacto entre copas entre el 70-100% (de altura baja, media y alta)	4,778	10.5
Extensión total aproximada	45,419	100

Fuente: Plan Maestro Parque Nacional Laguna Lachuá, 2004 – 2008.

1.5.1.4 Recurso bosque

A. Vegetación: asociaciones vegetales, especies relevantes, tipos de bosques

Según UICN-INAB (2004), en el área se encuentran presentes dos tipos de asociaciones vegetales: Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido y Bosque Subtropical Pluvial.

Las tierras planas cubiertas con bosque denso y tierras altas en las montañas del Peyán y la Sultana, se encuentran en un estado de baja perturbación aproximadamente en un 90% de su superficie, lo cual convierte al área en un sitio importante en términos de biodiversidad para el país.

De acuerdo a estudios realizados en el PNLL, la vegetación del área está formada por más de 80 especies de árboles. El mayor número de especies los presentó el bosque primario y el menor número el bosque inundable.

Castañeda (1997), citado por UICN-INAB (2004), reporta 76 familias de plantas que comprenden 220 especies de las que 99 son árboles; 8 son arborescentes; 37 son arbustos; 33 hierbas, 31 epífitas; 9 arbustos, enredaderas o bejucos; 2 árboles parásitos y hierba parásita; y 4 hierbas enredaderas. De las 76 familias las mejor representadas en número son: Orchidaceae (17), Arecaceae (13), Fabaceae (10), Rubiaceae (10), Moraceae (9) y Melastomataceae (8). Identificó además 5 estratos con alturas máximas entre 23 y 28 metros. Los estratos superiores del bosque están conformados por árboles de 28 metros de altura, siendo los más característicos: el tamarindo (*Dialium guianense*), ceiba (*Ceiba pentandra*), Mario o barillo (*Callophylum brasiliense*), irayol (*Genipa americana*), san juan (*Vochysia hondurensis*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*).

En los estratos medios es común encontrar árboles entre 10 y 20 metros entre los cuales sobresalen: anona de montaña (*Annona* sp.), majagua (*Trichospermum grewiaefolium*), zapotón (*Pachira acuatica*), achiotillo (*Bernardia interrupta*), madre lancetillo (*Astrocaryum* sp), corozo (*Orbignia cohune*) y el izote de montaña o pony tail (*Dracaena americana*). Castañeda (1997), citado por UICN-INAB (2004).

El estrato inferior está identificado por presencia de brotes de los estratos anteriores, así como bromelias, palmas, liliáceas, rubiáceas y abundantes helechos.

Los bosques inundados son considerados como humedales que juegan un papel prioritario en el balance hídrico. Se caracterizan por la dominancia de sistemas forestales que son inundados por largos períodos de tiempo. En tales ecosistemas el flujo de la corriente es comúnmente lento y con numerosos drenajes irregulares. Son ecosistemas en general con alta productividad primaria y dominada por pocas especies forestales, adaptadas a sustratos inestables. (Castañeda (1997), citado por UICN-INAB (2004).

B. Dinámica de la cobertura boscosa

La dependencia de los recursos naturales por parte de los pobladores en la zona explica el avance de la frontera agropecuaria y la reducción de los ecosistemas con cobertura forestal. Monzón (1999) revela que la pérdida de cobertura arbórea en la Zona de Amortiguamiento del parque ha aumentado desde 1954. De esa fecha hasta 1996 (42 años) se dio una reducción de 20,707 hectáreas, lo que se puede expresar como un promedio de 493 hectáreas perdidas por año.

Un análisis general fuera de los límites del parque muestra que al Norte, la cobertura boscosa está bastante fragmentada, permaneciendo únicamente bosquetes aislados. Esta fragmentación se ha dado debido principalmente al desarrollo de cultivos anuales y la ganadería.

Por el contrario el bosque fuera del Parque en la parte Sur, extendiéndose de Este a Oeste, se encuentra la porción con menor fragmentación, permaneciendo áreas más extensas cubiertas de bosques densos y abiertos. Dos factores pueden influir en este patrón: en algunas áreas el tipo de suelo y pendientes escarpadas que no permiten el desarrollo de la actividad agrícola y en otros sitios por la utilidad de sombra para el cardamomo. En la parte Sur las comunidades cultivan el cardamomo que necesita la sombra de especies forestales, lo cual ha permitido la conservación de ciertos remanentes de bosque, que han sido sometidos a la extracción selectiva.

1.5.2 Aspectos sociales de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación)

1. 5.2.1 Características socioeconómicas de la región

Según Calvo (2001), menciona que la población predominante de la región es de origen Maya-Q'eqchi'. En general se considera que el indígena Q'eqchi' actual es un campesino de subsistencia que cultiva productos como el arroz, frijol y chile para autoconsumo.

Actividades extras como el comercio o la venta de mano de obra, se realizan en épocas determinadas por el calendario agrícola y se desarrollan para lograr excedentes económicos que permitan obtener los elementos básicos que no son producidos por la unidad familiar.

En la zona de influencia del PNLL, adicionalmente a las actividades de subsistencia se tienen también otras actividades complementarias de las que destacan la producción y comercialización de productos agrícolas como el cardamomo (*Elettaria cardamomum*) y el arroz (*Oriza sativa*), así como la ganadería. Cabe mencionar que la población Q'eqchi' al igual que otros indígenas de ascendencia maya mantiene la tradición agroforestal del huerto familiar, este elemento también ha sido adoptado en la región.

Distribución de la población

La distribución poblacional rural se presenta a continuación según la cuadro 6, también se muestra la distribución de la población por categoría de poblados y la cantidad de mujeres y hombres por municipio.

Cuadro 6. Comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Comunidades presentes subcuenca Salinas	Categoría Población		Sexo	
				Hombres	Mujeres
1	Comunidad Zapotal I	caserio	204	105	99
2	El Peyan	finca	183	96	87
3	Comunidad Triunfo 9 cerros	caserio	157	80	77
4	Comunidad Promesas 9 cerros	caserio	408	207	201
5	Santa Cruz Nacimiento	aldea	239	129	110
6	Comunidad Nuevo León	caserio	67	38	29
7	Comunidad Pie del Cerro	caserio	227	122	105
8	Comunidad Isla de las Tortugas	caserio	162	89	73
9	El Baldío Rocja Purribal	caserio	454	235	219
10	Las Brisas del Chixoy	caserio	102	50	52
11	Salinas 9 cerros	finca	449	225	224
12	San Jorge la Unión	finca	166	79	87
13	San Luís palo grande	finca	223	123	110
14	Ixloc	finca	282	141	141
15	Salacuim	caserio	1821	924	897
16	Comunidad San Lorenzo Ixmachan I	finca	168	90	78
17	Comunidad San Lorenzo Ixmachan II	caserio	96	48	48
18	San Pedrito Ixloc	finca	89	45	44
19	Saholom	caserio	677	335	342
20	Santa Elena 20 octubre	otra	191	96	95
21	Bempec el Castaño	caserio	177	83	94
22	Santa Marta Salinas	caserio	372	165	207
23	Comunidad las Tortugas	caserio	162	89	73
24	San Luís Vista Hermosa	caserio	495	275	220
25	Las Machacas del Zapotal II	caserio	159	84	75
26	San Luís Palo Alto	otra	121	64	57
27	San Luís Palo Grande	finca	233	123	110
28	San José Saijá	finca	177	90	87
29	El Progreso	caserio	102	52	50
30	Comunidad Tierra Blanca	finca	648	342	306
31	Semuy II	caserio	154	81	73
32	Monte Sinaí	otra	95	47	48
	TOTAL		10214	5224	4990

FUENTE: Censo poblacional INE 2002.

Se puede observar en el cuadro anterior que la población masculina cuenta con el mayor número de habitantes en la zona, representa un 51.14% mientras que la población femenina representa un 48.85% de la población.

1.5.2.2 Distribución étnica

Cuadro 7. Distribución étnica de la población en las comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Comunidades presentes subcuenca Salinas	Grupo étnico	
		Indígena	No indígena
1	Comunidad Zapotal I	181	23
2	El Peyan	107	76
3	Comunidad Triunfo 9 cerros	150	7
4	Comunidad Promesas 9 cerros	408	0
5	Santa Cruz Nacimiento	237	2
6	Comunidad Nuevo León	29	38
7	Comunidad Pie del Cerro	227	0
8	Comunidad Isla de las Tortugas	117	45
9	El Baldío Rocja Purribal	454	0
10	Las Brisas del Chixoy	72	30
11	Salinas 9 cerros	449	0
12	San Jorge la Unión	166	0
13	San Luís palo grande	219	14
14	Ixloc	282	0
15	Salacuim	1792	29
16	Comunidad San Lorenzo Ixmachan I	164	4
17	Comunidad San Lorenzo Ixmachan II	96	0
18	San Pedrito Ixloc	85	4
19	Saholom	642	35
20	Santa Elena 20 octubre	191	0
21	Bempec el Castaño	169	8
22	Santa Marta Salinas	372	0
23	Comunidad las Tortugas	117	45
24	San Luís Vista Hermosa	313	182
25	Las Machacas del Zapotal II	159	0
26	San Luís Palo Alto	120	1
27	San Luís Palo Grande	219	14
28	San José Saijá	177	0
29	El Progreso	85	17
30	Comunidad Tierra Blanca	647	1
31	Semuy II	154	0
32	Monte Sinaí	95	0
	TOTAL	9563	613

Fuente: Censo poblacional INE 2002. 0 = Sin datos

Respecto a la distribución étnica de la población, en el cuadro 7, la mayoría de la población es indígena siendo esta del 94% y únicamente el 6% de la población restante reporta ser no indígena (mestizo).

1.5.2.3 Distribución etárea

Las edades analizadas fueron de 0 a mayor de 65 años que son los rangos que plantea el INE. En el Cuadro 8 se presenta la distribución por edad. Es evidente que la mayoría de la población se encuentra entre los 15-64 años (46%), encontrándose dentro de la población económicamente activa y un 24% se encuentra dentro del rango de edad de 7-14 años. Sin embargo entre niños y personas en edad de retiro, el porcentaje es de 30%, lo que implica que casi la un tercio de la población no es productiva y por consiguiente es dependiente.

1.5.2.4 Religión

Se menciona en el Foro Ecoregional Lachuá (2001) que la organización religiosa es uno de los componentes importantes de la Ecoregión. Sin embargo, por esta vía se puede generar niveles organizativos importantes. Actualmente la iglesia católica mantiene un 50% de participación entre la población; no obstante según manifiestan sus miembros, fue muy debilitada y perseguida durante los años 80's a raíz del conflicto armado interno, siendo obligados a negar incluso sus creencias. En este contexto proliferaron las iglesias evangélicas de distintas denominaciones. Un aspecto que cabe resaltar es que las iglesias son los medios más frecuentes de socialización de las mujeres, es aquí donde ellas tienen más participación, aunque no de liderazgo, si no más bien como asistencia, formación de asociaciones pro campañas, preparación de alimentos para alguna actividad, mantenimiento de las iglesias, así como para atender al pastor además las dos religiones antes mencionadas, existen otras como por ejemplo: Adventista, Bautista, Calvario, Nazareno, Peniel, Príncipe de Paz.

Esto no significa que dentro de las iglesias no haya mujeres con liderazgo y con capacidad de dirección; por el contrario, podrían contribuir enormemente con el desarrollo de su comunidad.

Cuadro 8. Distribución por edades de la población en las Comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Comunidades estudiadas zona de influencia PNLL	Grupos de edad			
		0 - 6 años	7 - 14 años	15 - 64 años	> 65 años
1	comunidad zapotal I	50	54	100	0
2	el peyan	47	48	86	2
3	comunidad triunfo 9 cerros	40	45	70	2
4	comunidad promesas 9 cerros	116	98	186	8
5	santa cruz nacimiento	72	54	108	5
6	comunidad nuevo león	26	14	26	1
7	comunidad pie del cerro	57	69	101	0
8	comunidad isla de las tortugas	42	43	73	4
9	el baldio rocja purribal	128	117	199	10
10	las brisas del chixoy	28	24	48	2
11	salinas 9 cerros	129	114	203	3
12	san jorge la union	31	39	89	7
13	san luis palo grande	72	60	100	1
14	ixloc	81	69	131	1
15	salacuim	484	456	845	36
16	comunidad san lorenzo ixmachan I	45	42	81	0
17	comunidad san lorenzo ixmachan II	25	28	42	1
18	san pedrito ixloc	24	29	33	3
19	saholom	185	141	333	18
20	santa elena 20 octubre	40	54	91	6
21	bempec el castaño	47	41	83	6
22	santa marta salinas	87	89	185	11
23	comunidad las tortugas	42	43	73	4
24	san luis vista hermosa	134	121	233	7
25	las machacas del zapotal ii	47	39	69	4
26	san francisco el río	83	62	127	8
27	san luis palo alto	40	19	61	1
28	san luis palo grande	72	60	100	1
29	san jose saijá	50	46	77	4
30	el progreso	25	19	58	0
31	comunidad tierra blanca	232	126	285	5
32	semuy ii	44	40	70	0
33	monte sinahí	35	17	42	1
	TOTAL	2839	2478	4682	177

Fuente: Censo poblacional INE 2002. 0 = Sin datos.

1.5.2.5 Organizaciones Comunitaria e instituciones afines al desarrollo

Según el Foro Ecoregional Lachuá (2001) el tipo de organización es la formal, integrada por comités pro mejoramiento como organización de base, y los alcaldes auxiliares y regionales como autoridad máxima. En el cual, con excepción de los Alcaldes Regionales, su liderazgo es cuestionable, pues por lo general los que están en la conducción de las comunidades son nombrados porque hablan Castellano, conocen las ciudades importantes o sencillamente porque tienen documentación.

Existen los Consejos De Desarrollo Comunitario de primer nivel o piso (COCODE), estos se aglutinan a partir de la representación de comisiones de trabajo, a través de la delegación de un representante. En cada comunidad se deben de realizar reuniones para la integración y consenso, así como para nombrar a sus representantes ante otras COCODES y alcaldes o alcaldías comunitarias. A continuación en cuadro 9 se presentan lo nombres de los presidentes de cada COCODE de primer nivel.

Cuadro 9. Presidentes de COCODES 1er. Nivel de las Comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Comunidad	Nombre de presidente
1	Comunidad Pie Del Cerro	Manuel Ichic
2	Las Tortugas	Mariano Pop
3	Zapotal I	Tomas Ical
4	San Luis Vista Hermosa	Jorge Droegue
5	Santa Cruz El Nacimiento	Nazario Cacao
6	Las Promesas	Augusto Iqui
7	Santa Elena 20 de Octubre	Rosendo Che
8	San Luis Palo Grande	Emilio Coc Ché
9	Nuevo Amanecer El Plan	Alberto Coc Tiul
10	Palo Grande Los Cocales	Juan Ramón Caal
11	Senuja	Ricardo Yaxcal
12	Las Brisas Del Chixoy	Ersides Enrique Escobar
13	Santa Marta Salinas	Pedro Choc Coc
14	Tierra Blanca Sebol	Secundino Cuc
15	Isla De Las Tortugas	Eduardo Clarck Choc
16	Tierra Blanco Salinas	Arnoldo Botzoc Sacul
17	Tierra Blanco Chixoy	Ricardo Rax
18	San Jorge La Unión	Venancio Pop
19	El Triunfo Nueve Cerros	Jorge Méndez
20	San Francisco Del Río	Manuel Caal Xol
21	El Progreso	Fidelio Pérez Matías
22	Chipantun	Gilberto Co
23	La Unión Buena Vista	Virgilio Pop
24	San Lorenzo Ichmachan I	Aurelio Saguí
25	Ixloc	Antonio Cac Cu
26	Ixloc San Pedrito	Marcos Caal
27	Comunidad Rocja Purribal	José Aparicio Maquin
28	Semuy II	Raymundo Rax
29	Bempec El Castaño	German Caal
30	San Sebastian El Caoba	Agustín Cajbon
31	San José Saija	Alberto Pacay Mucu
32	Monte Sinai	Juan Chocooj
33	Saholom	Abelino cao Botzoc

Fuente: Componente de desarrollo institucional y organizativo, 2005.

A partir de las organizaciones de las COCODES de primer nivel, se inicia una organización representativa en consejos de desarrollo de segundo nivel, su función principal es gestionar proyectos para sus comunidades. (Observar cuadros 10 y 11).

Cuadro 10. Conformación de COCODES de 2do. Nivel. Alcaldía Regional Santa Lucia Lachuá.

No.	Cargo	Nombre	Comunidad
1	Presidente	Mariano Pop	Tortugas
2	Vice-presidente	Miguel Ichich	Tzetoc
3	Secretario	Alberto Pitan	Santa Cruz Nacimiento
4	Tesoreo	Tomas Ical	Zapotal I
5	Vocal I	Manuel Xo	Santa Lucia
6	Vocal II	Emilio Che	San Luis Palo Grande
7	Vocal III	Secundino Cuc	Tierra Blanca Sebol
8	Vocal IV	Eduardo Clark	Isla de Las Tortugas
9	Vocal V	Roberto Oxom	San Marcos
10	Vocal VI	Ricardo Ichich	San Luis Palo Grande

Fuente: Componente de desarrollo institucional y organizativo autogestionario, 2005.

Cuadro 11 Conformación de COCODES de 2do. Nivel. Alcaldía Regional Salacuim.

No.	Cargo	Nombre	Comunidad
1	Presidente	Abelino Cao Botzoc	Saholom
2	Vicepresidente	Juan Chocooj	Monte Sinai
3	Secretario	Raymundo Rax	Semuy II
4	Pro-secretario	Josè Aparicio Maquim	Rocha Puribal
5	Tesorero	Marcos Caal	San Pedrito Ixloc
6	Pro-tesorero	Antonio Cac Cù	Ixloc
7	Vocal I	Gabriel Yat	Zapotal II
8	Vocal II	Rigoberto Pop Xol	Bempec El Castaño
9	Vocal III	Agustin Cajbon	San Sebastián el Caoba
10	Vocal IV	Alberto Pacay	San José Saiha
11	Representante Mujeres	Teresa Poou	Salacuim
12	Representante Mujeres	Juana Chub	Salacuim

Fuente: Componente de desarrollo institucional y organizativo autogestionario, 2005.

En conclusión, tanto las COCODES de primer nivel como de segundo nivel tienen la obligación de promocionar el desarrollo referente a servicios básicos, gestión de fondos del Estado e internacionales para la ejecución de Proyectos de infraestructura, educación, salud, saneamiento ambiental, seguridad pública.

Cuadro 12. Asociaciones presentes en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Nombre de la asociación	Representante legal
1	Asociación Atzamha	Carlos Anibal Artola Xol
2	Asociación Selva del Norte	Juan Tun Chò
3	Asociación K'atb'alpom	Florentin Prado Chub
4	Asococoseresa	Abelino Cao Botzoc
5	AIDRP(Purribal)	Porfirio Prado
6	ASCAMPEY	Marcelino Caal
7	Asociación 1ero de Mayo	Gerardo Caal

Fuente: Componente de desarrollo institucional y organizativo autogestionario, 2005.

Por otro lado, dentro de la zona de influencia del PNLL, UICN-INAB (2001) menciona que existen asociaciones las cuales nacen por diferentes necesidades, en el cuadro 12 se nombran las asociaciones que se encuentran trabajando dentro del área de estudio.

UICN-INAB (2004) dice que la función primordial de las asociaciones es organizar y administrar la producción enfocada en actividades productivas sostenibles y generadoras de ingresos y/o suministros de alimentos. Gestionar la capacitación en torno a las actividades productivas. Realizar arreglos con socios financieros y comerciales relativos a las actividades productivas. En cuanto a las instituciones afines al desarrollo organizacional, gestión ambiental y desarrollo productivo dentro de la zona de influencia del PNLL son las siguientes:

Cuadro 13. Entidades presentes en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Entidades	Funciones/ Roles
1	INAB	Co-administración del PNLL y fomento del desarrollo productivo forestal.
2	CONAP	Administración del PNLL y resguardo de biodiversidad (vida silvestre) dentro y fuera del parque.
3	MARN	Monitoreo de la calidad ambiental en torno a manejo de recursos naturales y desarrollo socio-productivo y provisión de servicios públicos (agua, acceso y otros)
4	MAGA	Servicios técnicos y de apoyo financiero ligados a la generación de alimentos y producción agrícola (agricultura, ganadería, recursos naturales).
5	SEPRONA-PNC	Control y protección del uso y transporte de recursos naturales renovables.
6	Alcaldía Municipal Regional de Cobán	Administración de bienes municipales y de servicios básicos (agua, luz eléctrica, basura, drenajes, saneamiento, otros) seguridad ciudadana, servicio de registro civil.
7	Ministerio Público y Organismo Judicial	Investigación judicial y administración de justicia relativa a faltas y delitos ambientales.
8	Fondo de Tierras	Regularización y acceso de tierras.
9	CONTIERRA	Reducción y solución de conflictos de tierras.

Fuente: Proyecto Lachuá fase III, 2004.

1.5.2.6 Educación

Dentro de la zona de influencia del PNLL, se cuentan alrededor de 45 escuelas las cuales atienden a un grupo de 2,424 estudiantes de los tres grados de escolaridad (pre-primaria, primaria y básica), además hay un total de 121 maestros.

Según Calvo (2001), uno de los problemas más frecuentes en las escuelas es la deserción escolar muy marcada en niños en el ámbito en general, y en la época de cosecha, observándose más en niños que en las niñas quienes en su mayoría con dificultad logran llegar al cuarto grado, siendo un porcentaje muy reducido el que alcanza a cursar el nivel básico.

Cuadro 14. Alumnos por grado escolar y presencia de escuelas en las comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Comunidad	Grado de Escolaridad		
		Pre-Primaria	Primaria	Básicos
1	San Jorge La Unión	NH	40	NH
2	Las Tortugas	28	87	NH
3	La Isla de Las Tortugas	NH	63	NH
4	Las Promesas	NH	88	NH
5	El Triunfo Nueve Cerros	20	64	3
6	Santa Elena 20 de Octubre	19	53	NH
7	San Luis Vista Hermosa	18	60	17
8	Zapotal I	20	61	NH
9	Zapotal II	20	52	NH
10	Saholom	NH	118	NH
11	El Castaño	23	NH	NH
12	Salacuim	18	95	38
13	Salacuim	30	285	NH
14	Salacuim Telesecundaria	NH	NH	76
15	Pie del Cerro	NH	59	NH
16	Tierra Blanca Salinas	NH	42	NH
17	Tierra Blanca Sebol	17	60	NH
18	Tierra Blanca Chixoy	NH	61	NH
19	Las Brisas del Chixoy	NH	22	NH
20	Santa Marta Salinas	NH	46	NH
21	San Luis Palo Grande	15	74	NH
22	Santa Cruz Nacimiento	18	60	NH
23	San Jose Sahya	20	47	NH
24	Ixloc	23	93	NH
25	Purribal	23	147	36
26	San Lorenzo I	NH	NH	NH
27	San Lorenzo II	NH	32	NH
28	San Pedrito Ixloc	NH	21	NH
29	Senuja	?	D	NH
	TOTAL	329	1925	170

NH= No existe información. Fuente: Componente de desarrollo institucional y organizativo autogestionario.

Los padres de familia están organizados para cooperar conjuntamente con los maestros en la educación, cuentan con una junta escolar y/o COEDUCAS que se encargan de gestionar materiales educativos, refacciones para niños y apoyar el mantenimiento de la escuela.

1.5.2.7 Salud pública

Se menciona en el Diagnostico Ecoregional (2001) que la zona de influencia es atendida por el Programa SIAS (Sistema integrado Asistencia Social) del Ministerio de Salud y Asistencia Social (MSPAS). Dentro del área de Santa Lucía Lachuá se encuentra ICOS (instituto de cooperación social) la cual es una institución prestadora de servicio, quienes dan cobertura y asistencia.

Cuadro 15. Listado de comunidades que atiende ICOS dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Comunidades
1	Las Tortugas
2	santa marta salinas
3	san jorge la union
4	las brisas
5	el plan nuevo amanecer
6	palo grande
7	senucja
8	san luis palo grande
9	tierra blanca sebol
10	isla de las tortugas
11	tierra blanca salinas
12	saholom
13	zapotal ii
14	el progreso
15	pie del cerro
16	tierra blanca chixoy
17	nuevo leon
18	san luis vista hermosa
19	zapotal i
20	san francisco del rio
21	las promesas
22	union buena vista
23	santa cruz nacimiento
24	santa elena 20 de oct.
25	el triunfo 9 cerros
26	el peyancito

Fuente: Icos, 2006.

Las demás comunidades son atendidas por la Cruz Roja, la cual tiene sedes en Cobán y Chisec.

Cuadro 16. Listado de comunidades que atiende la Cruz Roja dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Comunidad
1	el baldio rocja purribal
2	ixloc
3	salacuim
4	comunidad san lorenzo ixmachan i
5	comunidad san lorenzo ixmachan ii
6	san pedrito ixloc
7	bempec el castaño
8	san luis palo alto
9	san luis palo grande
10	san jose saijá
11	semuy ii
12	monte sinai

Fuente: Cruz Roja. Cobán 2005.

Cabe mencionar que dentro de la zona de estudio, las enfermedades que más comunes son las denominadas EDAS (enfermedades diarreicas agudas) y las ERAS (enfermedades respiratorias agudas). Por ejemplo, la Cruz Roja de Cobán en junio del año 2005, reporto alrededor de 50 casos de enfermedades respiratorias agudas atendidas. En cuanto a las enfermedades diarreicas agudas, para el mismo mes se reportaron alrededor de 13 casos atendidos.

Por lo que se puede concluir que la mayoría de personas que viven en las comunidades de la zona de influencia del PNLL, se ven afectadas más por enfermedades respiratorias. Cabe mencionar que las EDAS son las enfermedades que acosan a los pobladores que no cuentan con una fuente segura de agua. En muchos casos estas personas toman agua de fuentes contaminadas como ríos y pozos que pasan cerca de sus comunidades.

1.5.2.8 Agua potable y letrización

Cobos (2001) menciona que en la mayoría de comunidades cuentan para su abastecimiento pozos de baja profundidad, con bombas manuales, mientras que otras comunidades se abastecen de otras fuentes como ríos y nacimientos.

En el Diagnostico Ecoregional (2001), se menciona que el uso de las letrinas no es al 100%, especialmente se pudo observar que hay renuncia al uso de las letrinas de abonera seca, y hay quejas del funcionamiento de estas. La mayoría de viviendas posee el sistema de pozo ciego, con este tipo de servicio se tiende a incrementar la EDAS (enfermedades diarreicas agudas). La razón es que este tipo de letrinas están cerca de los pozos domiciliarios.

1.5.2.9 Vías de acceso

Dentro de la zona de influencia del PNLL existen tres categorías de vías de acceso: Mal acceso en la cual solo con vehículos de doble tracción pueden pasar; solo verano, el cual el acceso en invierno aun contando con vehículos de doble tracción y toda que significa que el acceso se puede hacer en toda época, recomendable con vehículo de doble tracción.

Cuadro 17. Disponibilidad de agua y Letrinas de las comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Comunidad	No. viviendas	Agua		Letrinas
			Tipo	Tratamiento	tipo
1	Nuevo Amanecer El Plan	38	Pozo	Hervida	Pozo Ciego
2	Tierra Blanca Sebol	36	Pozo	Clorada	Abonera
3	Tierra Blanca Chixoy	31	Agua de lluvia	Ninguna	No Hay
4	Tierra Blanca Salinas	22	Agua de lluvia	Ninguna	No Hay
5	El Progreso	20	Pozo	Clorada	Abonera
6	San Lorenzo Ichmacha I	20	Agua superficial	Hervida	No Hay
7	San Lorenzo Ichmacha II	Nr	Nr	Nr	Nr
8	San Luis Palo Grande	46	Pozo	Hervida	Pozo Ciego
9	Isla Las Tortugas	26	Pozo	Hervida	Pozo Ciego
10	Las Promesas 9 Cerros	63	Pozo	Clorada	Pozo Ciego
11	Santa Elena 20 de Octubre	47	Tubo	Hervida	Abonera
12	Pie Del Cerro	46	Pozo	Hervida	Pozo Ciego
13	El Triunfo 9 cerros	25	Pozo	Clorada	Pozo Ciego
14	Las Tortugas	55	Pozo	Hervida	Pozo Ciego
15	Brisas del Chixoy	36	Agua superficial	Hervida	Pozo Ciego
16	Santa Marta Salinas	30	Agua superficial	Hervida	Pozo Ciego
17	San José Saija	30	Pozo	Hervida	Pozo Ciego
18	San Jorge La Unión	29	Pozo	Hervida	Abonera
19	Bempec El Castaño	27	Pozo	Hervida	Pozo Ciego
20	Nuevo León	12	Nr	Hervida	Nr
21	Salacuim	355	Pozo	Hervida	Abonera
22	Saholom	107	Tubo	Hervida	Abonera
23	Salinas 9 Cerros	96	Tubo	Hervida	Pozo Ciego
24	Rocja Purribal	76	Tubo	Clorada	Pozo Ciego
25	San Luis Vista Hermosa	61	Pozo	Hervida	Abonera
26	Zapotál I	30	Pozo	Hervida	Abonera
27	Zapotál II	15	Pozo	Hervida	Pozo Ciego
28	Finca Ixloc San Pedrito	12	Pozo	Hervida	Pozo Ciego
29	Semuy II	22	Agua superficial	Hervida	Pozo Ciego
30	Santa Cruz El Nacimiento	35	Pozo	Hervida	Pozo Ciego
31	Monte Sinai	17	Manguera	Hervida	Pozo Ciego
32	El Peyan	47	Agua de lluvia	Hervida	Abonera

Fuente: Informe componente infraestructura para el plan regional de la Ecoregión Lachúa 2001. Nr = No respondió.

Cuadro 18. Vías de acceso de las comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Comunidad	VIAS DE ACCESO	
		TIPO DE ACCESO	TRANSITABLE POR EPOCA
1	Nuevo Amanecer El Plan	Brecha	Mal Acceso
2	Tierra Blanca Sebol	Brecha	Mal Acceso
3	Tierra Blanca Chixoy	Brecha	Mal Acceso
4	Tierra Blanca Salinas	Brecha	Mal Acceso
5	El Progreso	Brecha	Mal Acceso
6	San Lorenzo Ichmacha I	Brecha	Mal Acceso
7	San Lorenzo Ichmacha II	Brecha	Mal Acceso
8	San Luis Palo Grande	Brecha	Solo Verano
9	Isla Las Tortugas	Brecha	Solo Verano
10	Las Promesas 9 Cerros	Brecha	Toda
11	Santa Elena 20 de Octubre	Brecha	Toda
12	Pie Del Cerro	Brecha	Toda
13	El Triunfo 9 Cerros	Brecha	Toda
14	Las Tortugas	Balastro	Solo Verano
15	Brisas del Chixoy	Balastro	Solo Verano
16	Santa Marta Salinas	Balastro	Solo Verano
17	San José Saija	Balastro	Solo Verano
18	San Jorge La Unión	Balastro	Solo Verano
19	Bempec El Castaño	Balastro	Solo Verano
20	Nuevo León	Balastro	Solo Verano
21	Salacuim	Balastro	Toda
22	Saholom	Balastro	Toda
23	Salinas 9 Cerros	Balastro	Toda
24	Rocja Purribal	Balastro	Toda
25	San Luis Vista Hermosa	Balastro	Toda
26	Zapotal I	Balastro	Toda
27	Zapotal II	Balastro	Toda
28	Finca Ixloc San Pedrito	Herradura	Mal Acceso
29	Semuy II	Brecha	Mal Acceso
30	Santa Cruz El Nacimiento	Brecha	Solo Verano
31	Monte Sinai	Brecha	Solo Verano
32	El Peyan	Brecha	Mal Acceso

Fuente: Informe componente infraestructura para el plan Regional Lachuá de la Ecoregión Lachuá (2001).

1.5.2.10 Vivienda y Escuelas

Dentro de la zona de influencia del PNNLL, el Foro Ecoregional Lachuá. 2001, dice que las paredes de las viviendas son construidas utilizando los siguiente materiales: Block, Madera, Palos rollizos, tablas y palos.

Por otro lado, los pobladores de la subcuenca del río Salinas utilizan los siguientes materiales para el techo: Lamina, una combinación entre lámina y manaco y paja.

En cuanto a las escuelas, estas se construyen también de block, madera, material local (lámina y tabla).

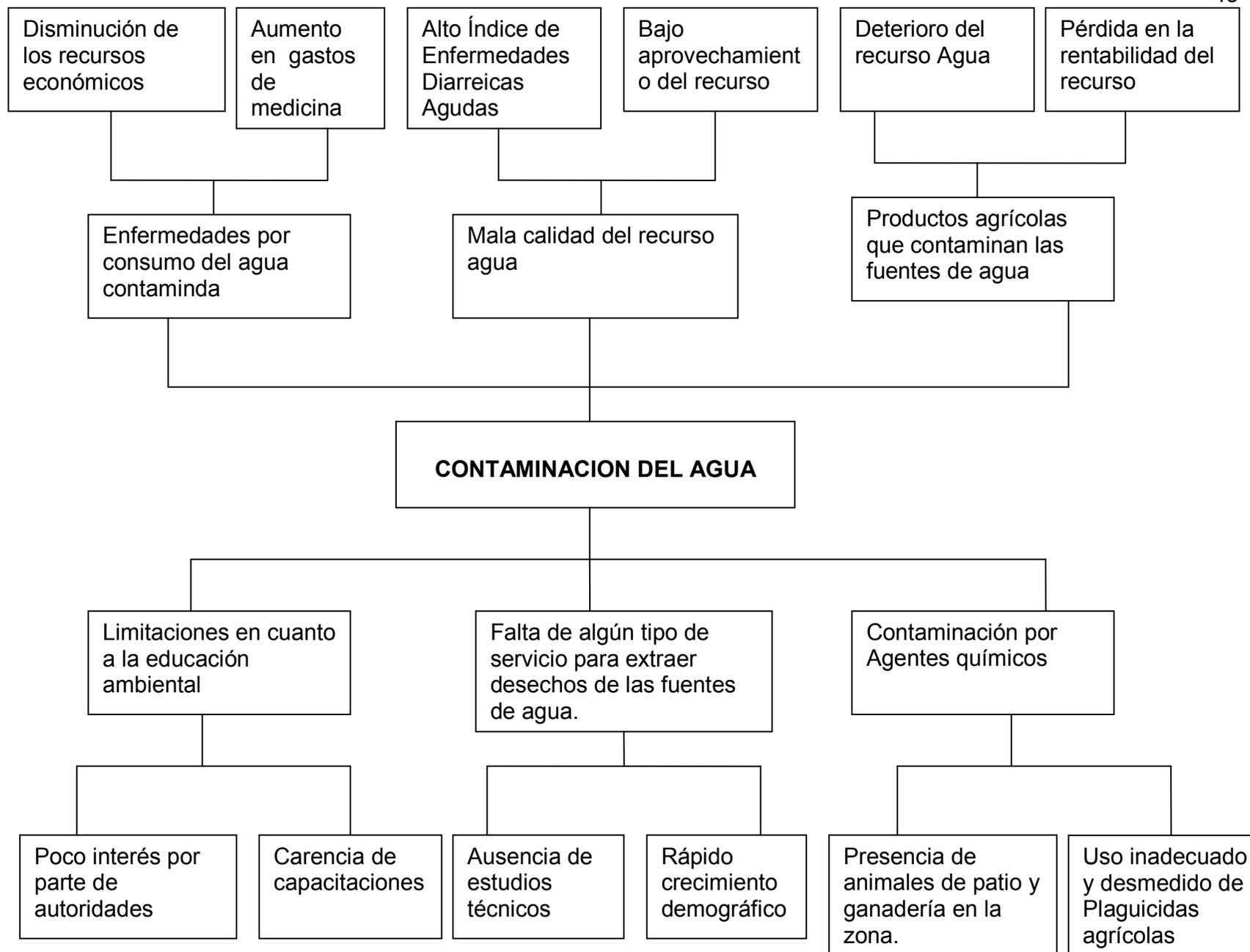
1.5.3 ANALISIS FODA (FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS)

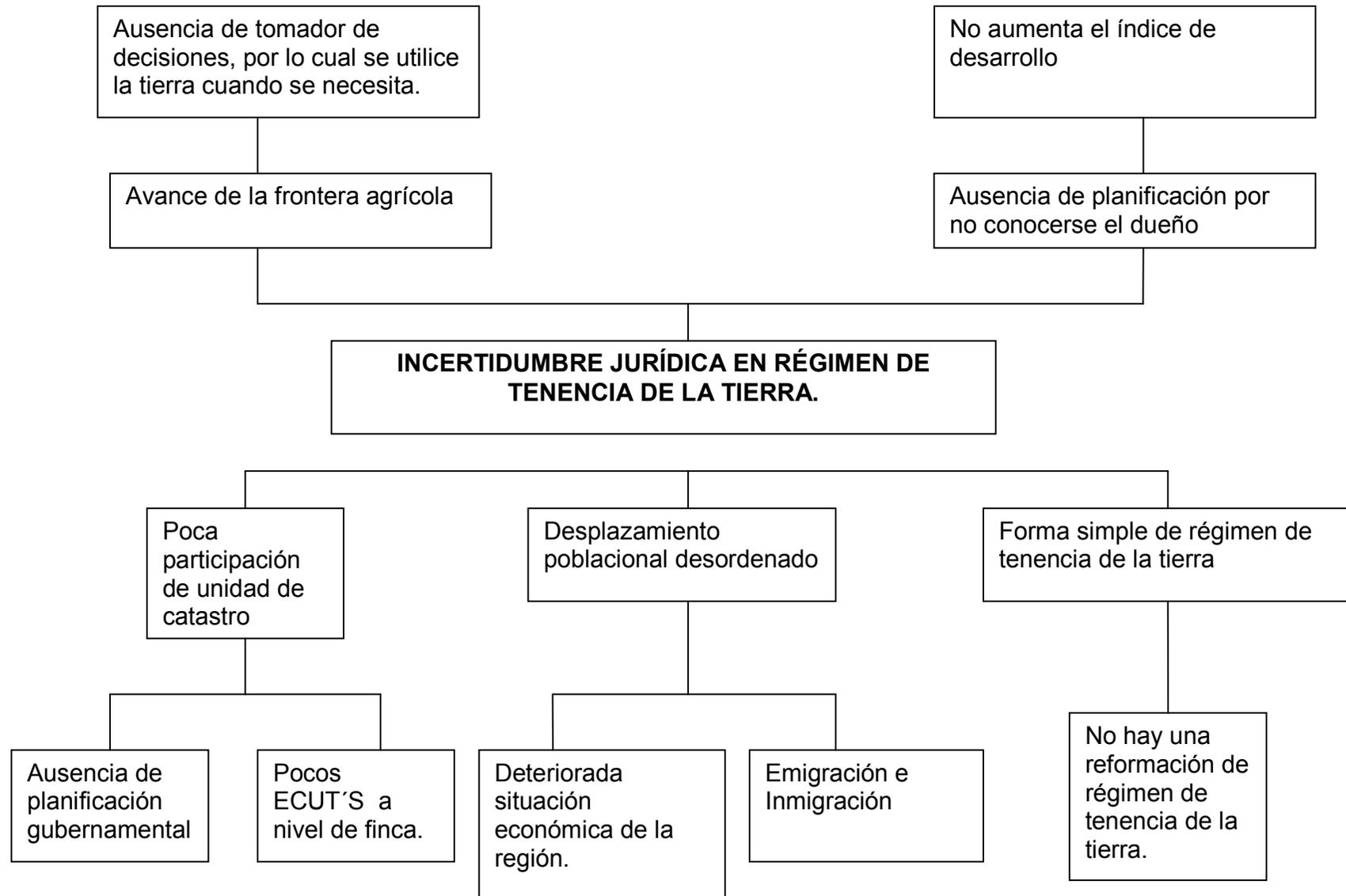
Cuadro 19. Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

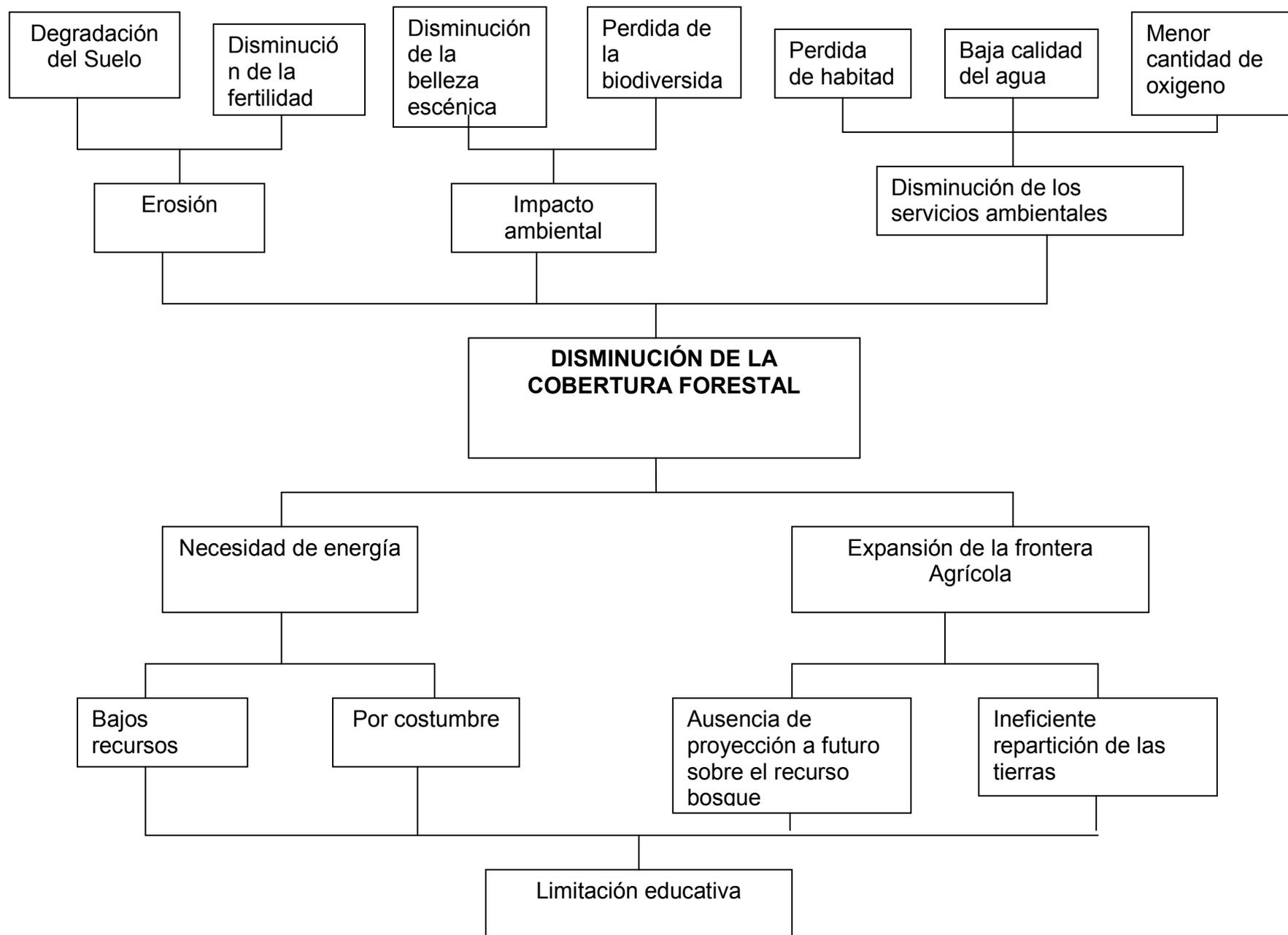
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<p>Características (cobertura forestal, relieve, clima, temperatura) aptas para el desarrollo sostenible de sus recursos naturales.</p> <p>Presencia de instituciones afines al desarrollo organizacional, gestión ambiental y desarrollo productivo.</p> <p>Gestión de proyectos de desarrollo comunitario.</p> <p>Calidad de asistencia técnica.</p>	<p>Apoyo de organizaciones no gubernamentales.</p> <p>Manejo forestal para zonas re reserva natural.</p> <p>Aumento del potencial ecoturístico.</p> <p>Mayor apoyo Técnico en la formulación de proyectos productivos.</p> <p>Capacitar a líderes en los temas de regularización de la tenencia de la tierra, manejo forestal, control y vigilancia del recurso hídrico.</p>	<p>Pobreza extrema.</p> <p>Mano de obra poco calificada.</p> <p>Mala distribución de la tierra.</p> <p>Mal acceso a las comunidades (carreteras)</p> <p>Características del relieve no apta para cultivos agrícolas.</p> <p>Incertidumbre jurídica en tenencia de la tierra.</p> <p>Cambio de uso, agricultura en suelo forestal, es decir avance de la frontera agrícola.</p>	<p>- Contaminación del Agua.</p> <p>- Disminución de la cobertura forestal.</p> <p>- Problemática de la tenencia certeza jurídica de propiedad de la tierra.</p>

PROBLEMAS:

- Contaminación del agua.
- Disminución de la cobertura forestal.
- Problemas sobre certeza jurídica de propiedad de la tierra.







1.5.3.1 Descripción general de la problemática presente en el área de estudio

En la subcuenca del río Salinas (área de captación) que se encuentran ubicada en el departamento de Alta Verapaz, como en todas las áreas del país, principalmente donde predomina la población indígena, se presentan muchos problemas que impiden tener una buena calidad de vida para sus habitantes. Muchos de los problemas que afectan e impiden el progreso de la población que habita el área se podrían evitar o eliminar si las autoridades colaborarán conciente y activamente en ellos.

La contaminación del agua es un tema muy importante porque, es de este recurso que las personas viven y realizan la mayoría de sus actividades. Este problema a nivel de la subcuenca se debe a mucho factores, como por ejemplo a la insuficiente educación ambiental a la población que habita el área, a la mala ubicación de los desechos, ya que no cuentan con un depósito adecuado para botarla y por la costumbre que se tiene en muchas comunidades de tirar la basura en barrancos o incluso quemarla, no hay servicio de recolección de basura, la falta de drenajes, el uso inadecuado de productos químicos de forma excesiva sin considerar los efectos que dichos usos provoca, el lavado en ríos con jabón, detergente, cloro, etc.; la excesiva utilización de plaguicidas y fertilizantes por parte de los campesinos que necesitan sobrevivir, todo lo anterior relacionado con la poca importancia por el manejo de los recursos.

Como primer paso se debe de encontrar las fuentes de contaminación dentro de las comunidades, seguido de ello se deben de hacer estudios para la ubicación de los desechos y por ultimo dar capacitaciones para el manejo del recurso hídrico.

Existe falta de voluntad por parte de las autoridades del área, al no gestionar proyectos relacionados al uso del agua, esto repercute en las personas ya que estos utilizan agua para consumo de fuentes contaminadas esto a la vez provoca enfermedades gastrointestinales debido a la mala calidad del recurso.

La disminución de la cobertura forestal deforestación y tala ilícita es uno de los problemas más importantes dentro de la subcuenca del río salinas, debido a que puede haber una serie de situaciones que conllevan a la destrucción de los recursos que brinda el bosque, disminuyendo la oportunidad de ser utilizado correctamente para la producción y/o protección.

Según el área en donde se ubica la subcuenca, los suelos son de origen Kárstico, cuando no existe algún tipo de cobertura vegetal en las partes altas de la subcuenca se corre el riesgo de que los suelos se erosionen y que con esto pierda su fertilidad y/o productividad; además, que haya un fuerte impacto sobre la biodiversidad del bosque con pérdidas irreversibles; que disminuyan los servicios ambientales que el bosque proporciona (oxígeno, buena calidad de agua entre otros).

Muchas personas que viven en la zona de influencia del PNLL, por ser de escasos recursos tienen grandes necesidades, por lo que para ellos la única solución para sus problemas es extraer del bosque todos los productos que se puedan comercializar (el uso de leña para energía) y aumentar la frontera agrícola que es también otro de los graves causantes de esta amenaza puesto que sufren como la mayoría en el país de la mala distribución de la tierra y que no conocen otra alternativa para poder subsistir.

La falta de títulos de propiedad tiene su origen en la planificación gubernamental, la cual no se cuenta con una base de datos para registrar quien es el propietario, ni tampoco el título que posee, provocando que los campesinos no logren producir lo necesario para su sobrevivencia.

La información sobre el uso de la tierra pone de manifiesto la disponibilidad y el uso de los recursos espaciales del país, considerando que los cambios en el uso de la tierra representan una amenaza para la riqueza natural de Guatemala, donde el uso de la tierra fértil agrícola está cambiando irreversiblemente a centros poblados con las consiguientes presiones antrópicas sobre los ecosistemas, así como cambios de las condiciones climáticas y de la circulación de materiales.

La ocupación del territorio presenta, entonces, un ordenamiento caracterizado principalmente por la demanda para diversos usos. La expresión "condición jurídica" no se limita necesariamente a las características estrictamente jurídicas del productor(a), sino que abarca aspectos más amplios de identificación de tipos específicos de explotación de las fincas, de tal modo que se diferencien los casos en que el control administrativo de la finca, así como la iniciativa técnica y la toma de decisiones respecto a la utilización de los recursos disponibles y la responsabilidad económica de la producción es asumida en forma personal e individual, de aquellos en los que esa situación es delegada a una entidad legalmente constituida, llámese sociedad anónima, organización, empresa o

compañía privada, cooperativa, entidades del Estado, o bien se toman decisiones sin que exista un responsable directo.

1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (zona de captación) posee un área de 228.86 km², tiene una población de 10,214 habitantes con las siguientes características: el 94% de la población pertenece a la etnia Maya-Q'eqchi, el mayor número de niños se encuentra en la primaria (79.41%), la mayoría de la población se encuentra entre los 15 a 64 años de edad, la religión católica mantiene un 50% de participantes, dentro del área hay COCODES de primer y segundo nivel, 6 asociaciones y 9 entidades gubernamentales, la zona de influencia es atendida por el Programa SIAS (Sistema Integrado de Asistencia de Salud) del Ministerio de Salud y Asistencia Social (MSPAS) mediante la prestadora de servicios ICOS y la Cruz Roja de Cobán, en cuanto al agua potable, un 56.25% de la población se abastece de pozos, pero en la época de verano se secan, lo cual hace que utilicen las aguas superficiales (ríos), el 81.47% de la población posee letrinas, además el 81% de la población deposita adecuadamente la basura (la entierra o quema), únicamente en verano se puede acceder a las comunidades de la zona de influencia, las viviendas son construidas utilizando materiales como Block y lamina o Madera, palos rollizos, tablas y manaco y las actividades agrícolas productivas son el cardamomo, maíz, sandía, piña y la actividad forestal.
- El recurso hídrico está amenazado por la contaminación paulatina por parte del avance de la frontera agrícola.
- El avance de la frontera agrícola es la causa principal de la pérdida de cobertura forestal dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (zona de captación).
- Se detectaron tres problemas principales, los cuales son: Contaminación del agua, disminución de la cobertura forestal y certeza jurídica de propiedad de la tierra.

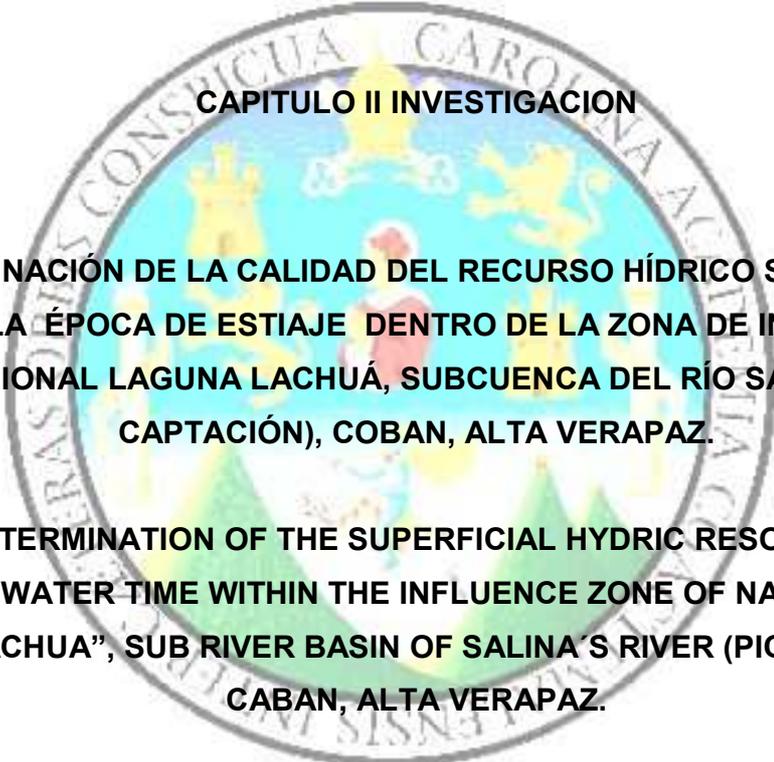
RECOMENDACIONES

- Proteger el recurso hídrico en general de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) mediante la conservación de los bosques cercanos a los mismos, llevar a cabo campañas de sensibilización a los pobladores del área y realizar campañas de control y vigilancia de las fuentes hídricas continentales (ríos, lagos, lagunas, manantiales etc.) en base a guías de monitoreo de agua.
- Para controlar la pérdida de cobertura forestal, se deben de poner en práctica planes de manejo del recurso forestal en base a criterios técnicos y culturales que son elaborados por entidades forestales como es el caso de INAB y el componente forestal del Proyecto Lachuá.
- Realizar Diagnósticos Rural Participativo con enfoque integrado de género en las comunidades que componen la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) a nivel de detallado, para poder identificar los problemas existentes relacionados con los recursos naturales renovables y la población en general, con el objetivo de desarrollar estrategias específicas para solventar dichos problemas.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado C, GD; Herrera I, IR. 2000. Mapa fisiográfico geomorfológico de la república de Guatemala. Guatemala, Unidad de Políticas e Información Estratégica, Área de Planificación. Esc. 1:25,000. 124 p.
2. Calvo, L. 2001. Estrategia de educación ambiental para la Ecoregión Lachuá. Guatemala. 36 p.
3. Castañeda, C. 1997. Estudio florístico en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz, Tesis Ing. Agr. Guatemala. USAC. 75 p.
4. Cleaves, C. 2001. Etnobotánica médica participativa en siete comunidades de la zona de influencia del parque nacional laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. Tesis Lic. Biol. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. 75 p.
5. Cobos, R. 2001. Informe componente infraestructura para el plan regional de la Ecoregión Lachuá. Guatemala. UICN 45 p.
6. Cruz S, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento; según sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. DGC (Dirección General de Cartografía, GT). 1963. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Rio Chixoy, no. 2064-II. Guatemala, Esc. 1:50,000. Color.
8. DIGEBOS (Dirección General de Bosques y Vida Silvestre, GT); UICN (Unión Mundial para la Naturaleza, GT); PAFG (Plan de Acción Forestal para Guatemala, GT). 1994. Conservación del Parque Nacional Laguna Lachuá y desarrollo sostenible de su zona de influencia. Documento de Proyecto. Guatemala. 50 p.
9. Foro Ecoregional Lachuá, 2001. Diagnostico Ecoregional. Cobán, Guatemala. Experiencia Maya-Q'eqchi' en desarrollo y conservación. Cobán, Alta Verapaz. 86 p.
10. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1970. Mapa geológico de la república de Guatemala. Guatemala. Escala 1: 500,000. Color.
11. _____. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja rio Tzejá, no. 2063-IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
12. _____. 1985. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja laguna Lachuá, no. 2063-I. Guatemala. Esc. 1:50.000. Color.

13. _____. 1985. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Cuxpemech, no. 2063-II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
14. _____. 1985. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja San Antonio el Baldío, no. 2063-III. Guatemala. Esc. 1:50.000. Color.
15. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Guatemala, 1:250,000. Color. 1 CD.
16. Monzón Miranda, RM. 1999. Estudio general de los recursos agua, suelo y uso de la tierra del parque nacional laguna Lachuá y su zona de influencia, Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 97 p.
17. Obiols Del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala: sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Guatemala. Esc. 1:1,000.000. Color.
18. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
19. Turcios, M. 2002. Estudio de aptitud del agua para consumo humano de la ecoregión Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala, INAB / UICN. 5 p.
20. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza, GT); INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2001. Proyecto conservación del parque nacional laguna Lachuá y desarrollo sostenible de su área de influencia (fase II). Guatemala. 120 p.
21. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza, GT); INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2004. Plan maestro del Parque Nacional laguna Lachuá. Guatemala. 113 p.
22. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza, GT); INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2004. Proyecto Lachuá fase III: Lachuá al servicio de su gente. Guatemala. 134 p.
23. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza, GT); INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2006. Rendimiento potencial y de manejo forestal sostenible de los bosques de producción de la Ecoregión Lachuá. Cobán, Alta Verapaz. 7 pp.
24. Yol Zamora, VE. 2002. Evaluación y propuesta de manejo y uso sostenible del recuerdo hídrico de la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 113 p.



CAPITULO II INVESTIGACION

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL DURANTE LA ÉPOCA DE ESTIAJE DENTRO DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, SUBCUENCA DEL RÍO SALINAS (ÁREA DE CAPTACIÓN), COBAN, ALTA VERAPAZ.

QUALITY DETERMINATION OF THE SUPERFICIAL HYDRIC RESOURCES DURING THE LOW WATER TIME WITHIN THE INFLUENCE ZONE OF NATIONAL PARK "LAGUNA LACHUA", SUB RIVER BASIN OF SALINA S RIVER (PICKING UP AREA), CABAN, ALTA VERAPAZ.

2.1 PRESENTACIÓN

La zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) es delimitada por accidentes geográficos los cuales son: río Chixoy y su tributario río Icbolay son límites Oeste, Norte y Este respectivamente y al Sur por las montañas de La Sultana (Monzón, 1999).

Dentro de la Franja Transversal del Norte (FTN) se encuentra ubicada la zona de influencia del PNLL con un área de 516.10 km² (51,610 ha) de los cuales 138.14 km² (13,814 ha) pertenecen al PNLL. (MAGA, 2000).

Por otro lado el área en la que se realizó el presente estudio es la subcuenca del río Salinas (área de captación) la cual tiene un área de 228.86 Km² (22,886 ha) (MAGA, 2000).

La contaminación del recurso hídrico por actividades como la agricultura, la ganadería y la misma geología del área ha provocado que el nivel de calidad del agua que se encuentra dentro de la zona de influencia del PNLL sea de baja calidad y que no cumpla con las normas establecidas para consumo humano.

En el presente estudio se realizó la determinación de la calidad del agua, con fines de riego (clasificación USDA, FAO y CSR) y consumo domestico (NORMAS COGUANOR) de las principales fuentes hídricas superficiales que se encuentran ubicadas dentro de la subcuenca del río Salinas (área de captación) y que drenan al río Chixoy dentro de la zona de influencia del PNLL.

Algunos resultados del estudio son los siguientes: la contaminación que se da dentro de la subcuenca del río Salinas (área de captación) es de tipo no puntual (difícil de identificar, medir y controlar), por otro lado, en cuanto a la calidad de agua para consumo humano, la presencia de salineras (ubicadas dentro de la finca Salinas Nueve Cerros) de donde proviene el río que lleva el mismo nombre, el cual se origina de la formación geológica Tpe (Sedimentos Marítimos) posee altas concentraciones de sales que lo hacen rechazable para consumo humano.

Por otro lado, algunas fuentes hídricas superficiales muestreadas no sobrepasan los Límites Máximos Permisibles (LMP) dictados por COGUANOR (parámetros físico-químicos), lo que las hace aceptables para consumo humano, pero bacteriológicamente,

únicamente el punto Nacimiento Bempec El Castaño (2) no tiene presencia de coliformes totales la cual es aceptada desde dicha característica por las normas COGUANOR, rechazando así el resto de los puntos (21 puntos) por la presencia de coliformes totales.

En cuanto a la calidad de agua para riego, los siguientes puntos muestreados son rechazados bajo la clasificación de USDA, FAO Y CSR por contener altas concentraciones de sales: río Salinas (puente II) (18), clasificada como C_4S_4 , río Salinas (desembocadura Chixoy) (20), clasificada como C_4S_4 , comunidad Brisas del Chixoy (21), clasifica como C_4S_1 . Los demás puntos de muestreo no presentaron alteraciones en su calidad de agua, por lo que son aptas para riego agrícola.

Finalmente, el estudio demuestra como se encuentra el recurso hídrico superficial en la subcuenca del río Salinas (área de captación) para los usos cotidianos de los pobladores del lugar (consumo humano y riego agrícola) y se espera que sea de ayuda en la consulta o realización de cualquier actividad y/o proyecto que se desarrolle con tan preciado recurso.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El estado actual del agua a nivel mundial es un tema de interés debido a que el mal uso de este recurso está afectando a los países en vías de desarrollo, así como también a los desarrollados. En Guatemala, la calidad de agua de fuentes superficiales ha disminuido, debido a la contaminación que ha provocado principalmente actividades de deforestación y a la presión que se ha ejercido por el incremento de la población, aunado a esto la falta de políticas que orienten a una administración integral de dicho recurso.

El manejo integral del recurso hídrico superficial constituye uno de los factores más importantes para el desarrollo de las comunidades dentro de la zona de influencia del PNLL, porque este recurso es utilizado para actividades como, agricultura, ganadería y consumo doméstico. Cabe resaltar, que la falta de conocimiento sobre el uso sostenible de dicho recurso lo está afectando, causando contaminación con facilidad porque repercute directamente en la población apareciendo las denominadas enfermedades diarreicas agudas (EDAS).

El agua es un recurso vital y muchas de las actividades que las comunidades realizan con el mismo no son sostenibles, en especial el uso de las fuentes de agua superficiales relacionadas con la agricultura, ganadería y para el consumo doméstico. Por lo que es necesario contar con información actual para poder identificar, determinar y describir las condiciones físico-químicas y bacteriológicas de dicho recurso y así proponer recomendaciones de manejo de las principales corrientes hídricas superficiales que se encuentran ubicadas dentro del área de estudio.

Se tiene conocimiento de la investigación realizada por Monzón (1999) en donde se estudió la laguna Lachuá y el afluente que abastece la laguna, el río Peyán, en la cual se realizaron dos muestreos, el primero en mayo y el último en octubre del año 1,996.

Por otro lado, existe otra investigación hecha por Turcios (2002) en la cual describe la aptitud del agua para consumo humano de la ecoregión Lachuá. Este estudio trata de determinar la población que consume agua apropiada utilizando la prueba del disco agua-test presencia-ausencia coliformes totales (DAP-P-A CT^{MR})¹

Debido a lo anterior, la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través del convenio de cooperación técnica entre la Unión Mundial Para La

Naturaleza (UICN) y el Instituto Nacional de Bosque (INAB), se enfocan en la obtención de información básica necesaria para proponer en el futuro proyectos relacionados al recurso hídrico que sirvan para el desarrollo de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

¹ El DAT P-A CT^{MR} es una bolsa de plástico estéril y descartable que contiene un disco de papel filtro impregnado de un medio de cultivo, baso en los medios convencionales para el crecimiento y fermentación de la lactosa de las bacterias coliformes.

2.3 MARCO TEÓRICO

2.3.1 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1.1 Principios de Dublín

En el año de 1992 en Dublín, Irlanda, se da la conferencia internacional sobre el agua y el Medio Ambiente (CIAMA) en la cual se elabora el informe donde se formulan los principios rectores del agua (FAO, 1994).

- El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, imprescindible para el mantenimiento de la vida, el desarrollo y el ambiente.
- El desarrollo y la ordenación de los recursos hídricos deberán basarse en un criterio participativo al que contribuyen todos los usuarios, planificadores y autoridades responsables.
- La mujer desempeña un papel central, en el aprovechamiento, administración y protección del agua.
- El agua tiene un valor económico.

2.3.1.2 Cursos de agua en el PNLL y zona de influencia

El Parque Nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia se encuentran dentro de la cuenca del río Usumacinta, subcuenca del río Salinas. Los cuerpos de agua principales por su conformación física y caudales están constituidos por el río Chixoy o Negro y el río Icbolay, los cuales son importantes como vías fluviales de transporte y para el desarrollo del comercio y pesca (DIGEBOS 1992, citado por Monzón, 1999).

Sobre el resto de corrientes, no existen datos de escurrimiento. Algunos nacen en los terrenos del relieve Kárstico hacia el Sur de la zona presentando caudales irregulares, secan o su cauce se pierde (sumergen) en donde pasan a corrientes subterráneas (Monzón, 1999).

El 33% de los ríos presentes en la zona de influencia del PNLL drenan hacia el río Chixoy, por los arroyos Machaca y Obempacay, microcuencas del mismo nombre y subcuencas del Chixoy y que a su vez drenan hacia la vertiente del Golfo de México (Monzón, 1999).

2.3.1.3 Aprovechamiento del recurso agua: aguas superficiales

Yol (2002) menciona dos grandes formas para el aprovechamiento de las aguas superficiales:

a) obras de captación: embalses.

En algunas ocasiones, la cantidad de agua que proporciona un curso fluvial de agua o manantial no es suficiente para la demanda, es por ello que surge la necesidad de regular o almacenar aguas mediante embalses.

b) Obras de derivación.

Derivar directamente de una corriente de agua hacia el lugar de interés.

2.3.1.4 Calidad del agua

Calidad de agua es el conjunto de características físicas, químicas y biológicas del agua. Estas características están relacionadas al origen del agua, es decir, que el agua va a tener determinada calidad a partir de su origen (nacimiento, pozo, lluvia) o que puede variar de acuerdo a los lugares que recorra hasta antes de ser utilizada, ya que en estos puntos intermedios puede sufrir alteraciones en sus características debido a contaminación o bien a auto purificarse (Bendes 1984, citado por Yol 2002).

Por otra parte, la evolución de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua en relación a la calidad natural, efectos humanos, usos propuestos, especialmente usos humanos y acuáticos relacionados con la salud (FAO 1993, citado por Córdoba 2002).

Mendoza (1996), citado por Córdoba (2002), manifiesta que la calidad del agua se define como la característica del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso determinado, es decir, la relación entre la calidad del agua y las necesidades del usuario.

A. Contaminación del agua

Gallego (2000), citado por Meneses (2003), manifiesta que la contaminación esta dada por la acción y el efecto de introducir materias o diversas formas de energía, o inducir condiciones en el agua, de manera directa o indirecta, dando lugar a una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función en un ecosistema.

Se distinguen dos tipos de contaminación, la de tipo puntual y las no puntuales. La contaminación de tipo puntual está asociada a las actividades en que el agua residual va a parar directamente a las masas receptoras, por ejemplo mediante cañerías de descargas, en las que se pueden fácilmente cuantificar y controlar (Ongley 1997, citado por Córdoba 2002). Entre ellas se mencionan: a) contaminación por actividades industriales y b) contaminación de origen doméstico.

Por otra parte, Según Villegas (1995), citado por Córdoba (2002), la contaminación no puntual o difusa es causada por fuentes difusas generalmente asociados con escorrentía agrícola, silvicultural y urbana. En términos prácticos, la contaminación difusa no se produce por la descarga desde un lugar único y específico, sino que generalmente resulta de la escorrentía, precipitación, percolación; la contaminación dispersa se presenta cuando la tasa a la cual los materiales contaminantes que entran en el cuerpo de agua o agua subterránea, exceden los niveles naturales. Este tipo de contaminación es difícil de identificar, medir y controlar.

En la mayor parte de los países, todos los tipos de prácticas agrícolas y formas de utilización de la tierra, incluidas las operaciones de alimentación animal (granjas de engorde), se consideran como fuentes no localizadas. Las características principales de las fuentes no localizadas son que responden a las condiciones hidrológicas, presentan dificultades para la medición o control directo (y por ello son difíciles de regular) y se concentran en las prácticas de ordenación de la tierra y otros afines. (Ongley 1997, citado por Córdoba 2002).

B. Factores que determinan la calidad y cantidad de agua

En aprovechamientos forestales la mayor afectación radica en la significativa aportación de sedimentos a las fuentes de agua proveniente de los caminos forestales construidos para la extracción de la madera y la operación forestal misma (Cheng *et al.*, 2002, citado por Cardona 2003). Otro efecto importante de las operaciones forestales es la compactación de suelos, ello involucra aumentos sustanciales en la escorrentía y carga de sedimentos hacia fuentes de agua debido a la baja capacidad de infiltración del agua en el suelo (Bruijnzeel 1991, citado por Cardona, 2003). Es importante mencionar que los aprovechamientos forestales influyen en la temperatura, (Brooks *et al.*, 1991, citado por

Cardona, 2003) señalan que la temperatura del agua puede incrementarse en rangos de fracciones de 1 °C hasta 10 °C al realizarse cambios en la vegetación a lo largo de los cauces de los ríos.

El fuego contribuye a un proceso acelerado de erosión del suelo, dejándolo con una baja capacidad de infiltración, y dependiendo del patrón de lluvias gran cantidad de nutrientes pueden ser lavados hacia los ríos (Bruijnzeel 1991, citado por Cardona 2003).

Consecuentemente, los incendios forestales pueden incrementar en gran medida los niveles de turbidez y transporte de sedimentos, dependiendo del sitio y del clima después de la ocurrencia del mismo, sobre todo en área con fuertes pendientes y con suelos con características hidrológicas pobres (Langford 1977, citado por Cardona 2003).

La contaminación por nutrientes se da principalmente cuando se la explotación de la tierra bajo el sistema de cultivo de roza y quema, en la cual el suelo libera una gran porción de nutrientes almacenados en la biomasa superficial dentro del suelo (Juo y Manu 1996, citado por Cardona 2003).

La ganadería juega un papel importante en la calidad del agua, ya que generalmente, las de pastos tienden a ser ubicadas en lugares húmedos junto a cursos de agua o sobre terrenos escarpados, así, contaminantes provenientes de esta áreas pueden ser lavadas con facilidad y rapidez hacia aguas superficiales (Line *et al.*, 2000, citado por Cardona 2003).

Ongley (1997), citado por Cardona (2003), indica que la agricultura, a nivel mundial, utiliza el 70% de todas los suministros hídricos superficiales, lo cual representa el principal factor de degradación de estos como consecuencia de la erosión y la esorrentía química, además dicho autor define el termino “plaguicida” como una palabra compuesta que comprende todos los productos químicos utilizados para destruir las plagas o controlarlas, sean estos herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematocidas y rodenticidas. De esta manera los pesticidas pueden entrar en las aguas subterráneas infiltrándose en el suelo por acción de la lluvia y riego y posteriormente alcanzar las fuentes superficiales (Wagner 1996, citado por Cardona 2003).

2.3.1.5 Calidad del agua de acuerdo al uso

La calidad del agua que se desea esta en función del uso que se le pretende dar, entre los usos más comunes los siguientes:

- a) Agua potable.
- b) Riego.
- c) Producción de energía.
- d) Producción de alimentos.
- e) Recreativo.

2.3.1.6 Definiciones

La comisión guatemalteca de normas (COGUANOR, 2004) elaboró la norma NGO 29 001: 98, que es de cumplimiento nacional y que tiene por objeto fijar los valores de ciertas características para definir las calidad de agua potable, por tal razón es importante tener presente las siguientes definiciones:

- **Agua potable**, es aquella que por sus características de calidad especificadas, es adecuada para el consumo humano.
- **Límite máximo aceptable (LMA)**, es el valor de concentración de cualquier característica de calidad de agua por encima de la cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, de una manera sensorial sin implicar un daño a la salud.
- **Límite máximo permisible (LMP)**, Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad de agua, arriba del cual, el agua no es adecuada para el consumo humano.
- **Características bacteriológicas**, Son aquellas características relativas a la presencia de bacterias, que determinan su calidad.
- **Grupo coliforme total**. Son bacterias en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos, Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un período de 24 h. - 48 h., características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación. Para el caso de la determinación del grupo coliforme total empleando

el método de membrana de filtración, se definirá como todos los microorganismos que desarrollen una colonia rojiza con brillo metálico dorado en un medio tipo endo (u otro medio de cultivo reconocido internacionalmente) después de una incubación de 24 h. a 35 0 °C.

- **Grupo coliforme fecal.** Son las bacterias que forman parte del grupo coliforme total, que fermentan la lactosa con producción de gas a 44 °C ± 0.2 °C en un período de 24 h. ± 2 h. Cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación. En el método de filtración en membrana se utiliza un medio de lactosa enriquecido y una temperatura de incubación de 44.5 °C ± 0.20 °C en un período de 24 h. ± 2 h. Al grupo coliforme fecal también se le designa como termotolerante o termo resistente.
- **Escherichia coli,** Son las bacterias coliformes fecales que fermentan la lactosa y otros sustratos adecuados como el manitol a 44 °C ó 44.5 °C con producción de gas, y que también producen indol a partir de triptofano.

A. Características y especificaciones físicas y químicas (COGUANOR NGO 29 001:98)

a. Características físicas para agua potable

En el cuadro 20 se muestran las características físicas de calidad de agua:

Cuadro 20. Características sensoriales. Límite Máximo Aceptable (LMA) y Límite Máximo Permisible (LMP) que debe tener el agua potable.

Características	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Color	5.0 u	35.0 u ⁽¹⁾
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT ⁽²⁾

Fuente: Comisión guatemalteca de normas (COGUANOR). 2004 ⁽¹⁾: Unidad de color en la escala de platino-cobalto., ⁽²⁾: unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Estas siglas deben considerarse en la expresión de los resultados.

Conductividad eléctrica: deberá tener una conductividad eléctrica de 100 a 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C.

b. Características químicas del agua potable:

Aquellas características que afectan la potabilidad del agua que se presentan a continuación:

Agua clorada. La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria segura, potable. La desinfección por cloro y sus derivados significa una disminución de bacterias y virus hasta una concentración inocua, por lo que en el cuadro 21 se hace referencia a los límites adecuados de concentración de cloro libre residual que es aquella porción del cloro residual total que esté "libre" y que sirva como medida de capacidad para oxidar la materia orgánica que pueda encontrarse en el interior de las tuberías o por ruptura de las mismas que pueda producir cierta contaminación microbiológica.

Cuadro 21. Sustancias químicas, con sus correspondientes Límites Máximos Aceptables y Límites Máximos Permisibles.

Características	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Cloro residual libre ⁽¹⁾⁽²⁾	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Cloruro (Cl)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Conductividad	----	< de 1,500
Dureza Total (CaCO ₃)	100.000 mg/L	500,000 mg/L
Potencial de hidrógeno ⁽³⁾	7.0-7.5	6.5-8.5
Sólidos Totales disueltos	500.0 mg/L	1000.0 mg/L
Sulfato (SO ₄ ⁻)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Temperatura	15.0-25.0 C	34.0
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Calcio (Ca)	75.000 mg/L	150.000 mg/L
Cinc (Zn)	3.000 mg/L	70.000 mg/L
Cobre (Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	100.000 mg/L

Fuente: Comisión guatemalteca de normas (COGUANOR). 2004

⁽¹⁾: El límite máximo aceptable, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.5 mg/L, después de por lo menos 30 minutos de contacto, a un pH menor de 8.0, con el propósito de reducir en un 99% la concentración de *Escherichia coli* y ciertos virus.

⁽²⁾: En aquellas ocasiones en que amanecen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/L, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben de tomarse medidas similares en los casos de interrupción o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.

⁽³⁾: En unidades de pH.

Cuadro 22. Sustancias no deseadas. LMA y LMP.

Característica	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Hierro (Fe)	0.100	1.000
Nitratos (NO ₃ ⁻)	---	40

Fuente: Comisión guatemalteca de normas (COGUANOR). 2004

2.3.1.7 Características bacteriológicas

En lo referente al análisis bacteriológico, la norma COGUANOR NGO 29 001:98, establece que el agua es potable si cumple con las siguientes condiciones:

- Método de la membrana de filtración, el volumen de muestra de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100 ml. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales y ausencia de *Escherichia coli* en 100 ml.
- Menos de 2.2 organismos coliformes en 100 ml de muestra, definiéndose como organismos de los grupos coliformes a todos los bacilos aeróbicos o anaeróbicos facultativos no esporógenos, gram positivos, que fermenten el caldo lactosado con formación de gas.
- Menos de 200 colonias bacterianas por ml de la muestra, en la placa agar incubada a 20 y 35 °C por 24 h.

Las características bacteriológicas que se deben de determinar son las siguientes: bacterias totales, coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli*. Entre los coliformes totales se encuentra *E. coli*, la cual tiene un origen específicamente fecal, y rara vez esta presente en el suelo o en la vegetación. Por lo que su presencia es un indicativo de que existe contaminación fecal en el agua.

2.3.1.8 Calidad del agua para riego

La calidad de agua para riego, debe evaluarse en base a la potencialidad de ésta para producir efectos dañinos al suelo y al rendimiento de los cultivos. Debe de tomarse en cuenta tanto la calidad química como la agronómica; la calidad química está determinada por la concentración y composición de los constituyentes disueltos que tengan. La calidad agronómica está determinada por los factores siguientes: calidad química, suelo por regar, método de riego, condiciones de drenaje del suelo, cultivos por regar, condiciones climáticas y prácticas de manejo del agua, suelo y plantas (Sandoval, 1989).

A. Clasificación de las aguas de riego

Sandoval (1989), menciona dos clasificaciones importantes: la clasificación hecha por el laboratorio del USDA y la clasificación hecha por la FAO.

a. Clasificación del agua de riego del laboratorio de salinidad del departamento de agricultura de Estados Unidos, Riverside, California (USDA)

Para clasificar el agua, este método se basa primordialmente en la conductividad eléctrica (CE) en micromhos/cm ($CE \times 10^6$) y en la relación de adsorción de sodio (RAS) del agua como se puede observar en la figura 1.

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Donde las concentraciones de Na, Ca y Mg se expresan en miliequivalente por litro (meq/L). Sandoval (1989), describe que la relación representa la actividad de los iones solubles de sodio en la reacción de intercambio catiónico con el suelo. El peligro de la sodificación que conlleva el uso de agua de riego, queda determinada por las concentraciones absoluta y relativa de los cationes. Si la proporción de sodio es alta, será mayor el peligro de sodificación y, al contrario, si predomina calcio y el magnesio, el

peligro es menor. El significado e interpretación de las clases por calidad se resume a continuación:

Conductividad

- **Agua de baja salinidad (C₁):** Puede usarse para riego de la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. Se necesita algún lavado, pero éste se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad.
- **Agua de salinidad media (C₂):** Puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales.
- **Agua altamente salina (C₃):** No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se pueden necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo, por lo tanto, seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales.
- **Agua muy altamente salina (C₄):** no es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, pero puede usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado, debiendo aplicarse un exceso de agua para lograr un buen lavado; en este caso deben seleccionar cultivos altamente tolerantes a sales.

Sodio

La clasificación de las aguas de riego con respecto a la RAS, se basa primordialmente en el efecto que tiene el sodio intercambiable sobre la condición física del suelo.

- **Agua bajo en sodio (S₁):** Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

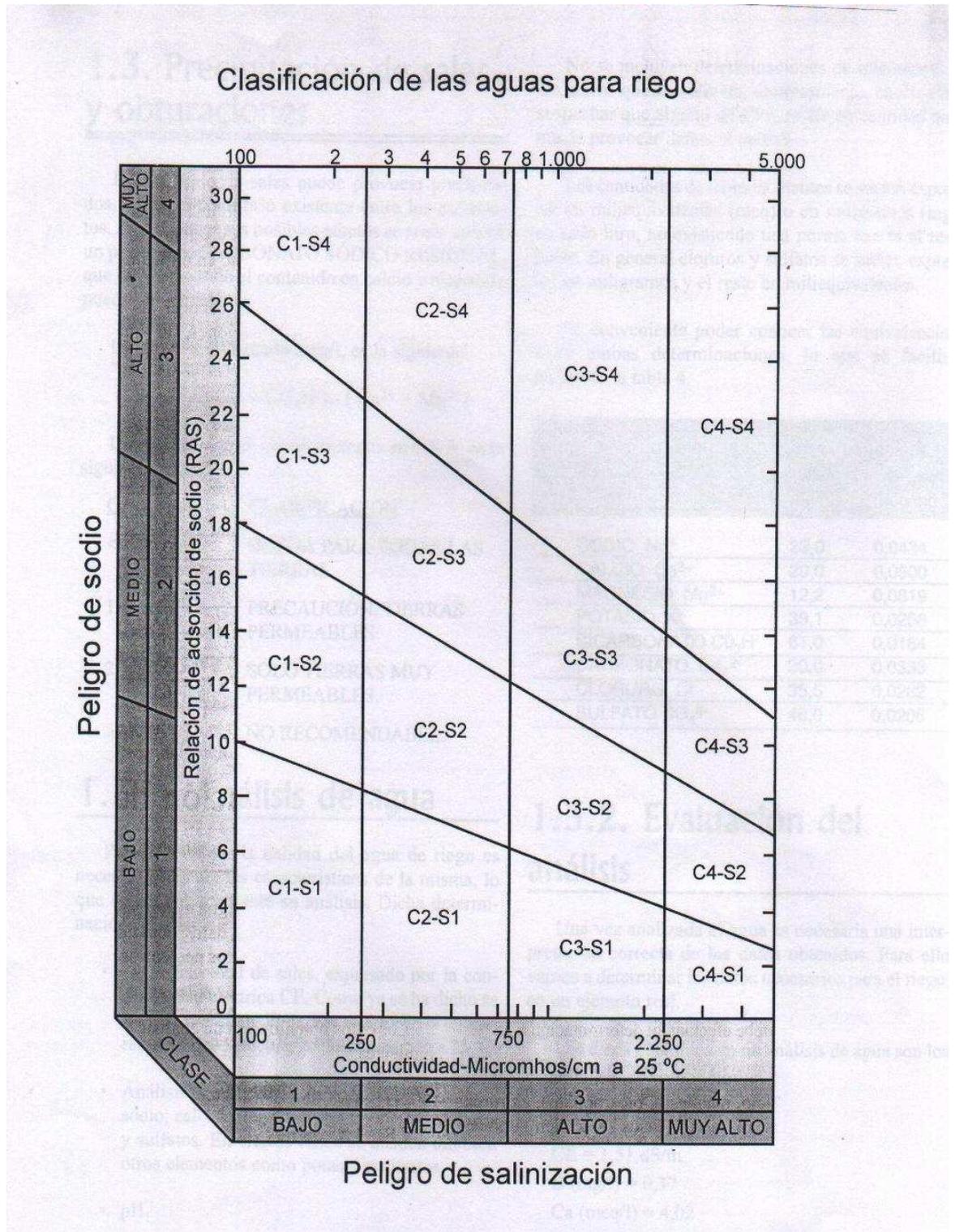


Figura 7. Diagrama para la clasificación de las aguas para riego (USDA). Ingeniería del riego, Castañón (2000).

- **Agua media en sodio (S₂):** En suelos de textura fina el sodio representa un peligro considerable, más aún si dichos suelos poseen una alta capacidad de intercambio de cationes, especialmente bajo condiciones de lavado deficiente, a menos que el suelo contenga yeso. Esta agua solo pueden usarse en suelos de textura gruesa o en suelos orgánicos de buena permeabilidad.
- **Agua alta en sodio (S₃):** Puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que éstos necesitarán prácticas especiales de manejo (buen drenaje, fácil lavado y adiciones de materia orgánica). Los suelos yesífericos pueden no desarrollar niveles perjudiciales de sodio intercambiable cuando se riegan con este tipo de aguas. Pueden requerirse el uso de mejoradores químicos para sustituir el sodio intercambiable; sin embargo, tales mejoradores no serán económicos si se usan aguas de muy alta salinidad.
- **Agua muy alta en sodio (S₄):** Es inadecuado para riego, excepto cuando su salinidad es baja o media y cuando la disolución del calcio del suelo y la aplicación de yeso u otros mejoradores no hace antieconómico el empleo de esta clase de aguas.

b. Clasificación del agua para riego según FAO

La clasificación de USDA se usa comúnmente para evaluar el peligro de sodio en relación a la RAS. Sin embargo, los carbonatos (CO₃) y bicarbonatos (HCO₃) contenidos en el agua de riego también tienen relación con el peligro potencial del sodio y esto no es considerado en el cálculo de la RAS (Sandoval, 1989).

Este inconveniente que resulta del cálculo de la Relación de Absorción de Sodio, dio lugar a un ajuste que origina el RAS ajustado (RAS_{ad}), calculándose, según FAO, con la siguiente ecuación: (Sandoval 1989, citado por Fuentes 2005)

$$RAS_{ad} = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} [(1 + (8.4 - pH_c))]$$

El valor de pHc (pH calculado de agua de riego en contacto con CaCO_3 y en equilibrio con CO_2 del suelo) se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{pHc} = (\text{pK}'_2 - \text{pK}'_c) + \text{p}(\text{Ca} + \text{Mg}) + \text{p}(\text{Alk})$$

Donde:

- $\text{pK}'_2 - \text{pK}'_c$ = Logaritmos con signo cambiado de la segunda constante de disociación del H_2CO_3 y de la constante de solubilidad del CaCO_3 respectivamente, ambas corregidas para el valor de la fuerza iónica. Es función de Calcio + Magnesio + Sodio. (meq/L)
- $\text{p}(\text{Ca} + \text{Mg})$ = Logaritmo negativo de la concentración molar de Calcio + Magnesio. Es función de Calcio + Magnesio. (meq/L)
- $\text{p}(\text{Alk})$ = Logaritmo negativo de la concentración equivalente de $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$. Es función de $\text{CO}_3 + \text{HCO}_3$. (meq/L)

Los valores dependen de la suma de la concentración de los iones (meq/L) calculando la RAS_{ad} se determina el efecto del Sodio sobre la estructura del suelo, utilizando el siguiente criterio.

- Sin problemas: $\text{RAS}_{\text{ad}} < 6$.
- Problemas crecientes: $\text{RAS}_{\text{ad}} 6 - 9$.
- Problemas graves: $\text{RAS}_{\text{ad}} > 9$.

Por otro lado, en agua de riego donde la concentración de HCO_3 y CO_3 , es mayor que la de Calcio y Magnesio, existe la tendencia de estos cationes a precipitar en forma de carbonatos a medida que la solución del suelo se va concentrando y, sin embargo, permanece en solución el Na_2CO_3 por su alta solubilidad. Esta reacción no se completa totalmente en circunstancias normales, pero a medida que ella ocurre, la concentración total y relativa del Sodio tiende a crecer, aumentando las posibilidades de intercambio con el complejo adsorbente del suelo y produciendo la dispersión de este (Sandoval 1989, citado por Fuentes 2005).

El carbonato de sodio residual (CSR) se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{CSR} = (\text{CO}_3^- + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$$

Donde las concentraciones se expresan en meq/L. El criterio que se utilizó para clasificar el agua, fue el siguiente:

- Apta: CSR <1.25 meq/L.
- Dudosa: CSR 1.25 y 2.5 meq/L.
- No apta: CSR >2.5 meq/L.

- **Salinidad:** Efecto nocivo de la acumulación de sales solubles en el suelo (Sandoval, 1989).
- **Permeabilidad:** El problema de permeabilidad, causado por una baja salinidad del agua o una RASaj muy alta (peligro de sodio) no reduce la disponibilidad de agua a la planta, como sucede con el problema de usar agua de alta salinidad, lo que reduce simplemente es la velocidad con que el agua penetra en el suelo, pudiendo reducir por lo tanto la cantidad de agua almacenada en la zona radicular después del riego. El problema de permeabilidad se presenta cuando la cantidad de sales en el agua es muy baja o cuando la cantidad de sodio es alta (Sandoval, 1989).
- **Toxicidad:** El problema de toxicidad difiere del de salinidad y de permeabilidad en que ocurre dentro de la planta como resultado de la absorción y acumulación de elementos del agua de riego aún cuando la salinidad sea baja. Los principales elementos tóxicos son sodio, cloro y bromo (Sandoval, 1989).
- **Efectos miscelaneos:** Los lineamientos de FAO mencionan tres problemas diversos que pueden ocasionar el uso de agua de riego: **nitrógeno** (5mg/L en el agua de riego no causan problema y más de 30 mg/L causan problemas), **bicarbonatos** (concentraciones mayores de 8.5 mg/L causan severos problemas) y **pH** (que es un indicador para saber si el agua es normal si se encuentra entre 6.5 a 8.5). Sandoval (1989).

Cuadro 23. Valores utilizados para encontrar el dato en la ecuación de pHc.

Concentraciones de las sumas (meq/L)	$pK'_2 - pK'_c$	p(Ca + Mg)	p(Alk)
0.5	2.0	4.6	4.3
0.10	2.0	4.3	4.0
0.15	2.0	4.1	3.8
0.20	2.0	4.0	3.7
0.25	2.0	3.9	3.6
0.30	2.0	3.8	3.5
0.40	2.0	3.7	3.4
0.50	2.1	3.6	3.3
0.75	2.1	3.4	3.1
1.00	2.1	3.3	3.0
1.25	2.1	3.2	2.9
1.50	2.1	3.1	2.8
2.0	2.2	3.0	2.7
2.5	2.2	2.9	2.6
3.0	2.2	2.8	2.5
4.0	2.2	2.7	2.4
5.0	2.2	2.6	2.3
6.0	2.2	2.5	2.2
8.0	2.3	2.4	2.1
10.0	2.3	2.3	2.0
12.5	2.3	2.2	1.9
15.0	2.3	2.1	1.8
20.0	2.4	2.0	1.7
30.0	2.4	1.8	1.5
50.0	2.4	1.6	1.3
80.0	2.5	1.4	1.1

Fuente: Manual de principio de riegos y drenaje, Sandoval, J. (1989).

2.3.1.9 Kit de campo Smart Water Analysis Laboratory LaMotte

Este kit de laboratorio portátil mide características de la calidad del agua para la detección de la contaminación, los estudios ambientales, y el agua y las basuras industriales, además cuenta con un colorímetro que analiza reacciones de color de las muestras y proporciona lecturas directas. Por otro lado las pruebas de titulaciones que se hacen con el Kit se obtienen directamente en ppm (mg/L). Por otro lado, también incluye otros métodos digitales para medir el pH (potenciometro), la conductividad eléctrica (conductímetro) que al igual que el colorímetro también da resultados directos.



Figura 8. Kit Smart Water Analysis Laboratory LaMotte con diferentes reactivos. 2006

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Generales

Determinar la calidad del agua de las principales corrientes hídricas superficiales que se encuentran ubicadas dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL), subcuenca del río Salinas (área de captación) y que drenan al río Chixoy.

2.4.2 Específicos

- Identificar las posibles fuentes de contaminación de las principales corrientes hídricas superficiales ubicadas dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).
- Determinar y describir las características físico-químicas y bacteriológicas de las principales corrientes hídricas superficiales con fines de consumo humano y riego agrícola, ubicadas dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).
- Describir lineamientos generales de manejo del recurso hídrico superficial para la toma de decisiones para el control y vigilancia de las principales corrientes hídricas superficiales ubicadas dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).

2.5 METODOLOGÍA

La metodología se dividió en cuatro fases en la cual se determinó el factor calidad de las principales fuentes hídricas superficiales de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) y que drenan al río Chixoy en la cual se evaluó factores físicos-químicos y bacteriológicos de los puntos destinados para tal actividad.

2.5.1 Fase preliminar (fase de gabinete)

Se recopiló información existente sobre la zona de influencia del PNLL que compone la subcuenca del río Salinas (área de captación) para determinar y/o conocer los aspectos biofísicos, socioeconómicos y culturales. Llevándose a cabo de la siguiente manera:

- Delimitación de la subcuenca del río Salinas (área de captación) componente principal de la zona de influencia del PNLL, la cual sirvió para conocer los linderos naturales, para ello se utilizó las hojas cartográficas a escala 1:50,000, siendo los siguientes: Laguna Lachuá 2063I, Cuxpemech 2063 II, San Antonio El Baldío 2063 III, Río Tzeja 2063 IV, Río Chixoy o Negro 2064 II.
- Se utilizó el software para digitalización de mapas (ArcView Gis 3.2) en la cual se consultó la base de datos SIG-MAGA para el año 2000.
- Consulta de los siguientes mapas temáticos de la República de Guatemala: series de suelos, cuencas hidrográficas, zona de vida, climatológicos, fisiográfico-geomorfológico a escala de reconocimiento 1:250,000.
- Se recolecto, revisó y ordeno información existente del área sobre recursos hídricos en general, además se entrevisto a personal de la unidad de Saneamiento Ambiental, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Dirección Área de Salud, Alta Verapaz, ubicado en las Instalaciones del Hospital Helen Losi de Laugerud, ciudad de Cobán, Alta Verapaz, quienes tienen a su cargo aspectos relacionados con la calidad de agua en dicho municipio.

- Adquisición de reactivos necesarios para realizar las pruebas de campo con el kit de medición de la calidad de agua Smart Water Analysis LaMotte, propiedad de UICN.

2.5.2 Fase de campo

Se desarrolló de la siguiente manera:

- Se realizó caminamientos con guarda recursos del PNLL, entrevistas con los diferentes pobladores y guardianes de salud de las comunidades estudiadas, con el fin de de determinar el acceso a cada punto de muestreo.
- Se ubicaron y georeferenciaron las principales corrientes hídricas superficiales (puntos de muestreo) presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación). Para la selección de los puntos de muestreo se tomo como referencia el lugar de abastecimiento por parte de los pobladores y la accesibilidad del lugar.
- Se tomaron las muestras de agua en el campo en base a las características físico-químicos utilizando el Kit Smart Water Analysis Laboratoy LaMotte. La toma de muestras se hizo en los meses de marzo, abril y parte de mayo (época de estiaje).
- Los parámetros físico-químicos que se evaluaron con el kit de campo fueron los siguientes (cuadro 24 y 25):
- El pH fue medido por medio de un potenciometro (modelo ph5, LaMotte).
- La conductividad eléctrica fue medida con un conductimétro (modelo con6, LaMotte).

Cuadro 24. Lecturas directas que incluye el Kit. Smart water analysis LaMotte por medio de Pruebas por Titulación.

Pruebas de titulación	Dimensionales	Método
Alcalinidad	Ppm	Neutralización
Cloruro	Ppm	DPD
Dureza de calcio	Ppm	Complexométrico
Dureza de magnesio	Ppm	Complexométrico
Total dureza CaCO ₃	Ppm	Complexométrico

Fuente: Manual Kit Smart Water Analysis Laboratory LaMotte.

Cuadro 25. Lecturas directas que incluye el Kit. Smart water analysis LaMotte por medio de Pruebas Colorimétricas.

Pruebas colorímetro	Dimensionales	Método
Cloro libre	Ppm	Argentométrico
Cobre:	Ppm	Dietilditiocarbamato
Hierro	Ppm	Bipyridil
Nitrato (NO ₃ ⁻)	Ppm	Reducción de cadmio
Nitrato-Nitrógeno	Ppm	Reducción de cadmio
Sulfato:	Ppm	Cloruro de bario
Turbidez	FTU (NTU)	Absorción (sin reactivos)

Fuente: Manual Kit Smart Water Analysis Laboratory LaMotte

- También se utilizó botes de agua, hielo y cajas de duroport (hieleras) para transportar hacia el laboratorio de Agua-Suelo y Planta de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala las muestras para los análisis químicos de agua, con fines de riego agrícola.
- Para el estudio bacteriológico, las muestras de agua se transportaron en bolsitas especiales y con las especificaciones proporcionadas por la Unidad de Saneamiento Ambiental, los puntos de muestreo fueron previamente seleccionados con el único criterio de accesibilidad a los lugares y tiempo mínimo de traslado.
- Las muestras (análisis bacteriológico) se analizaron en el laboratorio de la Unidad de Saneamiento Ambiental, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), Dirección Área de Salud, Alta Verapaz, ubicado en las Instalaciones del Hospital Helen Losi de Laugerud, ciudad de Cobán, Alta Verapaz.
- El Método que se utilizó fue el de la membrana de filtración (muestras bacteriológicas).

2.5.3 Fase de análisis y procesamiento de datos

- Se analizó los resultados de calidad del agua, para determinar su aptitud, para consumo humano y riego. Para consumo humano los resultados se comparan con las normas COGUANOR 29:001 y para riego se utilizan las metodologías del

laboratorio de salinidad del departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA), FAO y CSR.

2.5.4 Elaboración del documento final

- Se elaboró el documento final, incluyendo aspectos generales de la zona de influencia del PNLL, Subcuenca del río Salinas (área de captación), posibles fuentes de contaminación, descripción de características físicos-químicos (consumo humano y riego) y bacteriológicos (consumo humano), linamientos generales de manejo para la vigilancia y control del recurso hídrico superficial, conclusiones y recomendaciones.

2.6 RESULTADOS

2.6.1 Posibles fuentes de contaminación

Muchos especialistas en recursos hídricos distinguen dos tipos de contaminación, la de tipo puntual y las no puntuales. Iles, D.L, (1995) citado por Raymundo (2005) menciona que las fuentes puntuales son localizadas en áreas de un acre o menos, mientras que las fuentes no puntuales son aquellas que se dispersan sobre áreas extensas. Ejemplos de fuentes puntuales podrían ser: tuberías, conductos, canales, túneles, pozos, contenedores, materiales de reserva etc. Por otro lado, ejemplos de fuentes de contaminación no puntuales pueden ser: escorrentía (drenaje) de tierras agrícolas, actividades forestales, áreas urbanas y sitios de construcción (Iles, D.L.. 1995, citado por Raymundo 2005).

Dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) se identificaron las posibles causas de contaminación: fuentes naturales (principalmente la geología de la subcuenca, caracterizado por la presencia de rocas carbonatadas y salineras, como es el caso de la finca Salinas Nueve Cerros de donde proviene el río Salinas) y fuentes antropogénicas (utilización de jabones en polvo, letrinas de hoyo ciego, basura orgánica e inorgánica, excretas de ganado vacuno y porcino, uso del suelo para la agricultura de subsistencia).

Dentro de la subcuenca del río Salinas (área de captación) no existen drenajes para la disposición de aguas residuales.

De acuerdo con la información visual obtenida en los recorridos de campo, en general los pobladores de la etnia Q'eqchi' que habitan la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) utilizan jabones en polvo y en bola para el lavado de ropa, utensilios de cocina y para el aseo personal. El problema del uso de jabones es que no son biodegradables, contienen agentes tenso activos que favorecen la formación de espuma, la cual dificulta la depuración natural de las aguas, además de ello se da la contaminación visual puesto que ellos desechan los empaques de estos en las orillas de los ríos.

En cuanto a las letrinas de hoyo, si bien estos sistemas de disposición de excretas humanas no entran en contacto directo con el agua, los mismo pueden constituirse en fuentes de contaminación debido a que al ser sistemas construidos en el suelo sin ningún sistema de aislamiento, la infiltración y percolación del agua de lluvia puede transportar

bacterias o sustancias contaminantes o sustancias como nitratos que llegaran a contaminar más tarde los manantiales (Raymundo, 2005). En el cuadro 26 se pueden observar como se encuentran la disposición de las excretas, la mayoría de viviendas poseen sistema de letrinas. Se ha tratado de implementar las letrinas de abonera seca dentro del área, pero este tipo de letrinas no han tenido un impacto inmediato en las comunidades.

Cuadro 26. Disposición de excretas de las comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Comunidades estudiadas	Total de viviendas	Disposición excretas		
			Letrina	Inodoro	otro
1	Saholom	132	124	0	8
2	Zapotál II	30	29	0	1
3	El Progreso	9	9	0	0
4	Zapotál I	50	50	0	0
5	Río La Tuberia	29	0	0	15
6	San Luís Vista Hermosa	75	0	0	6
7	Las Brisas del Chixoy	19	12	0	8
8	Santa Marta	29	28	0	0
9	San Jorge La Unión	39	32	0	1
10	Las Tortugas	74	58	0	0
11	El Peyan	15	16	0	0
12	El Triunfo Nueve Cerros	24	21	0	3
13	Las Promesas Nueve cerros	79	78	0	0
14	Santa Cruz	38	18	0	21
15	Santa Elena 20 de Octubre	39	45	0	4
16	El Peyancito	12	4	0	8
17	Nuevo León	9	9	0	0
18	Pie de Cerro	43	43	0	0
19	Tierra Blanca Salinas	44	43	0	0
20	Tierra Blanca Sebol	55	50	0	3
21	Isla de las Tortugas	18	15	0	1
22	Tierra Blanca Chixoy	24	22	0	2
23	Palo Alto Los Cocales	33	44	0	1
24	San Luis Palo Grande	49	44	0	4
25	Plan Nuevo Amanecer	31	27	0	4
26	Senukja	21	10	0	11
27	Total	1020	831	0	101

Fuente: MSPAS-SIAS. 2005.

MSPAS: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

SIAS: Sistema Integrado de Salud.

Otra posible fuente de contaminación es la basura orgánica e inorgánica, debido a que dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) no existen rellenos sanitarios. En el cuadro 27, en general se puede observar como es la disposición de la basura dentro de la subcuenca. Lo adecuado se refiere a que los pobladores entierran la basura (no hay presencia de moscas) o en algunos casos la queman, por otro lado, lo inadecuado es que no la entierran ni queman, lo que traerá como consecuencia la presencia moscas.

Cuadro 27. Disposición de la basura en las comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación)

No.	Comunidades estudiadas	Disposición de basura	
		Adecuada	Inadecuada
1	Saholom	120	10
2	Zapotál II	30	0
3	El Progreso	9	0
4	Zapotál I	23	3
5	Río La Tubería	21	8
6	San Luí Vista Hermosa	52	21
7	Las Brisas del Chixoy	15	4
8	Santa Marta	28	0
9	San Jorge La Unión	30	8
10	Las Tortugas	47	14
11	El Peyan	16	0
12	El Triunfo Nueve Cerros	24	0
13	Las Promesas Nueve cerros	77	0
14	Santa Cruz	12	26
15	Santa Elena 20 de Octubre	34	5
16	El Peinacito	4	8
17	Nuevo León	7	2
18	Pie de Cerro	42	0
19	Tierra Blanca Salinas	43	0
20	Tierra Blanca Sebol	56	0
21	Isla de las Tortugas	7	11
22	Tierra Blanca Chixoy	22	0
23	Palo Alto Los Cocales	32	0
24	San Luis Palo Grande	42	6
25	Plan Nuevo Amanecer	29	2
26	Senukja	8	13
	Total	830	141

Fuente: MSPAS-SIAS. 2005.MSPAS:

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

SIAS: Sistema Integrado de Salud

Como es común dentro de las comunidades rurales, las familias poseen animales de patio, como aves, cerdos, perros, gatos, etc., siendo estas una fuente de contaminación no puntual, debido a que el estiércol de estos animales, se transportan hacia los cauces de los ríos por efecto de la lluvia y escorrentía. Otra causa de contaminación es la actividad pecuaria, esta juega un papel importante en la calidad del agua, porque generalmente, los pastos tienden a ser ubicadas en lugares húmedos junto a cursos de agua o sobre terrenos escarpados, así, contaminantes provenientes de estas áreas pueden ser lavadas con facilidad y rapidez hacia aguas superficiales (Nitrato) (Line *et al.*, 2000, citado por Cardona, 2003).

De acuerdo con la información visual y las entrevistas realizadas en los recorridos de campo, en algunas comunidades colindantes con el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) existen problemas de invasión de animales domésticos (cerdos) en las orillas de los ríos que salen de PNLL y pasan por dicha comunidad, ensuciándolos con sus excretas.

Por otra parte, la contaminación por nutrientes se da principalmente cuando se da la explotación de la tierra bajo el sistema de cultivo de roza y quema, en la cual el suelo libera una gran porción de nutrientes almacenados en la biomasa superficial dentro del suelo (Juo y Manu, 1996, citado por Cardona, 2003). Diversos autores señalan las desventajas de la siembra de cultivos anuales en terrenos de laderas o altas pendientes debido a que facilitan los procesos de erosión, máxime cuando no realizan técnicas de conservación de suelos. En ese sentido el destino de tierras de ladera a la agricultura anual es fuente de contaminación al facilitar los procesos de erosión y provocar procesos de azolve y sedimentación aguas abajo (Raymundo, 2005). Según el estudio de uso de la tierra (MAGA *et al.*, 2006), dentro de la subcuenca del río Salinas (área de captación), el Cultivo anual de maíz ocupa un 10.72% de área dentro de la subcuenca, este es el principal cultivo de subsistencia en el área.

El uso de plaguicidas es una técnica que se emplea para elevar la producción de los cultivos. De tal forma, se conoce que la aplicación de plaguicidas puede constituir una fuente de contaminación no puntual debido a que los componentes que constituyen los plaguicidas son percolados a través del suelo contaminando las aguas subterráneas o son arrastrados por medio de la escorrentía superficial hacia las fuentes de agua cercanas. De acuerdo con la información visual obtenida en los recorridos de campo, algunos

pobladores utilizan los siguientes productos: Paraquat (*paraquat*), Folidol (*Metil Paration*), Tamaron (*Metamidofos*) por mencionar algunos.

2.6.2 Calidad del agua para consumo humano

Para conocer la calidad de agua de las fuentes superficiales dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación), se utilizó los datos provenientes del laboratorio de Suelo-Planta-Agua de la facultad de Agronomía (para análisis químicos) así mismo se utilizó los datos provenientes del kit de campo smart water analysis LaMotte. (Para análisis físico-químicos). En el cuadro 28 y figura 9 se observan los nombres y la ubicación de las 22 fuentes muestreadas dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) y las comunidades estudiadas.

Cuadro 28. Ubicación de las fuentes de agua muestreadas dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	Nombre de la fuente de agua	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
1	Río Ixloc (salida)	739885	1750983
2	Manantial (Ixloc)	739798	1748835
3	Río Ixloc (comunidad R. Purriba)	741017	1748744
4	Río Batzulup (San Lorenzo II)	745333	1746108
5	Río Batzulup (San Jose Saija)	744060	1746930
6	Río Batzulup (siguan)	744177	1748207
7	Nacimiento Bempec El Castaño	743124	1754989
8	Río San Martin	742277	1758305
9	Río Machaca (límite PNLL)	743850	1758499
10	Río Machaca (puente)	743512	1759171
11	Río Machaca (salida)	744188	1753289
12	Río Obempacay (limite PNLL)	743972	1764618
13	Río Obempacay (comunidad Zapotal I)	743805	1763986
14	Río Canija (puente promesas II)	749002	1768272
15	Río Canija (Comunidad Promesas a)	748872	1770714
16	Río Canija (puente amaca comunidad el Triunfo)	748624	1770581
17	Río Canija (Intermitente)	748726	1770808
18	Río Salinas (puente II)	755668	1769992
19	Río Salinas (Comunidad Nuevo Leon Puente III)	753901	1770933
20	Río Salinas (desembocadura Chixoy)	758677	1770119
21	Comunidad Brisas del Chixoy	758986	1770041
22	Comunidad Senukja	762588	1769958

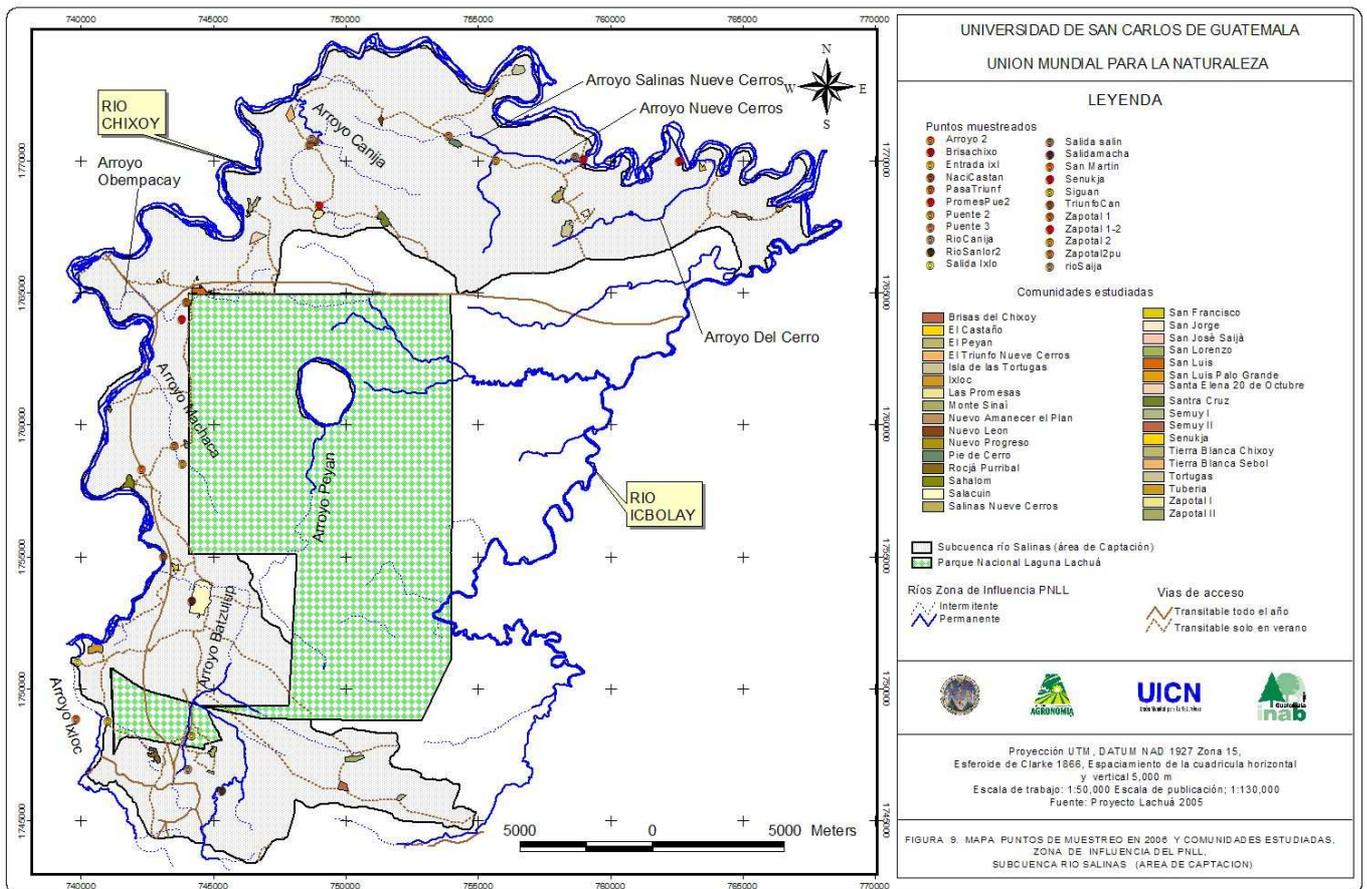


Figura 9. Mapa de Puntos muestreados en 2006 y Comunidades estudiadas para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

2.6.2.1 Calidad física del agua (Kit de campo)

En el cuadro 29 se muestra los resultados de las características físicas de los 22 puntos muestreados en el mes de marzo, abril y parte de mayo del año 2006 dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

A. Color

El parámetro color para todas las muestras fue incoloro, debido a que en la época de estiaje, hay menor presencia de sustancias coloidales.

B. Olor

Todas las fuentes de agua presentan un aspecto inodoro debido a que son aguas naturales.

C. Sabor

En cuanto a los datos de sabor, al compararlos con los LMA y los LMP de COGUANOR se observa que los puntos río Ixloc (salida) (1) ubicado en la formación geológica Kts (Cretácico-Terciario), río Salinas (puente II) (18) y río Salinas (desembocadura Chixoy) (20) ubicados en la formación geológica Tsp (Terciario Superior Oligoceno-Plioceno) y Comunidad Brisas del Chixoy (21) ubicado en la formación geológica Qa (Aluviones cuaternarios) presentan un sabor salado, esta condición se cree que está ligada a dichas formaciones geológicas en donde se encuentran las fuentes de agua muestreadas y por esta situación (sabor salado) son rechazadas. Los demás puntos muestreados están dentro de los LMA y LMP establecidos por COGUANOR.

D. Turbidez (unidades nefelométricas)

La concentración de los sólidos en suspensión se determina mediante filtrado, aquellos sólidos en suspensión que son grandes y pesados se llaman sólidos sedimentables y los sólidos que quedan en el agua sobrenadantes arriba de la materia sedimentable son muy finos y producen la turbidez (Kemmer y McCallion, 1989). De esta forma, al comparar los datos obtenidos de turbiedad con los LMA y los LMP de COGUANOR, se observa que los datos de los dos nacimientos (Manantial Ixloc y

Nacimiento Bempec el Castaño) poseen 8 y 5 unidades respectivamente, por lo que están dentro de los valores de 5 a 15 UNT (Unidades nefelométricas de turbiedad) descritas en las normas COGUANOR. Los resultados de las fuentes superficiales varían desde 4 hasta 35 UNT, por lo que podemos decir que las siguientes fuentes muestreadas exceden los LMP establecidos por COGUANOR: río Ixloc (Comunidad R. Purribal) (3) con 16 unidades, río Obempacay (Comunidad Zapotal I) (13) con 35 unidades y río Canija (Comunidad Promesas a) (15) con 16 unidades nefelométricas respectivamente. En cuanto a las muestras del río Canija (puente promesas II) (14) y río Salinas (puente II) (18) estas están ligeramente debajo de los LMA.

Cuadro 29. Resultados de las características físicas de las fuentes de agua presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	NOMBRE DE LA FUENTE	OLOR	SABOR	TURBIDEZ (UNT)
1	Río Ixloc (salida)	Inodora	Salobrea	13
2	Manantial (Ixloc)	Inodora	Sin sabor	8
3	Río Ixloc (comunidad R. Purriba)	Inodora	Sin sabor	16
4	Río Batzulup (San Lorenzo II)	Inodora	Sin sabor	10
5	Río Batzulup (San Jose Saija)	Inodora	Sin sabor	11
6	Río Batzulup (siguan)	Inodora	Sin sabor	8
7	Nacimiento Bempec El Castaño	Inodora	Sin sabor	5
8	Río San Martin	Inodora	Sin sabor	11
9	Río Machaca (límite PNLL)	Inodora	Sin sabor	14
10	Río Machaca (puente)	Inodora	Sin sabor	14
11	Río Machaca (salida)	Inodora	Sin sabor	11
12	Río Obempacay (limite PNLL)	Inodora	Sin sabor	5
13	Río Obempacay (comunidad Zapotal I)	Inodora	Sin sabor	35
14	Río Canija (puente promesas II)	Inodora	Sin sabor	4
15	Río Canija (Comunidad Promesas a)	Inodora	Sin sabor	16
16	Río Canija (puente amacas comunidad el Triunfo)	Inodora	Sin sabor	9
17	Río Canija (Intermitente)	Inodora	Sin sabor	10
18	Río Salinas (puente II)	Inodora	Salada	4
19	Río Salinas (Comunidad Nuevo Leon Puente III)	Inodora	Sin Sabor	8
20	Río Salinas (desembocadura Chixoy)	Inodora	Salada	6
21	Comunidad Brisas del Chixoy	Inodora	Salada	4
22	Comunidad Senukja	Inodora	Sin Sabor	6

Fuente: Kit de campo smart water analysis LaMotte, 2006.

En conclusión las muestras de los siguiente puntos están dentro de los LMA y LMP establecidos por COGUANOR: río Batzulup (San Lorenzo II) (4), río Batzulup (San José Saija) (5), río Batzulup (Siguan) (6), río San Martín (8), río Machaca (límite PNLL) (9), río Machaca (puente) (10), río Machaca (Salida) (11), río Canija (puente amaca comunidad El Triunfo) (16), río Canija (intermitente) (17), río Salinas (comunidad Nuevo León) (19), Comunidad Brisas del Chixoy (21) y Comunidad Senukja (22).

2.6.2.2 Calidad química del agua (Kit de campo)

A. Potencial de Hidrogeno (pH)

En el cuadro 30 y en la figura 10 se muestran los valores de pH para las 22 fuentes muestreadas, dichos valores se mantuvieron entre 6.48 y 8.41, neutros o ligeramente alcalinos. Por otro lado, Valores extremos de pH puede causar la muerte rápida de los peces, alteraciones drásticas en la flora y la fauna, y reacciones peligrosas secundarios (cambios en la solubilidad de nutrientes, formaciones de precipitados etc.) (Raymundo, 2005).

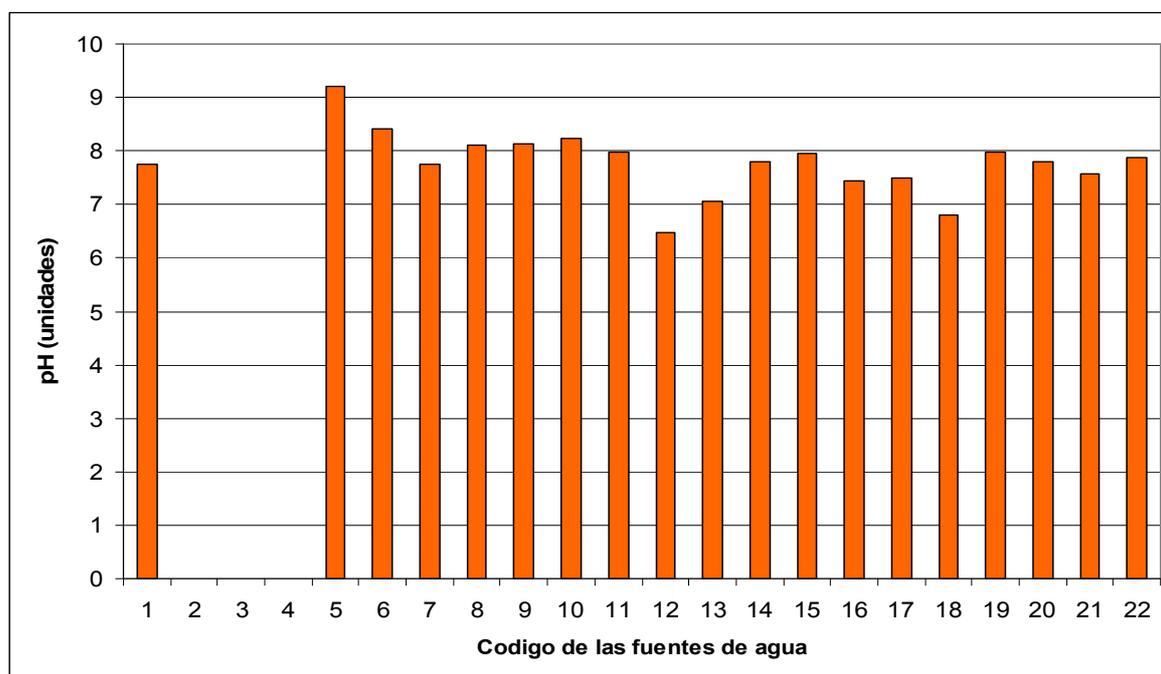


Figura 10. Niveles de pH de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).

Solamente los puntos río Obempacay (comunidad zapotal I) (13), río Canija (puente amacas triunfo) (16) y río Canija (intermitente) (17), se encuentran dentro del LMA establecido por COGUANOR. El LMA establecido por la norma COGUANOR es de 7.0 a 7.5, encontrándose fuera de estos rangos las siguientes fuentes: río Ixloc (salida) (1), río Batzulup (San José Saija) (5), río Batzulup (siguan) (6), Nacimiento Bempec el Castaño (7), río San Martín (8), río Machaca (límite PNLL) (9) río Machaca (puente) (10), río Machaca (salida) (11), río Canija (puente promesas II) (14) río Canija (Comunidad Promesas a) (15), río Salinas (puente II) (18), río Salinas (desembocadura Chixoy) (20), Comunidad Brisas del Chixoy (21) y Comunidad Senukja (22).

Cuadro 30. Resultados de las características químicas de las fuentes de agua presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	pH	T °C	C.E $\mu\text{s}/\text{cm}$	Alcalinidad total mg/L	Dureza total CaCO_3 mg/L	Sulfatos mg/L SO_4^{-2}	Cloruros mg/L Cl^-	C.R.L mg/L
1	7.75	23.5	830	830.0	342.0	140.0	16.0	0.0
2	N.S.D	18.7	51	52.00	140.0	4.0	8.00	0.0
3	N.S.D	18.5	186	116.00	328.0	6.0	10.00	0.0
4	N.S.D	22.0	240	134.0	300.0	4.0	13.0	0.0
5	8.20	18.7	270	120.0	400.0	4.0	7.0	0.0
6	8.41	33.1	244	144.0	148.0	5.0	25.0	0.0
7	7.75	23.5	830	170.0	800.0	340.0	8.0	0.0
8	8.12	25.2	66	48.0	120.0	5.0	8.0	0.0
9	8.13	22.0	187	143.0	260.0	24.0	7.0	0.0
10	8.24	24.2	156.6	104.0	200.0	10.0	8.0	0.0
11	7.98	26.0	209	116.0	184.0	14.0	8.0	0.0
12	6.48	24.7	63	36.0	100.0	20.0	12.0	0.0
13	7.05	25.2	68.3	45.0	80.0	13.0	8.0	0.0
14	7.80	25.5	312	168.0	176.0	4.0	16.0	0.0
15	7.95	27.5	430	240.0	220.0	6.0	17.0	0.0
16	7.44	26.5	293	164.0	172.0	5.0	18.0	0.0
17	7.50	27.5	296	188.0	168.0	4.0	16.0	0.0
18	6.80	27.0	2,000	196.0	N.S.D	700.0	N.S.D	0.0
19	7.97	27.5	372	220.0	N.S.D	8.0	N.S.D	0.0
20	7.80	30.5	2,000	216.0	N.S.D	380.0	N.S.D	0.0
21	7.58	30.0	1,601	156.0	N.S.D	136.0	N.S.D	0.0
22	7.88	27.7	N.S.D	134.0	N.S.D	104.0	N.S.D	0.0

Fuente: Kit de campo smart water analysis LaMotte, 2006.

N.S.D = No se determino. C.R.L = Cloro residual libre.

El LMP establecido por la norma COGUANOR es de 6.5 a 8.5, encontrándose fuera de estos valores únicamente río Obempacay (límite PNLL) (12).

Los demás puntos de muestreo están dentro de los valores establecidos COGUANOR.

B. Temperatura (°C)

La temperatura es importante debido a que afecta la cantidad de oxígeno disuelto en el agua (Córdoba, 2002), o bien el aumento de la temperatura disminuye la solubilidad de los gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Acelera la putrefacción (Raymundo, 2005). En el cuadro 30 y figura 11 los valores se encuentran entre 18.5 °C y 33.1 °C. El LMA establecido por la norma COGUANOR es de 15.0 a 25 °C. encontrándose fuera de estos rangos los siguientes puntos: río Batzulup (siguan) (6), río San Martín (8), río Machaca (salida) (11), río Obempacay (comunidad Zapotal I) (13), río Canija (puente promesas II) (14), río Canija (Comunidad Promesas a) (15), río Canija (puente amacas comunidad el Triunfo) (16), río Canija (Intermitente) (17), río Salinas (puente II) (18), río Salinas (Comunidad Nuevo León Puente III) (19), río Salinas (desembocadura Chixoy) (20), Comunidad Brisas del Chixoy (21) y Comunidad Senukja (22).

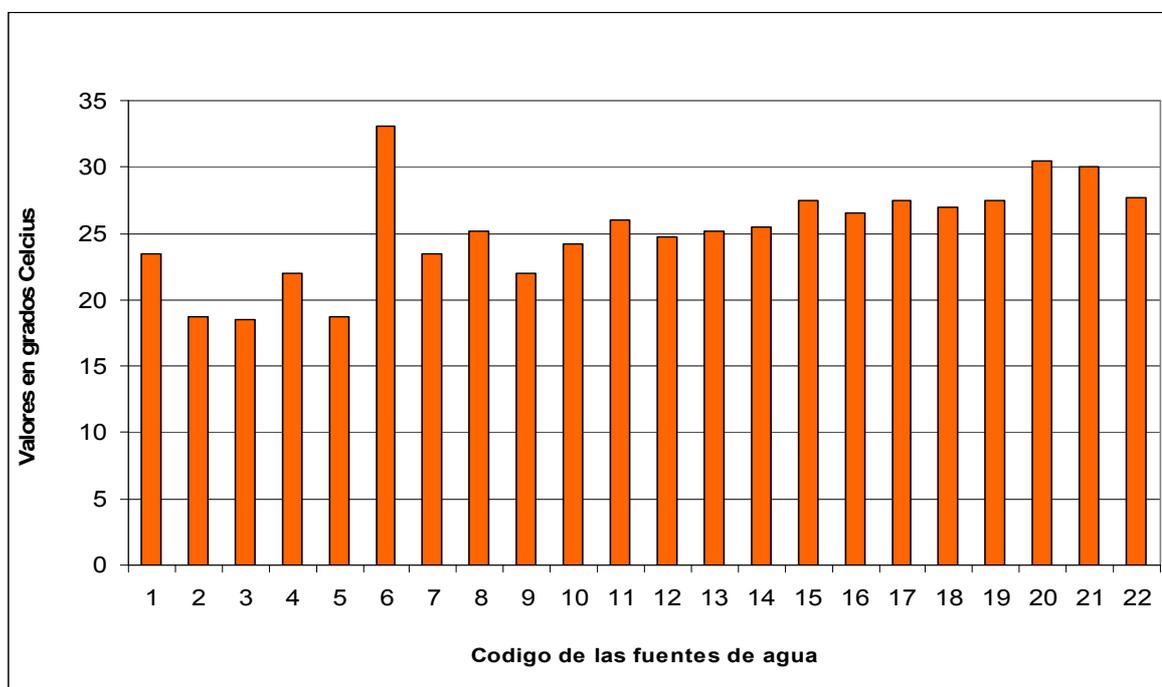


Figura 11. Temperatura en grados Celcius (°C) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

El LMP establecido por la norma COGUANOR es de 34 °C. Por lo que todos los puntos muestreados no sobrepasan este valor y son aceptados.

C. Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)

La conductividad eléctrica (C.E) es una medida indirecta del contenido de sales disueltas en el agua y se da en microsiemens/cm ($\mu\text{s}/\text{cm}$), por otra parte en el cuadro 30 y figura 12 se muestran los niveles de conductividad para las 22 fuentes muestreadas en la cual los valores obtenidos en el campo oscilan entre 51 y 2,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$. La conductividad eléctrica en las aguas naturales se puede relacionar con la cantidad de sólidos disueltos ya que estos son en su mayoría compuestos iónicos de calcio y magnesio. La norma COGUANOR establece $< 1500 \mu\text{s}/\text{cm}$ como LMP. Las siguientes fuentes de agua muestreadas se encuentran por encima del los valore establecido por COGUANOR y son río Salinas (puente II) (18) con 2,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$, río Salinas (desembocadura Chixoy) (20) con 2,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y por ultimo río Comunidad Brisas del Chixoy (21) con 1,6001 $\mu\text{s}/\text{cm}$. por lo que las demás fuentes son aceptadas.

D. Dureza Total CaCO_3

La dureza en el agua es el resultado de la disolución y lavado de los minerales que componen el suelo y las rocas. El efecto de la acidez del CO_2 sobre la solubilidad de los CO_3^- consiste básicamente en su transformación a HCO_3^- los cuales constituyen sales mucho mas solubles (Cárdenas 2003, citado por Auquilla 2005).

El LMP establecido por la norma COGUANOR es de 500 mg/L CaCO_3 . En el cuadro 30 y figura 13 se pueden observar que los valores de la fuentes de agua muestreadas se encuentran entre 80 a 800 mg/L CaCO_3 por lo que únicamente el Nacimiento de Bempec el Castaño (7) excede valor establecido por la norma, caso contrario para todas las demás fuentes que presentan valores por debajo del LMP establecido por la norma y son aptas para consumo.

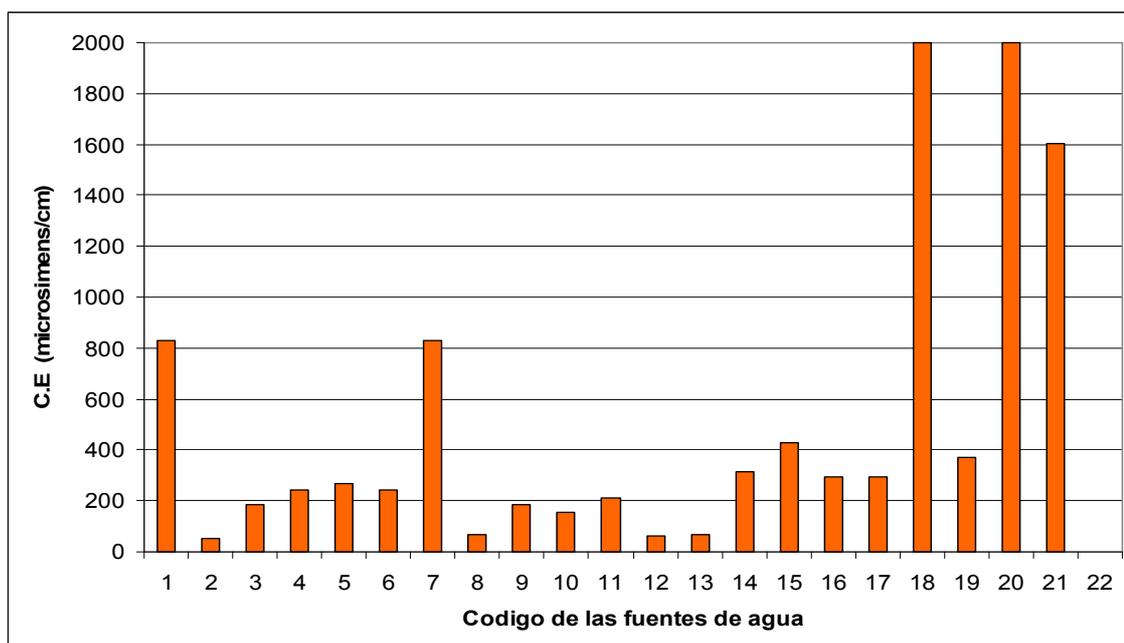


Figura 12. Niveles de conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

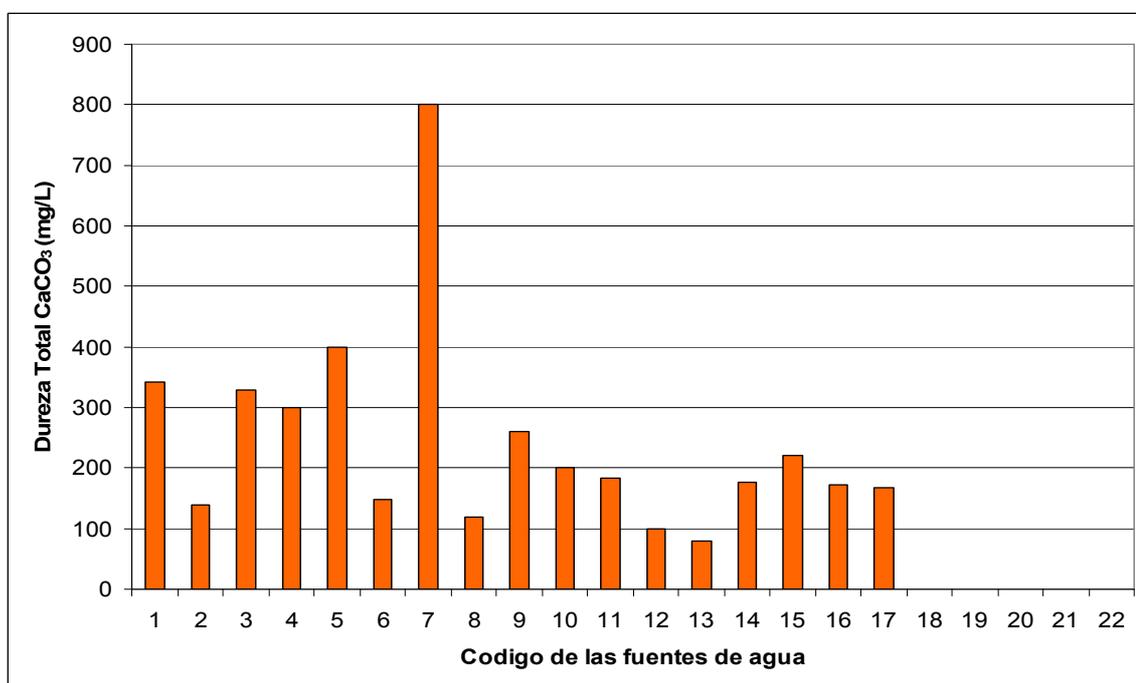


Figura 13. Niveles de Carbonato de calcio (CaCO_3) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

E. Sulfatos (SO_4^-)

Los sulfatos están presentes en forma natural en numerosos minerales, no obstante las mayores concentraciones se dan, por lo común, en las aguas subterráneas y proceden de fuentes naturales (OMS 1987, citado por Raymundo 2005).

El LMA establecido por la norma COGUANOR para los Sulfatos es de 100 mg/L. En el cuadro 30 y figura 14 se observan que los valores de las fuentes de agua muestreada se encuentran entre 4.0 y 700 mg/L. Únicamente los puntos de río Salinas (desembocadura del Chixoy) (20), Comunidad Brisas del Chixoy (21) y Comunidad Senukja (22) exceden dichos valores.

El LMP establecido por la norma COGUANOR para los Sulfatos es de 250 mg/L, las fuentes que exceden el LMP son: río Ixloc (salida) (1), Nacimiento Bempec el Castaño (7) y río Salinas (puente II) (18) y río Salinas (desembocadura Chixoy) (20).

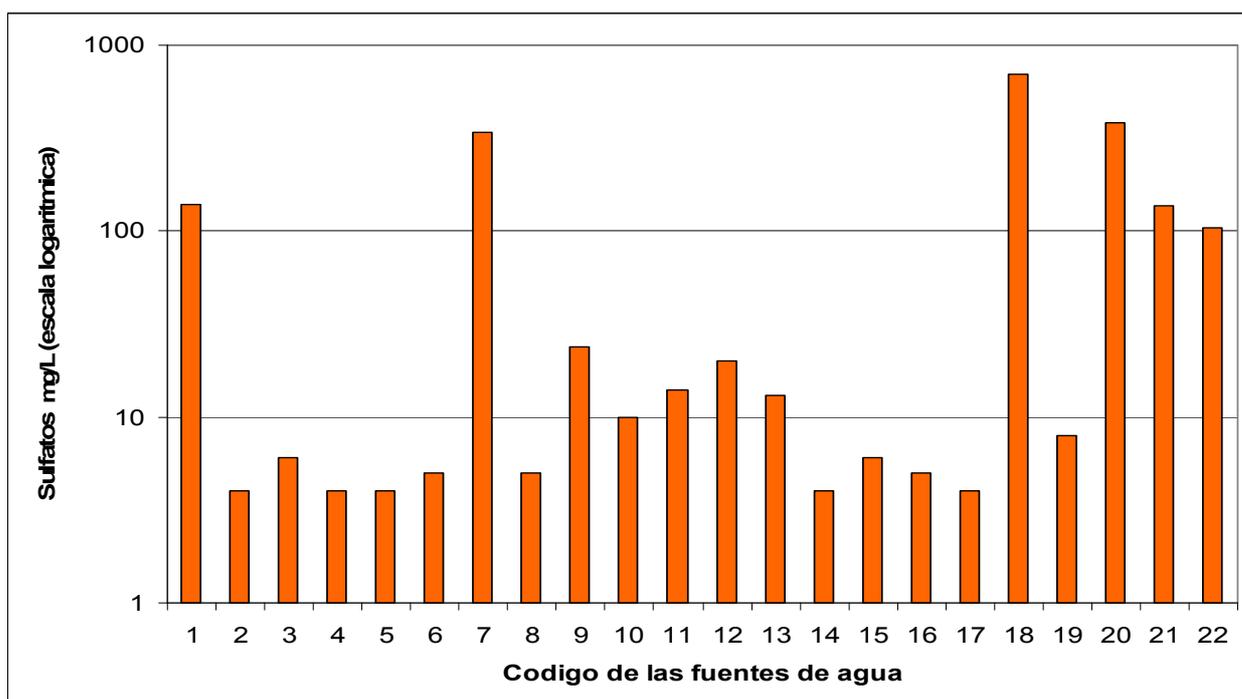


Figura 14. Niveles de Sulfato (SO_4^-) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

F. Cloruros (Cl⁻)

El cloruro presente en el agua de consumo humano procede de fuentes naturales, de las aguas residuales y los efluentes industriales (OMS 1987, citado por Raymundo 2005). En el cuadro 30 y figura 15 se muestran los valores de las fuentes de agua muestreadas. Para los cloruros, la norma COGUANOR establece como LMA 100 mg/L y como LMP 250 mg/L. Para los siguientes puntos no se determinó los cloruros: río Salinas (puente II) (18), río Salinas (Comunidad Nuevo León Puente III) (19), río Salinas (desembocadura Chixoy) (20), Comunidad Brisas del Chixoy (21) y Comunidad Senukja (22). Se encontró que todas las fuentes de agua no exceden el LMA.

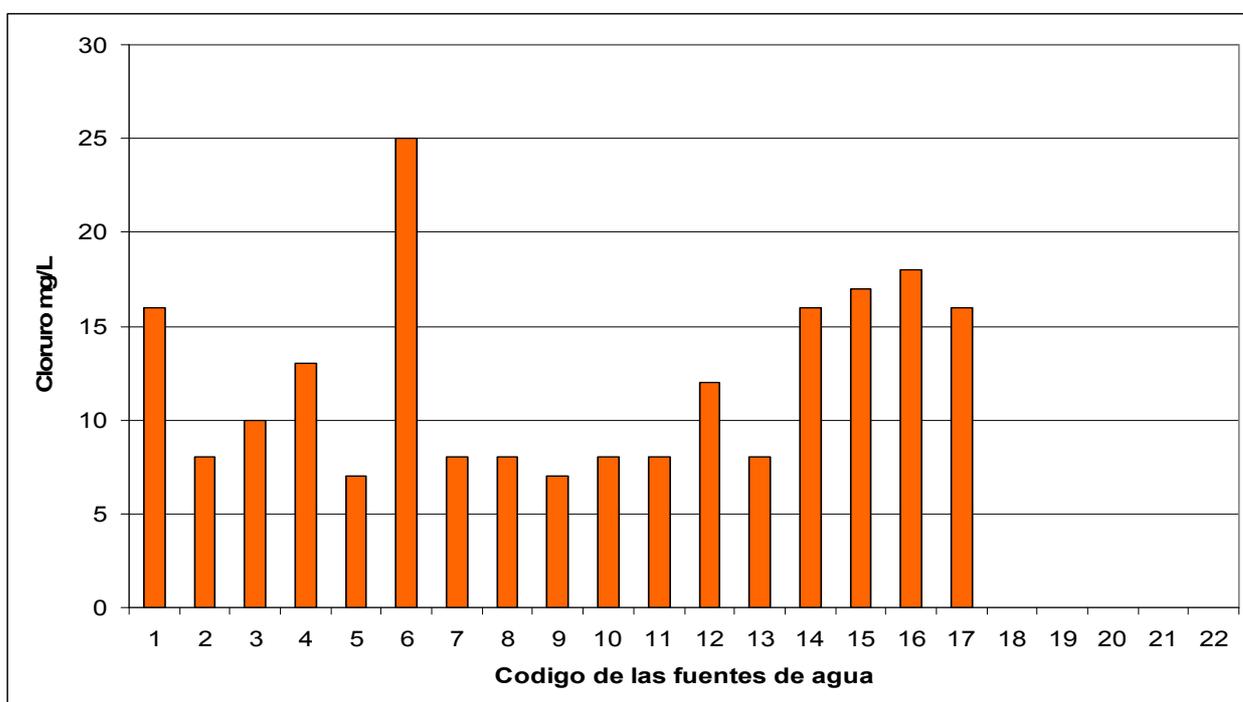


Figura 15. Niveles de Cloruro (Cl⁻) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

En el caso del cloro residual libre (C.R.L), GOGUANOR establece que el LMA es de 0.5 mg/litro y el LMP es de 1.0 mg/litro. Se encontró que no existe presencia de dicho elemento en las fuentes de agua muestreadas.

G. Calcio (Ca^{++2}) y Magnesio (Mg^{++2})

El calcio es el componente principal de la dureza en el agua (Padilla, 2003). En el cuadro 31 y figura 16 se presentan los valores de las fuentes de agua, estas se encuentran entre 16 y 289 mg/L. La norma COGUANOR establece un LMA de 75 mg/L y un LMP de 150 mg/L. Para los siguientes puntos no se determinó el calcio: río Salinas (puente II) (18), río Salinas (Comunidad Nuevo León Puente III) (19), río Salinas (desembocadura Chixoy) (20), Comunidad Brisas del Chixoy (21) y Comunidad Senukja (22). Solamente las fuentes Manantial (Ixloc) (2), río Batzulup (6), río San Martín (8), río Machaca (salida) (11), río Obempacay (limite PNLL) (12), río Obempacay (Comunidad Zapotal I) (13), río Canijá (puente promesas II) (14), río Canijá (puente amacas comunidad el Triunfo) (16) y río Canijá (intermitente) están por debajo de los LMA. Por otro lado, las fuentes río Ixloc (salida) (1), río Ixloc (Comunidad R. Purribal) (3), río Batzulup (San Lorenzo II) (4), río Batzulup (San José Saija) (5), río Machacá (límite PNLL) (9), se encuentran dentro de los límites. Únicamente las fuentes Nacimiento Bempec el Castaño (7) y río Canijá (Comunidad Promesas a) (15) excede en el valor del LMP establecidas por la norma COGUANOR.

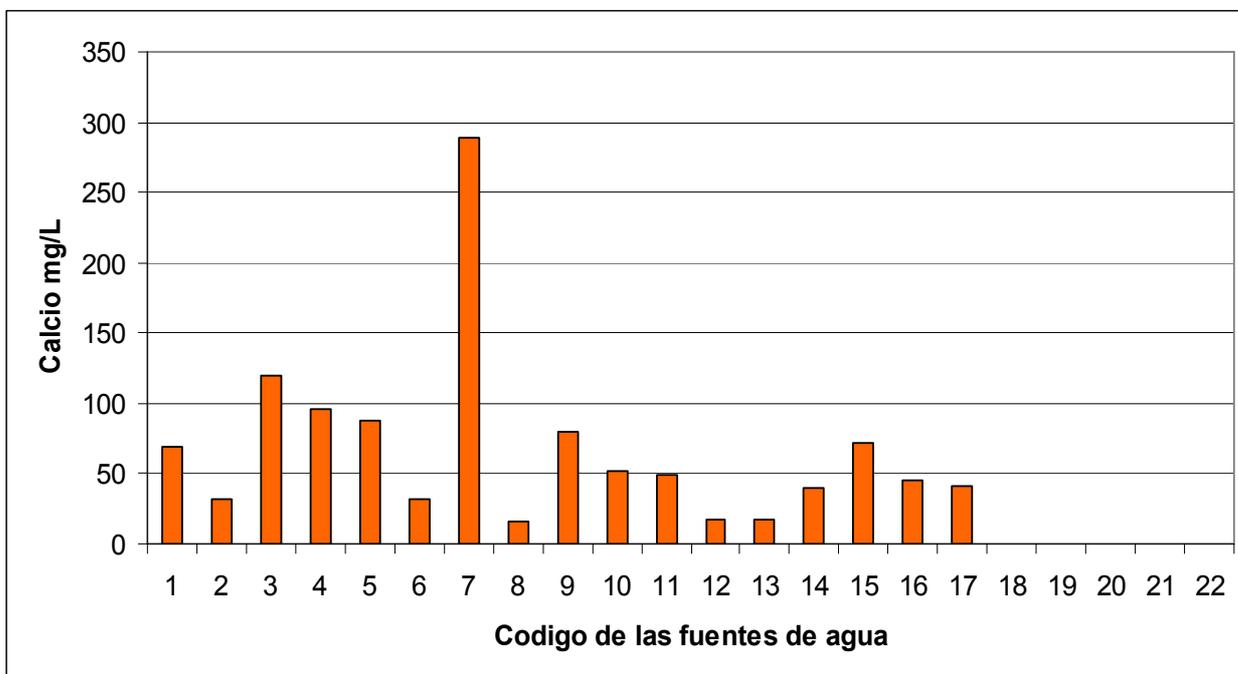


Figura 16. Niveles de Calcio (Ca^{++2}) de las 22 fuentes muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

El Magnesio por lo general representa una tercera parte de la dureza total del agua, correspondiéndole al Calcio las dos terceras partes restantes (Padilla, 2003). El LMA establecido por la norma COGUANOR es de 50 mg/L mientras que el LMP es de 100 mg/L. en el cuadro 31 y figura 17 se muestran los valores obtenidos en el campo y estos se encuentran entre 7 y 44 mg/L. Todas las fuentes muestreadas se encuentran por debajo del LMA.

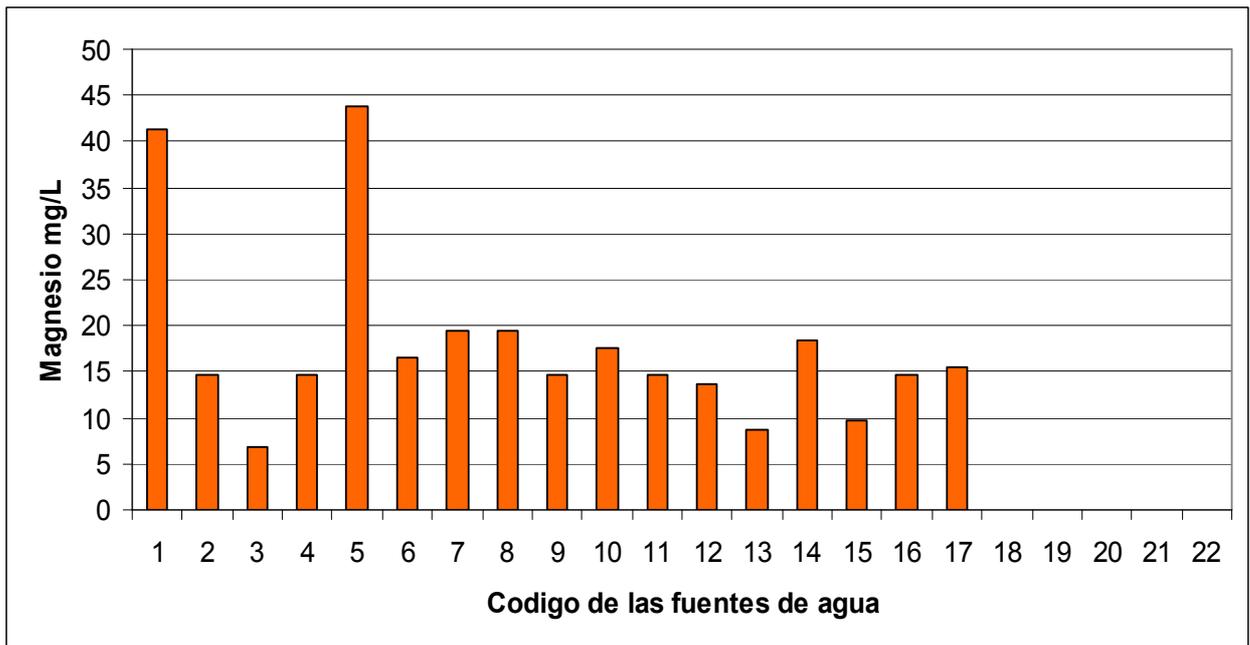


Figura 17. Niveles de Magnesio (Mg^{++}) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

H. Hierro (Fe^{++})

En cuanto al Hierro, la norma COGUANOR establece un LMA de 0.1 mg/L y un LMP de 1.0 mg/L. Los valores encontrados oscilan entre 0.03 a 3.83 mg/L estos se pueden observar en el cuadro 31 y figura 18. Las siguientes fuentes no exceden los LMP: Río Batzulup (San Jose Saija) (5), Río Batzulup (siguan) (6), Nacimiento Bempec El Castaño (7), Río Canija (Comunidad Promesas a) (15), río Canija (Intermitente) (16), río Salinas (puente II) (18) y Comunidad Brisas del Chixoy (21). Por otro lado las siguientes fuentes exceden los LMP establecidos por la norma COGUANOR: Manantial (Ixloc) (2), río Ixloc (comunidad R. Purriba) (3), río Batzulup (San Lorenzo II) (4), río San Martín (8), río Machaca (límite PNLL) (9), Río Machaca (puente) (10), río Machaca (salida) (11), río

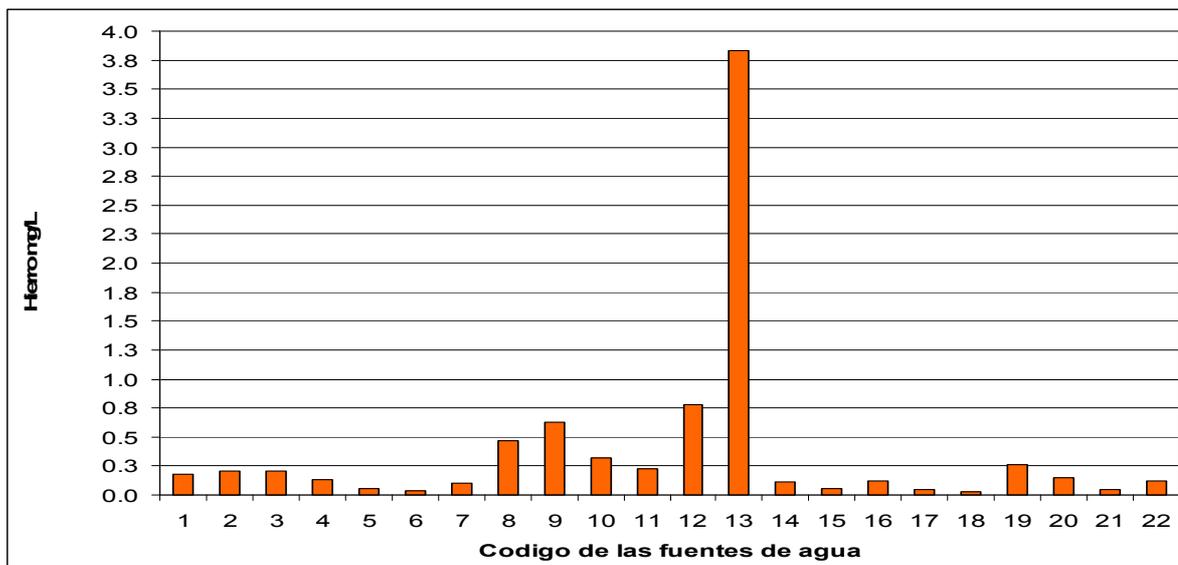


Figura 18. Niveles de Hierro (Fe^{++}) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Obempacay (limite PNLL) (12), río Obempacay (Comunidad Zapotal I) (13), río Canija (puente promesas II) (14), río Canija (puente amacas comunidad el Triunfo) (16), río Salinas (Comunidad Nuevo León Puente III) (19), río Salinas (desembocadura Chixoy) (20) y Comunidad Senukja (22).

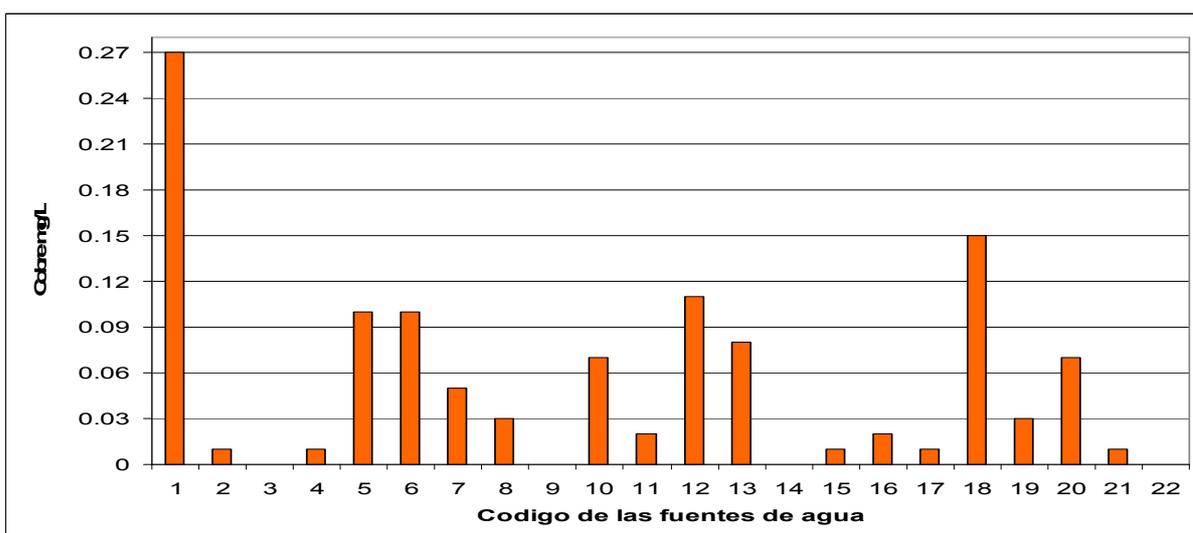


Figura 19. Niveles de cobre (Cu) de las 22 fuentes de agua muestreadas, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

I. Cobre (Cu)

Para el Cobre, la norma COGUANOR establece un LMA de 0.05 mg/L y un LMP de 1.5 mg/L. En el cuadro 31 y figura 19 se muestran los valores de cobre, estos se encuentran entre 0.00 a 0.27 mg/L. En todas las fuentes los valores se encuentran por debajo del LMP.

Cuadro 31. Resultados de las características químicas de agua de las fuentes de agua presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	mg/L Calcio	mg/L Magnesio	mg/L Hierro	mg/L Cobre	mg/L Nitratos
1	69	41	0.2	0.3	1.6
2	32	15	0.2	0.0	0.6
3	120	7	0.2	0.0	1.5
4	96	15	0.1	0.0	0.4
5	88	44	0.1	0.1	0.8
6	32	17	0.0	0.1	0.0
7	289	19	0.1	0.1	1.5
8	16	19	0.5	0.0	0.0
9	80	15	0.6	0.0	0.0
10	51	18	0.3	0.1	0.0
11	50	15	0.2	0.0	0.2
12	18	14	0.8	0.1	0.2
13	18	9	3.8	0.1	0.0
14	40	18	0.1	0.0	0.1
15	72	10	0.1	0.0	0.0
16	45	15	0.1	0.0	0.0
17	42	16	0.1	0.0	0.0
18	N.S.D	N.S.D	0.0	0.2	N.S.D
19	N.S.D	N.S.D	0.3	0.0	N.S.D
20	N.S.D	N.S.D	0.2	0.1	N.S.D
21	N.S.D	N.S.D	0.1	0.0	N.S.D
22	N.S.D	N.S.D	0.1	0.0	N.S.D

Fuente: Kit de campo smart water analysis LaMotte, 2006. N.S.D = No se determino.

J. Nitratos (N-NO₃)

Tres son las fuentes potenciales de Nitrógeno en las aguas: a) el nitrógeno orgánico del suelo, b) los fertilizantes inorgánicos y orgánicos y c) los desechos de origen animal y doméstico (estiércol y aguas servidas). (Aravena 2004, citado por Raymundo 2005).

En cuanto los Nitratos, la norma COGUANOR establece un LMP de 10 mg/L. en el cuadro 31 y figura 20 se pueden observar que los valores de las fuentes de agua se encuentran entre 0.00 a 1.62 mg/L. Solamente el punto río Ixloc (salida) (1) se encuentra el valor de 1.63 mg/L. En todas las demás fuentes muestreadas los valores están por debajo del LMP. Para los siguientes puntos no se determinaron Nitratos: río Salinas (puente II) (18), río Salinas (Comunidad Nuevo León Puente III) (19), río Salinas(desembocadura Chixoy) (20), Comunidad Brisas del Chixoy (21) y Comunidad Senukja (22).

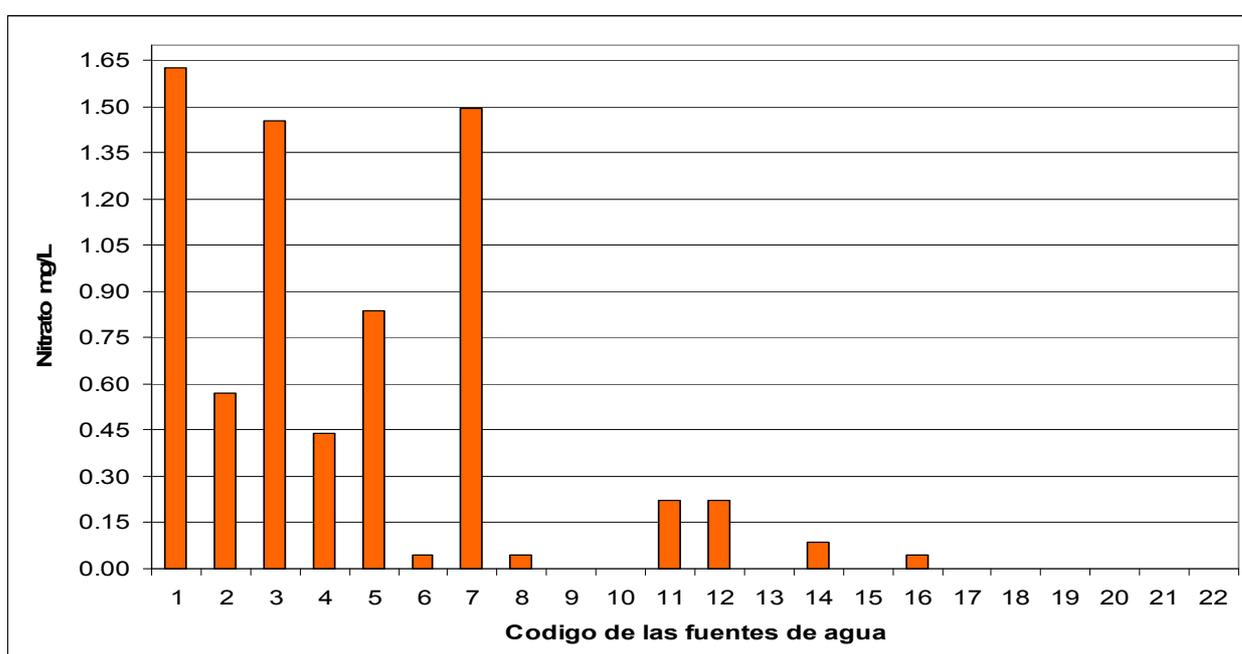


Figura 20. Niveles de Nitratos (NO_3^-) de los 22 puntos de muestreo, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

2.6.2.3 Calidad química del agua (Análisis de laboratorio)

A. Potencial de Hidrogeno (pH)

Según el cuadro 32 y la figura 21, El pH de los nacimientos se encuentra entre 7 y 7.2, mientras que el de la fuente superficial varia entre 6.1 a 8. El LMP establecido por la norma COGUANOR es de 6.5 a 8.5, encontrándose por debajo de los LMP las siguientes fuentes superficiales: río Obempacay (limite PNLL) (12) y río Obempacay (comunidad

Zapotal I) (13). Para las demás fuentes superficiales el pH se encuentra dentro del rango establecido del LMP.

Cuadro 32. Resultados de laboratorio de las características químicas de las fuentes de agua presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	pH	C.E µs/cm	Zn Zinc mg/L	Ca ⁺⁺ Calcio mg/L	Mg ⁺⁺ Magnesio mg/L	K ⁺ Potasio mg/L	Cu Cobre mg/L	Na ⁺⁺ Sodio mg/L
1	7.2	655	0	100.2	17.2	1.4	0	2.9
2	7.0	42	0	2.6	1.2	4.3	0	3.9
3	7.3	169	0	21.0	4.7	1.7	0	5.1
4	7.7	214	0	30.1	6.1	1.4	0	5.1
5	7.7	218	0	32.6	5.1	1.4	0	6.8
6	8.0	244	0	31.0	7.1	1.9	0	8.9
7	7.2	870	0	152.9	21.2	1.1	0	0.8
8	7.0	59	0	8.0	1.8	1.1	0	1.4
9	7.3	200	0	30.1	6.3	1.2	0	1.9
10	7.0	156	0	20.0	5.9	1.1	0	2.0
11	6.9	217	0	28.6	7.1	1.6	0	2.2
12	6.1	57	0	2.4	1.7	5.8	0	6.4
13	6.2	58	0	2.4	1.7	5.1	0	5.9
14	7.2	294	0	39.8	14.2	1.4	0	1.2
15	7.1	403	0	50.1	21.5	1.7	0	10.5
16	7.4	267	0	37.4	12.7	2.1	0	2.7
17	7.3	273	0	39.8	12.5	2.3	0	3.2
18	7.0	118600	0.1	999.9	44.8	46.1	0	23977.5
19	7.8	354	0	64.9	13.9	0.8	0	1.1
20	7.2	41400	0.1	462.5	29.7	18.3	0	7885.2
21	7.9	2350	0	102.4	16.7	3.7	0	349.8
22	8.0	510	0	74.9	16.1	19.9	0	7.5

Fuente: Laboratorio de Suelo-Agua y Planta. FAUSAC, 2006.

B. Conductividad Eléctrica (µs/cm)

Según la norma COGUANOR, establece que el LMP deberá estar dentro de 100 µs/cm a 750 µs/cm. En el cuadro 32 y figura 22 se puede observar que los datos de laboratorio demostraron que los valores de las fuentes muestreadas oscilan entre 42 y 118,600 µs/cm. Se encontró que el Manantial (Ixloc) (2), río San Martín (8), río Obempacay (limite PNLL) (12) y río Obempacay (comunidad Zapotal I) (13) están por debajo del LMP.

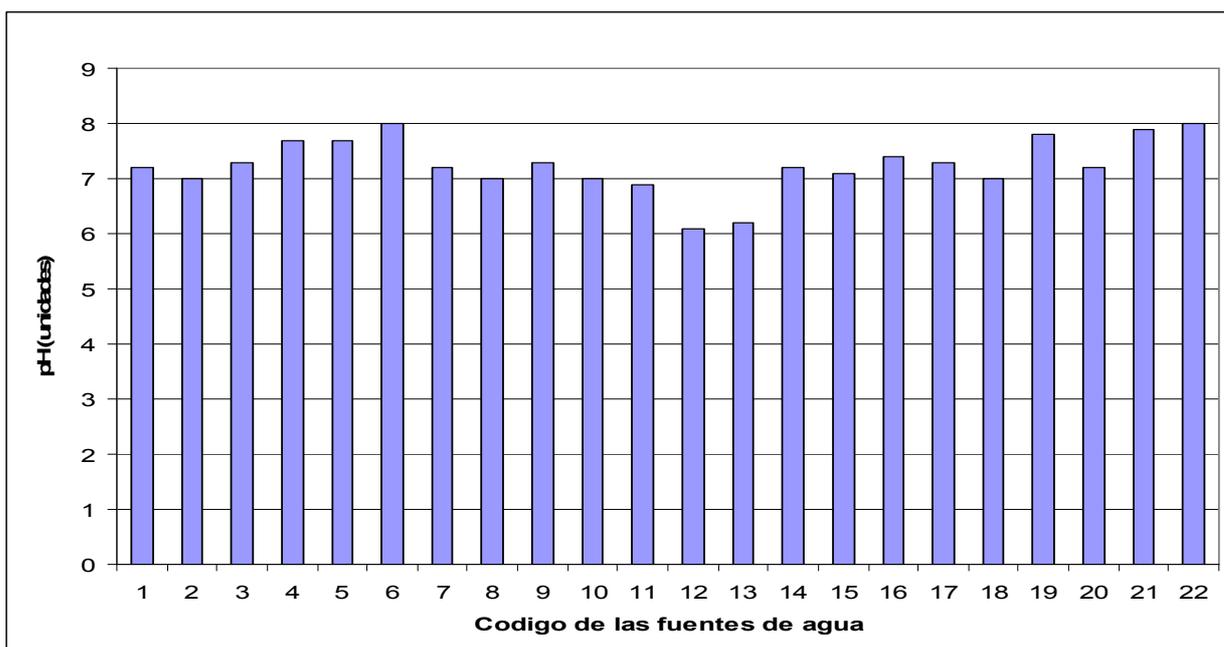


Figura 21. Niveles de Potencial de Hidrogeno de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

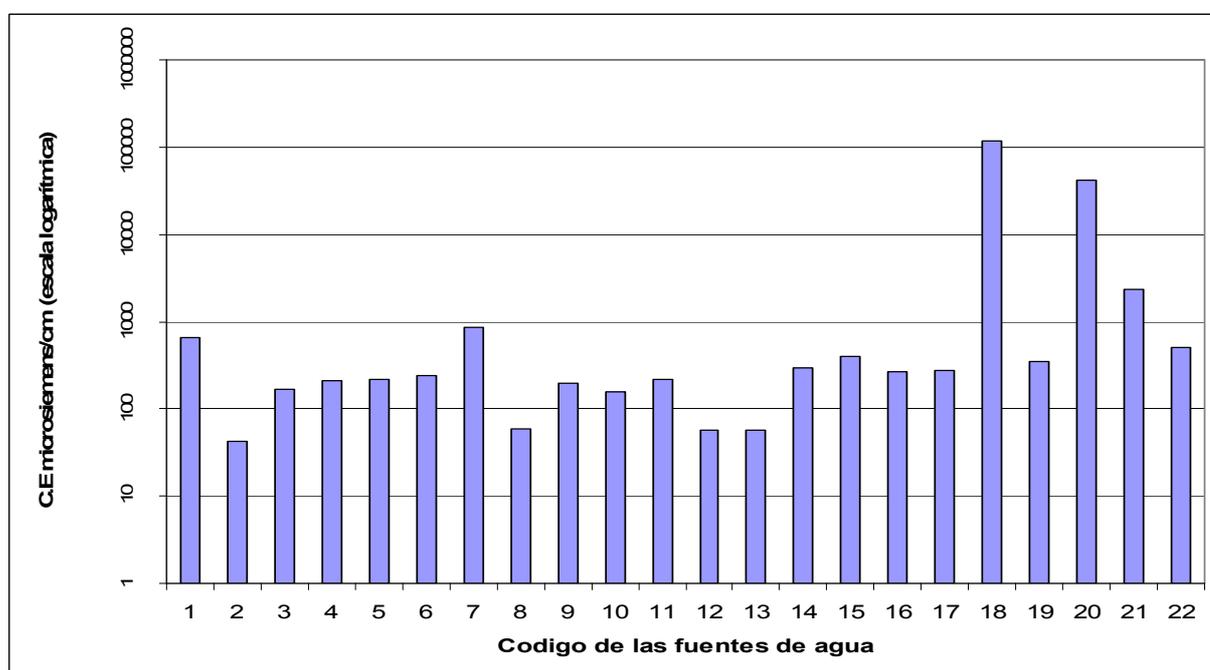


Figura 22. Niveles de Conductividad Eléctrica de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Por otro lado, las fuentes superficiales Nacimiento Bempec El Castaño (7), río Salinas (puente II) (18), río Salinas (desembocadura Chixoy) (20) y Comunidad Brisas del Chixoy (21) están por encima del LMP descrito por la norma COGUANOR. Para las demás fuentes superficiales los valores se encuentran dentro del rango establecido por COGUANOR para los LMP.

C. Zinc (Zn)

Para el Zinc, la norma COGUANOR establece el LMA de 3 mg/L y el LMP de 70 mg/L, por lo tanto en el cuadro 17 se pueden observar todos los valores obtenidos, estos se encuentran muy por debajo de los LMA mencionados en dicha norma.

D. Calcio (Ca^{++2}) y Magnesio (Mg^{++2})

En cuadro 32 y figura 23 se pueden observar que los valores de laboratorio de las fuentes de agua están entre 2.40 a 462.53 mg/litro. Según la norma COGUANOR únicamente el río Salinas (desembocadura Chixoy) (20) excede el LMP que es de 150 mg/L. Los demás valores de las fuentes muestreadas están por debajo del LMP. También el cuadro 32 y figura 24 se pueden observar que los valores de laboratorio de dichas fuentes se encuentran entre 1.21 a 44.85 mg/L. Según la norma COGUANOR todos los valores de las fuentes muestreadas están por debajo del LMP.

E. Cobre (Cu)

En el cuadro 32 se puede observar que dicho elemento, no se encuentra presente según los resultados obtenidos de laboratorio.

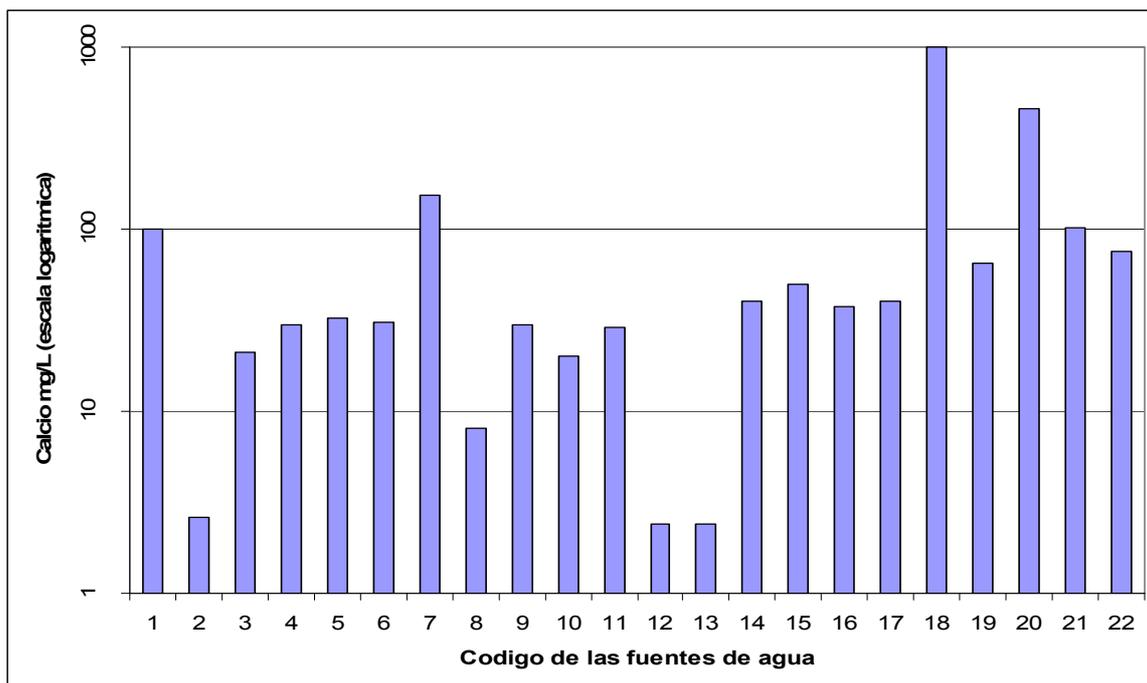


Figura 23. Niveles de Calcio (Ca^{++2}) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

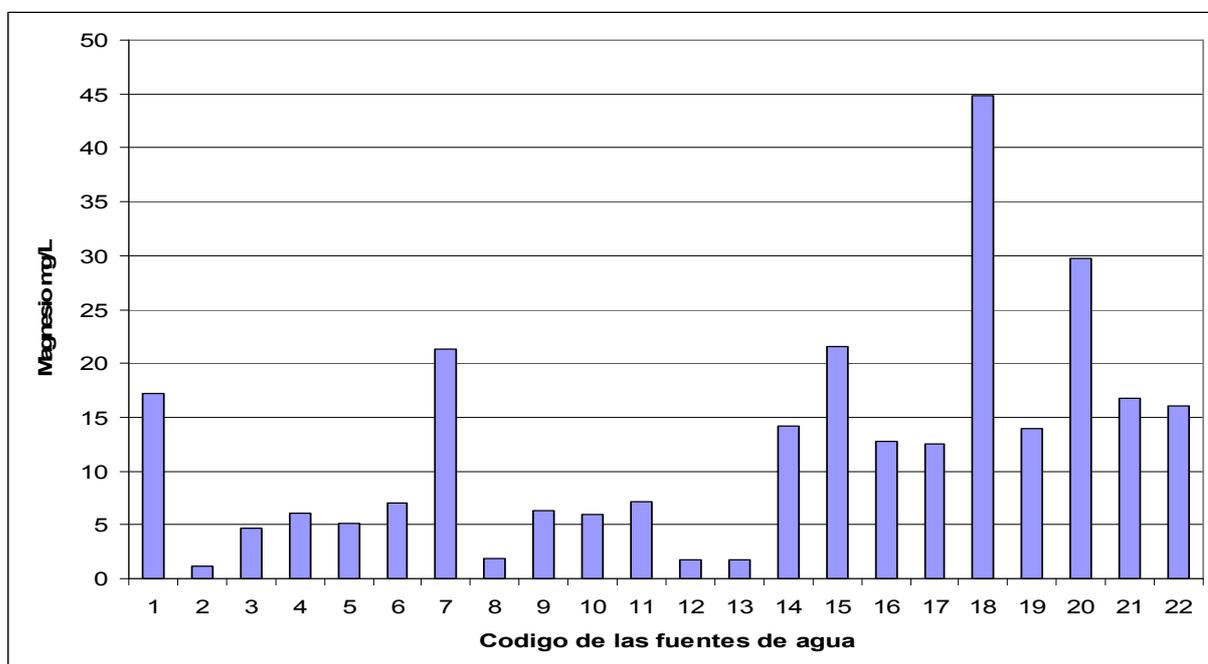


Figura 24. Niveles de Magnesio (Mg^{++2}) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

F. Sodio (Na^+)

En el cuadro 32 y figura 25, las concentraciones de Sodio que se obtuvieron en laboratorio se encuentran entre 0.80 y 23,977.52 mg/litro. Las sales de sodio son muy solubles y muy difíciles de precipitar, en aguas dulces se encuentra entre 1 a 150 mg/litro (Custodio y Llamas, 2001) citado por Fuentes 2005. Las fuentes de agua muestreadas que sobrepasan dichos límites son río Salinas (puente II) (18), río Salinas (desembocadura Chixoy) (20) y Comunidad Brisas del Chixoy (21).

Las demás fuentes de agua muestreadas se encuentran por debajo de los límites antes mencionados por los que se consideran como aguas dulces.

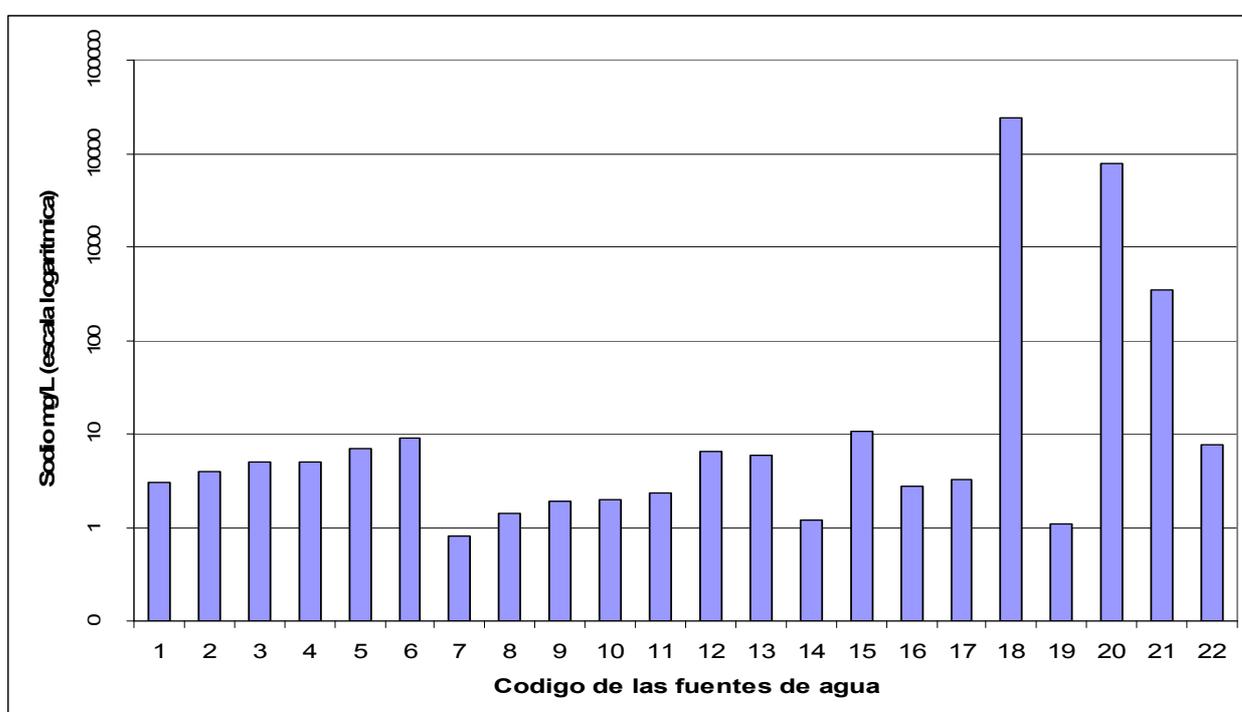


Figura 25. Niveles de sodio (Na^+) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

2.6.2.4 Calidad bacteriológica del agua

COGUANOR establece, que con el método de la membrana de filtración el LMP será de una colonia de coliformes totales y ausencia de *Escheriquia coli* en 100 ml.

En el cuadro 33, se pueden observar los resultados de los análisis, según lo establecido por COGUANOR, únicamente el nacimiento de Bempec el Castaño (7) posee

cero (0) presencia de coliformes totales y de *Escherichia coli*, por lo que bacteriológicamente es apta para su consumo. Las demás fuentes de agua muestreadas no son aptas para consumo humano.

Cuadro 33. Resultados del análisis bacteriológico de las fuentes de agua presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	NOMBRE DE FUENTE	Colonias / 100 mL agua
1	Río Ixloc (salida)	15
2	Manantial (Ixloc)	No se determino
3	Río Ixloc (comunidad R. Purriba)	No se determino
4	Río Batzulup (San Lorenzo II)	No se determino
5	Río Batzulup (San Jose Saija)	54
6	Río Batzulup (siguan)	No se determino
7	Nacimiento Bempec El Castaño	0
8	Río San Martin	70
9	Río Machaca (límite PNLL)	35
10	Río Machaca (puente)	Incontable
11	Río Machaca (salida)	No se determino
12	Río Obempacay (limite PNLL)	Incontable
13	Río Obempacay (comunidad Zapotal I)	No se determino
14	Río Canija (puente promesas II)	Incontable
15	Río Canija (Comunidad Promesas a)	10
16	Río Canija (puente amaca comunidad el Triunfo)	Incontable
17	Río Canija (Intermitente)	No se determino
18	Río Salinas (puente II)	9
19	Río Salinas (Comunidad Nuevo Leon Puente III)	Incontable
20	Río Salinas (desembocadura Chixoy)	70
21	Comunidad Brisas del Chixoy	Incontable
22	Comunidad Senukja	33

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Unidad de Saneamiento Ambiental. 2006.

Incontable: número de colonias imposible de contar. 7.2 Calidad de agua para riego agrícola

2.6.3 Resultados en base a la Clasificación de agua de riego del laboratorio de salinidad del departamento de agricultura de Estados Unidos, Riverside, California

Como se puede observar en el cuadro 34, y según la metodología de USDA, las únicas fuentes que se clasifican como C₂S₁ son las siguientes: río Ixloc (salida) (1), río Canija (puente promesas II) (14), río Canija (Comunidad Promesas a) (15), río Canija (puente amaca comunidad el Triunfo) (16), río Canija (Intermitente) (17), río Salinas (Comunidad Nuevo León Puente III) (19) y Comunidad Senukja (22).

Cuadro 34. Parámetros físico-químicos para riego de las fuentes de agua presentes dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

No.	pH	µs/cm C.E	meq/L						RAS	Ppm				CLASE
			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻		Cu	Zn	Fe	Mn	
1	7.2	655	5.0	1.4	0.1	0.0	0.4	1.4	0.07	0.0	0.0	0.0	0.0	C ₂ S ₁
2	7	42	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.50	0.0	0.0	0.3	0.0	C ₁ S ₁
3	7.3	169	1.1	0.4	0.2	0.0	0.2	0.9	0.26	0.0	0.0	0.3	0.0	C ₁ S ₁
4	7.7	214	1.5	0.5	0.2	0.0	0.4	1.6	0.22	0.0	0.0	0.1	0.0	C ₁ S ₁
5	7.7	218	1.6	0.4	0.3	0.0	0.4	1.4	0.30	0.0	0.0	0.1	0.0	C ₁ S ₁
6	8	244	1.6	0.6	0.4	0.1	0.5	1.9	0.38	0.0	0.0	0.0	0.0	C ₁ S ₁
7	7.2	870	7.6	1.8	0.0	0.0	0.7	2.4	0.02	0.0	0.0	0.0	0.0	C ₁ S ₁
8	7	59	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.8	0.12	0.0	0.0	0.5	0.0	C ₁ S ₁
9	7.3	200	1.5	0.5	0.1	0.0	0.5	1.5	0.08	0.0	0.0	0.2	0.0	C ₁ S ₁
10	7	156	1.0	0.5	0.1	0.0	0.4	1.4	0.10	0.0	0.0	0.3	0.0	C ₁ S ₁
11	6.9	217	1.4	0.6	0.1	0.0	0.5	1.9	0.10	0.0	0.0	0.3	0.0	C ₁ S ₁
12	6.1	57	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0	0.8	0.78	0.0	0.0	0.7	0.0	C ₁ S ₁
13	6.2	58	0.1	0.1	0.3	0.1	0.0	0.8	0.72	0.0	0.0	3.4	0.1	C ₁ S ₁
14	7.2	294	2.0	1.2	0.1	0.0	0.3	3.4	0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	C ₂ S ₁
15	7.1	403	2.5	1.8	0.5	0.0	0.3	4.8	0.31	0.0	0.0	0.0	0.4	C ₂ S ₁
16	7.4	267	1.9	1.1	0.1	0.1	0.5	2.7	0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	C ₂ S ₁
17	7.3	273	2.0	1.0	0.1	0.1	0.3	3.0	0.11	0.0	0.0	0.0	0.0	C ₂ S ₁
18	7	118600	49.9	3.7	1043.0	1.2	0.5	3.6	201.49	0.0	0.1	0.5	0.2	C ₄ S ₄
19	7.8	354	3.2	1.2	0.0	0.0	0.5	3.8	0.03	0.0	0.0	0.0	0.0	C ₂ S ₁
20	7.2	41400	23.1	2.5	343.0	0.5	0.3	4.5	96.00	0.0	0.1	0.0	0.1	C ₄ S ₄
21	7.9	2350	5.1	1.4	15.2	0.1	0.5	2.3	8.45	0.0	0.0	0.0	0.1	C ₄ S ₁
22	8	510	3.7	1.3	0.3	0.5	0.5	2.0	0.21	0.0	0.0	0.0	0.1	C ₂ S ₁

Fuente: Laboratorio de Suelo-Planta-Agua. FAUSAC. 2006,

Es decir que dichas fuentes de agua presentan cierto grado de restricción si se usará para riego, ya que solo se pueden usar en suelos con buen drenaje y cultivos tolerantes a la salinidad. Su uso es permitido en regiones con abundantes precipitaciones, en donde existe lavado de sales. No se recomienda en suelos con textura pesada, poco permeables, con capa freática poco profunda (Fuentes, 2005).

Por otra parte las siguientes fuentes se clasifican como C₁S₁: Manantial (Ixloc) (2), río Ixloc (comunidad R. Purribal) (3), río Batzulup (San Lorenzo II) (4), río Batzulup (San José Saija) (5), río Batzulup (siguan) (6), Nacimiento Bempec el Castaño (7), río San Martín (8), río Machaca (límite PNLL) (9), río Machaca (puente) (10), río Machaca (salida) (11), río Obempacay (límite PNLL) (12) y río Obempacay (comunidad Zapotal I) (13) o sea

que se pueden utilizar para proyectos de riego de cultivos agrícolas, sin problemas de que se formen suelos salinos y/o sódicos.

Las siguientes fuentes se clasifican como C_4S_4 : Río Salinas (puente II) (18), Río Salinas (desembocadura Chixoy) (20) que son consideradas no son apropiadas y/o inadecuadas para riego bajo condiciones ordinarias.

Por último la fuente Comunidad Brisas del Chixoy (21) se clasifica C_4S_1 , en la cual no es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, pero puede usarse ocasionalmente cuando los suelos son permeables y tengan un buen drenaje, además de ello que los cultivos a establecer sean resistentes a las altas concentraciones de sales

2.6.4 Resultados en base a la Clasificación de agua de riego según FAO y Carbonato de Sodio Residual (CSR)

Como se puede observar en el cuadro 35, de acuerdo con la metodología de la FAO, las aguas de las siguientes fuentes no poseen ningún problema de que precipiten los cationes Calcio y Magnesio en forma de carbonatos, proceso que aumenta la sodicidad: río Ixloc (salida) (1), Manantial (Ixloc) (2), río Ixloc (comunidad R. Purriba) (3), río Batzulup (San Lorenzo II) (4), río Batzulup (San José Saija) (5), río Batzulup (siguan), Nacimiento Bempec El Castaño, río San Martín, río Machaca (límite PNLL), río Machaca (puente) (10), río Machaca (salida) (11), río Obempacay (límite PNLL) (12), río Obempacay (comunidad Zapotal I) (13), río Canija (puente promesas II) (14), río Canija (Comunidad Promesas a) (15), río Canija (puente amaca comunidad el Triunfo) (16), río Canija (Intermitente) (17), río Salinas (Comunidad Nuevo León Puente III) (19) y Comunidad Senukja (22).

Alonso *et al.* (1995) citado por Fuentes (2005), mencionan otro indicador para expresar el peligro de acumulación sódica en el suelo, que es el Carbonato de Sodio residual (CSR). En agua de riego donde la concentración de HCO_3 y CO_3 , es mayor que la de Calcio y Magnesio, existe la tendencia de estos cationes a precipitar en forma de carbonatos a medida que la solución del suelo se va concentrando y, sin embargo, permanece en solución el Na_2CO_3 por su alta solubilidad

Cuadro 35. Efecto de Sodio sobre las propiedades físicas del suelo.

No.	pK ^{'2} -pK ^{'c}	p(Ca + Mg)	p(Alk)	pHc	RAS	RAS ad	CSR	Clasificación
1	2.23	2.48	2.75	7.46	0.07	0.14	-4.68	Sin problemas y aptas
2	2.00	3.94	3.37	9.31	0.50	0.05	0.20	Sin problemas y aptas
3	2.13	3.12	2.98	8.24	0.26	0.30	-0.40	Sin problemas y aptas
4	2.20	3.00	2.72	7.92	0.22	0.33	-0.09	Sin problemas y aptas
5	2.20	2.90	2.75	7.85	0.30	0.46	-0.31	Sin problemas y aptas
6	2.20	2.97	2.61	7.79	0.38	0.61	0.30	Sin problemas y aptas
7	2.30	2.33	2.49	7.12	0.02	0.04	-6.25	Sin problemas y aptas
8	2.10	3.58	3.09	8.77	0.12	0.07	0.23	Sin problemas y aptas
9	2.20	3.00	2.70	7.90	0.08	0.12	-0.02	Sin problemas y aptas
10	2.08	3.10	2.75	7.94	0.10	0.15	0.25	Sin problemas y aptas
11	2.20	3.00	2.61	7.81	0.10	0.16	0.41	Sin problemas y aptas
12	2.10	3.80	3.08	8.98	0.78	0.33	0.54	Sin problemas y aptas
13	2.10	3.80	3.08	8.98	0.72	0.30	0.54	Sin problemas y aptas
14	2.20	2.78	2.43	7.42	0.04	0.08	0.52	Sin problemas y aptas
15	2.20	2.67	2.29	7.16	0.31	0.70	0.85	Sin problemas y aptas
16	2.20	2.82	2.48	7.50	0.10	0.19	0.28	Sin problemas y aptas
17	2.20	2.78	2.47	7.45	0.11	0.22	0.26	Sin problemas y aptas
18	0.00	0.00	2.39	2.39	201.49	1412.05	-	Problemas graves y no aptas
19	2.20	2.66	2.38	7.24	0.03	0.07	-0.15	Sin problemas y aptas
20	0.00	0.00	2.32	2.32	96.00	679.70	-	Problemas graves y no aptas
21	2.40	2.48	2.52	7.40	8.45	16.94	-3.69	Problemas graves y no aptas
22	2.20	2.59	2.60	7.40	0.21	0.42	-2.58	Sin problemas y aptas

Esta reacción no se completa totalmente en circunstancias normales, pero a medida que ella ocurre, la concentración total y relativa del Sodio tiende a crecer, aumentando las posibilidades de intercambio con el complejo adsorbente del suelo y produciendo la dispersión de este. Por otro lado, en el cuadro 35 se muestran los resultados de Carbonato de Sodio Residual (CRS), en la cual todos los valores están por debajo de 1.25 meq/L por lo que no hay problema de obturaciones (en caso de poner a funcionar algún sistema de riego en el área).

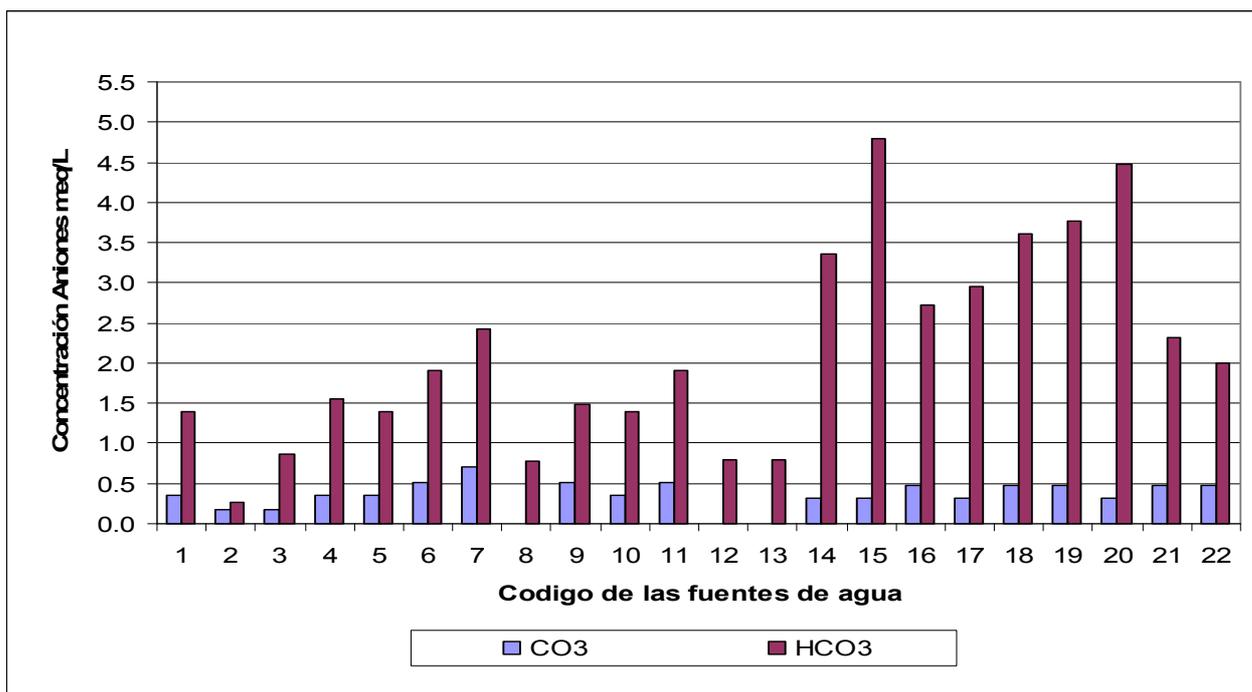


Figura 26. Niveles de Carbonatos (CO_3^{2-}) y Bicarbonatos (HCO_3^-) de las 22 fuentes de agua muestreadas en 2006, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

2.6.5 Lineamientos de manejo para el control y vigilancia de las principales corrientes hídricas superficiales

En términos absolutos Guatemala cuenta con agua suficiente para satisfacer las necesidades sociales, productivas actuales y los requerimientos previsibles para el año 2025. Se trata del agua que anualmente llueve, se escurre y se infiltra por y en el suelo. Aproximadamente 97,000 millones de metros cúbicos de aguas superficiales y 33,000 millones de agua subterráneas que relacionados con el número de habitantes colocan al país frente a las demás naciones del mundo, muy por encima del riesgo hídrico (Colom, 2006).

En términos relativos, la presencia de este capital natural no es uniforme ni en el tiempo ni en el espacio, la posibilidad de acceder al mismo no es el 100% pues está asociado primero, a otros factores naturales como el clima, la geología y morfología del país, luego a factores de su gobernabilidad. Efectiva y actualmente hay déficit de agua en ciertas regiones del país y en otras, su exceso constituye una amenaza para la vida, bienes e infraestructura (Colom, 2006).

Considerando lo mencionado anteriormente y a la creciente demanda de agua para los diversos usos y el constante deterioro del recurso, en los siguiente incisos se proponen lineamientos generales de manejo para el control y vigilancia del recurso hídrico superficial en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación), los cuales deberán analizarse, evaluarse e implementarse conjuntamente con las organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y pobladores de las comunidades presentes en el área para orientar y difundir el uso sostenible del recurso hídrico superficial en la zona de estudio.

De tal forma, los lineamientos generales de manejo están orientados a encaminar a un uso racional (utilización apropiada sin desperdicio) y sostenido (aprovechamiento indefinido) del recurso hídrico superficial dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Según los resultados obtenidos de los análisis de campo, laboratorio (características físico-químicas y bacteriológicas), información visual y análisis FODA (ver cuadro 36), podemos mencionar algunos problemas relacionados al recurso hídrico superficial los cuales son:

Cuadro 36. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del recurso hídrico dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Aspecto	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
1. Capacidades locales				
a. Educación	Existen escuelas en las comunidades que componen la subcuenca del río Salinas	Implementar programas de educación ambiental capacitaciones por parte de ONG Y OG.	Alguna parte de la población presente dentro de la subcuenca es analfabeta.	Falta de conciencia ambiental. Desconocimiento del manejo apropiado de los recursos naturales.
b. Organizaciones	Existe una prestadora de servicios (ICOS) que se encarga del monitoreo bacteriológico de algunas fuentes de agua.	Ley de descentralización. Ley de consejos de desarrollo y código municipal.	Poca participación comunitaria. No existen planes de control ni vigilancia.	Generación de conflictos entre las comunidades por el recurso hídrico debido a la falta de planes de control de agua.
2. Institucionalidad				
a. Investigación	Apoyo de proyecto Lachuá para el desarrollo de estudios relacionados con los recursos hídricos.	Otras instituciones tienen el interés por conocer el estado del agua y generar proyectos vinculados al recurso hídrico.	Poca información disponible en el área.	Deterioro de los recursos hídricos. Desconocimiento de alternativas para el manejo del recurso hídrico (tecnologías apropiadas para la desinfección del agua para consumo humano). Falta de un sistema de monitoreo de las fuentes hídricas.
3. Uso de la tierra				
a. Forestal	Aprovechamiento de especies forestales dentro de la subcuenca del río Salinas.	Manejo forestal de las remantes de bosque de la subcuenca del río Salinas. Ingreso a plan de incentivos forestales.	Deforestación en áreas protegidas, con altas pendientes, Técnicas no de aprovechamiento forestal. La fuente energética para la cocción de alimentos.	Erosión (aumento de escorrentía). Desertificación. Contaminación del recurso hídrico por el proceso de aprovechamiento forestal.
b. Agrícola	Creación de fuentes de trabajo dentro de la subcuenca del río Salinas.	Implementación de cultivos rentables para la venta.	No se utilizan prácticas de conservación de suelos. Poca capacidad de manejo de cultivos.	Avance de la frontera agrícola. Contaminación del agua por plaguicidas. Erosión Pérdida de fertilidad del suelo.

- A. Falta de educación ambiental y capacitaciones.
- B. El factor deforestación y todos los procesos de manejo forestal (tala de árboles, extracción, arrastre etc.) que inciden en la calidad del agua.
- C. Desconocimiento de tecnologías alternativas apropiadas para la desinfección del agua.
- D. Falta de un sistema de monitoreo de las fuentes de agua.
- E. Falta de organizaciones que ejerzan un verdadero control y vigilancia sobre el recurso hídrico.
- F. Falta de investigaciones sobre temas relacionados con el agua.

De los problemas mencionados anteriormente se propone los siguientes lineamientos de manejo:

A. Educación Ambiental. Este es un proceso participativo que debe ser dirigido a maestros, alumnos, padres de familias, guardianes de salud, técnicos de las diferentes instituciones presentes en el lugar, pobladores en general etc, sobre el tema de uso del recurso hídrico. El tema del recurso hídrico debe de ser impartido a los diferentes actores (Maestros, padres de familia, guardianes de salud, etc) dentro de las comunidades por especialistas en el tema.

Así mismo se deberán realizar proyectos de educación ambiental (por ejemplo reciclaje de materiales de las escuelas) con la participación de los alumnos y con la guía de los maestros de las diferentes escuelas, que permita se vea como una herramienta educativa valiosa y que además se una alternativa económica dentro de la comunidad.

En cuanto a las capacitaciones en general, estas deberán ser dadas por especialista cada cierto tiempo, así mismo deberán ser monitoreadas para ver si sus objetivos se están cumpliendo a cabalidad. Algunos temas de interés podrían ser, tipos de contaminación, fuentes de contaminación etc, modelos para disminuir la contaminación,

manejo sostenible del agua, etc con el objetivo de que adopten nuevos conocimientos y a su vez que se pongan en práctica.

De igual modo, realizar capacitaciones a nivel comunitario, especialmente a las personas que se encarguen o tengan alguna relación con dicho recurso (guardianes de salud, comités de agua etc.) con el objetivo de que se incremente el conocimiento sobre el tema y se tenga un verdadero control y vigilancia sobre el recurso agua.

B. El agua es reconocida como uno de los recursos naturales renovables que más conflictos genera, dichos conflictos se acentúan en las tierras con aptitud preferentemente forestal. En este sentido, es reconocido que los recursos suelo y agua son directamente afectados, en diferentes intensidades, de acuerdo a la situación biofísica del sitio y al manejo forestal y/o cobertura del suelo, por lo cual es preciso que existan criterios específicos para (INAB, 2003): La protección de zonas de ribería de cuerpos de agua (nacimientos, ríos, lagos, lagunas, entre otros) de tal forma que constituya una unidad de manejo especial que elimine o disminuya a niveles aceptables el impacto sobre los recurso suelo y agua de las actividades forestales y no forestales a nivel de cuenca. En el cuadro 37 se pueden observar las distancias horizontales que se deben de dejar para el aprovechamiento de la cobertura forestal sin que esta tenga impacto sobre el suelo y el agua. Se utilizaron los siguientes factores para poder llegar a definir las zonas de protección de los cuerpos de agua los cuales fueron: la pendiente máxima y la cobertura forestal (INAB, 2003).

Cuadro 37. Zonas de protección forestal alrededor de los cuerpos de agua.

Variable	Distancia horizontal mínima para definir zonas de protección forestal de acuerdo al cuerpo de agua.			
	Nacimiento	Ríos	Ríos navegables	Lagos y Lagunas
Pendiente (%)				
< 32	50 m	50 m	100 m	200 m
32 – 60	75 m	50 m	100 m	200 m
> 60	100 m	75 m	150 m	200 m

Fuente: Manual consideraciones técnicas y propuestas de normas de manejo forestal para la conservación de suelo y agua. Inab, 2003.

La implementación de prácticas de conservación de suelos y agua en las actividades forestales, a nivel de cuenca, en áreas fuera de esta zona de protección. Es preciso considerar que el impacto sobre los recursos suelo y agua de las actividades de manejo forestal está determinado principalmente por: a) la corta de árboles, b) la extracción y arrastre y c) la infraestructura y caminos de acceso y extracción. Para la conservación de suelos y agua en bosque o unidades de manejo que no colindan con cuerpos de agua (cuadro 38 y 39), además de la pendiente y de la cobertura forestal, ya tratadas anteriormente, es imprescindible el área del bosque (INAB, 2003).

Complemento normativo para las prácticas de manejo forestal y de conservación de suelos y agua:

1. Las prácticas silviculturales y de conservación de suelos mínimos para autorizar corta total son las siguientes (es importante constar cuando es pertinente autorizar o no la corta total), de acuerdo a la presente propuesta de normativa y a criterios de sostenibilidad):

1.a) Implementar barreras muertas, redistribución de desperdicios del aprovechamiento y otras en curvas a nivel de acuerdo a los siguientes rangos: a) pendiente dominante 15 a 32% curvas a nivel de cada 15 m; b) pendiente entre 32 y 60% cada 9 o 12 m (INAB, 2003).

1.b) Los aprovechamientos deben realizarse en época seca y luego del mismo se deberá implementar inmediatamente reforestación, a más tardar antes de iniciar la próxima época lluviosa. Esta plantación deberá realizarse con terrazas individuales y en curvas a nivel.

1.c) Si se realiza corta total en fajas estas deberán tener un ancho máximo equivalente a la altura del dosel sin sobrepasar los 30 m de ancho (distancia horizontal a favor de la pendiente) (INAB, 2003).

Cuadro 38. Prácticas de manejo forestal y de conservación de suelos y agua fuera de zonas de protección de cuerpos de agua. (Área de bosque < 5 ha)

Área de bosque	Pendiente promedio de rodal o unidad de manejo (%)	Prácticas de manejo forestal	Prácticas de conservación de suelo y agua
< 5 ha	< 32	Sin limitaciones	Barreras muertas, redistribuir desperdicios de aprovechamiento u otras en curvas a nivel cada 15 metros
			Cuando se autorice corta total se debe aplicar el inciso 1 del complemento normativo
	32 – 60	Sobre la base de árboles sobremaduros: cortas selectivas	Ninguna práctica de conservación de suelos. Cuando corresponda redistribución de residuos de aprovechamiento.
		Corta sucesivas	Ninguna práctica de conservación de suelos. Cuando corresponda redistribución de residuos de aprovechamiento.
		Corta total	Se aplicará el inciso 1 del complemento normativo.
	> 60	Extraer hasta 35% de área basal original (incluyendo AB ² de árboles dañados), a través de una corta dirigida.	No se permite arrastre. Manejo de residuos perpendicular a la pendiente.

Fuente: Manual consideraciones técnicas y propuestas de normas de manejo forestal para la conservación de suelo y agua. Inab, 2003.

1.d) Siempre que se consideren pertinentes para la preservación de inundaciones o cuando se presenten suelos muy susceptibles a la erosión. Adicional a todo lo anterior, se deberán implementar estructuras de conservación de suelos. Las estructuras de conservación de suelos sugeridas, las cuales ya han sido aplicadas en Guatemala, son:

barreras muertas, barreras vivas, canales de desviación e infiltración y pozos de infiltración (INAB, 2003).

Cuadro 39. Prácticas de manejo forestal y de conservación de suelos y agua fuera de zonas de protección de cuerpos de agua. (Área de bosque > 5 ha)

Área de bosque	Pendiente promedio de rodal o unidad de manejo (%)	Prácticas de manejo forestal	Prácticas de conservación de suelo y agua
> 5 ha	< 32	Sin limitaciones, en al menos dos turnos, de acuerdo a la carga maderable del sitio sobre la base de árboles sobremaduros: cortas selectivas.	Barreras muertas, redistribuir desperdicios de aprovechamiento u otras en curvas a nivel cada 15 metros
			Ninguna práctica de conservación de suelos. Cuando corresponda redistribución de residuos de aprovechamiento.
	32 – 60	Cortas sucesivas	Ninguna práctica de conservación de suelos. Cuando corresponda redistribución de residuos de aprovechamiento.
	> 60	Extraer hasta 35% de área basal original (incluyendo AB ² de árboles dañados), a través de una corta dirigida.	No se permite arrastre. Manejo de residuos perpendicular a la pendiente

Fuente: Manual consideraciones técnicas y propuestas de normas de manejo forestal para la conservación de suelo y agua. Inab, 2003.

2. El área basal original es aquella que el bosque posee naturalmente. Se obtiene promediando las AB de acuerdo al tipo de bosque. Para bosque de conífera este rango varía de 18 a 22 m²/ha, para bosque latifoliado varía desde 18 a 35 m²/ha. Cada subregión debe partir del mínimo permisible y desarrollar procesos para contar con datos de AB original para cada ecosistema forestal presente en su área de influencia en el menor tiempo posible. En este sentido, dicha información deberá ser complementada con

estudios de carga maderable para los ecosistemas forestales de las diferentes regiones de Guatemala (INAB, 2003).

C. Las tecnologías apropiadas para la desinfección. Las tecnologías para la desinfección de agua son técnicas sencillas de bajo costo y de fácil implementación que permiten alcanzar niveles aceptables de descontaminación en regiones rurales, de escasos recursos hídricos y económicos que resulten aceptables y sean socioeconómicamente viables (Mejía, 2005).

El más importante requerimiento individual del agua bebida es que debe estar libre de cualquier microorganismo que pueda transmitir enfermedades al consumidor. Procesos tales como almacenamiento, sedimentación, coagulación, floculación y filtración rápida, reducen en grado variable el contenido bacteriológico del agua. Sin embargo, estos procesos no pueden asegurar que el agua que producen sea bacteriológicamente segura (Mejía, 2005).

Frecuentemente se necesitará una desinfección final, la cual se encarga de la destrucción o al menos la desactivación completa de los microorganismos dañinos. Se realiza usando medios físicos o químicos (Mejía, 2005).

Entre los factores que influyen en el método a elegir para la desinfección del agua se puede mencionar (Mejía, 2005):

- La naturaleza y número de organismos a ser destruidos.
- El tipo y concentración del desinfectante usado.
- La temperatura del agua a ser desinfectada (a mayor temperatura más rápida la desinfección).
- El tiempo de contacto del desinfectante (a mayor contacto la desinfección es más completa).
- La naturaleza del agua a ser desinfectada (si el agua contiene partículas coloidales y orgánicas obstaculiza el proceso de desinfección).
- El pH, acidez o alcalinidad del agua.
- Mezcla (buena mezcla de los desinfectantes a través de toda el agua).

a) Desinfección física

Hervida. Es una práctica segura y tradicional que destruye virus, bacterias, quistes y huevos. Es un método efectivo como tratamiento cacerero, pero no es factible para abastecimientos públicos, se puede usar e hervido como medida temporal en situaciones de emergencia (Mejía, 2005).

Desinfestación por ebullición. Una recomendación típica para desinfestar el agua mediante desinfección es la de hacer que el agua hierva vigorosamente por 10 a 12 minutos. En realidad, un minuto a 100 °C, destruirá la mayoría de los patógenos, incluidos los de cólera y muchos mueren a 70 °C. Las desventajas principales de hervir el agua son las de utilizar combustible y es una labor que consume tiempo (Mejía, 2005).

Radiación solar. Es un método efectivo para aguas claras, pero su efectividad es reducida cuando el agua es turbia o contiene diluyentes tales como el nitrato, sulfato, hierro en su forma ferrosa. Este método no produce ningún residuo. El agua contra una nueva contaminación ha sido usado en países desarrollados, pero muy poco aplicado en países en desarrollo (Rojas *et al.*, 2002, citado por Mejía, 2005).

La desinfestación solar utiliza la radiación solar para inactivar y destruir a los patógenos que se hallan presentes en el agua. El tratamiento consiste en llenar recipientes transparentes de agua y exponerlos a plena luz solar por unas cinco horas (dos días consecutivos bajo un cielo que está 100% soleado). La desinfestación ocurre por una combinación de radiación y tratamiento térmico (la temperatura del agua no necesita subir muy por encima de 50 °C). La desinfección solar requiere agua relativamente clara (turbidez inferior a 30 NTU) (CEPIS 2002, citado por Mejía 2005).

La aireación puede lograrse agitando vigorosamente un recipiente lleno de agua hasta la mitad o permitiendo al agua gotear a través de una o más bandejas perforadas que contienen pequeñas piedras. La aireación aumenta el contenido de aire del agua, elimina las sustancias volátiles tales como el sulfuro de hidrógeno, que afectan al olor y el sabor, y oxida el hierro y el magnesio a fin de que formen precipitados que puedan eliminarse mediante sedimentación o filtración (Mejía, 2005).

Coagulación y floculación. Si el agua contiene sólidos en suspensión, la coagulación y la floculación pueden utilizarse para eliminar gran parte del material. En la coagulación, se agrega una sustancia al agua para cambiar el comportamiento de las partículas en suspensión. Hace que las partículas, que anteriormente tendían a repelerse unas de otras, serán atraídas las unas a las otras o hacia el material agregado. La coagulación durante una mezcla rápida o el proceso de agitación que inmediatamente sigue a la adición del coagulante (Mejía, 2005).

El proceso de floculación que sigue a la coagulación, consiste de ordinario en una agitación suave y lenta. Durante la floculación, las partículas entran más en contacto recíproco, se unen unas a otras para formar partículas mayores que pueden separarse por sedimentación o filtración. El alumbre (sulfato de aluminio) es un coagulante que se utiliza tanto al nivel de familia como en las plantas de tratamiento de agua. Los coagulantes naturales incluyen semillas en polvo del árbol *Moringa Oliveira* y tipos de arcilla tales como la bentonita (Mejía, 2005).

Desalinización. Las sales químicas excesivas en el agua le dan mal sabor. La desalinización mediante destilación produce agua sin sales químicas y pueden utilizarse varios métodos a nivel familiar; por ejemplo, para tratar el agua de mar. La desalinización también es eficaz para eliminar otros productos químicos tales como fluoruro, el arsénico y el hierro (Mejía, 2005).

La filtración incluye el tamizado mecánico, la absorción y la adsorción y, en particular, en filtros de arena lentos, los procesos bioquímicos. Según el tamaño, el tipo y la profundidad del filtro, y la tasa de flujo y las características físicas del agua sin tratar, los filtros pueden extraer los sólidos en suspensión, los patógenos y ciertos productos químicos, sabores y olores. El tamizado y la sedimentación son métodos de tratamiento que proceden últimamente a la filtración para reducir la cantidad de sólidos en suspensión que entran en la fase de filtración. Esto aumenta el período en el cual el filtro puede operar antes de que necesite limpieza y sustitución. La coagulación y la floculación también son tratamientos útiles antes de la sedimentación y mejoran aún más la eliminación de sólidos antes de la filtración (Mejía, 2005).

Almacenamiento y sedimentación. Al almacenar el agua en condiciones no contaminantes por un día se puede conseguir la eliminación de más del 50% de la mayoría de las bacterias. Los períodos más largos de almacenamiento conducirán a reducciones aún mayores. Durante el almacenamiento, los sólidos en suspensión y algunos de los patógenos se depositarán en el fondo del recipiente. El agua sacada de la parte superior del recipiente será relativamente clara (a menos que los sólidos sean muy pequeños, tales como partículas de arcilla) y tendrá menos patógenos. El sistema de tratamiento de tres ollas en las que se echa agua sin tratar a la primer olla, donde se decanta en la segunda olla después de 24 horas y se echa en la tercer olla después de 24 horas adicionales, aprovecha los beneficios del almacenamiento y la sedimentación (Mejía, 2005).

Tamizado. Echar el agua a través de un paño de algodón limpio eliminará una cierta cantidad de sólidos en suspensión o turbidez. Se han construido telas de filtro de monofilamento especial para uso en las zonas en las que prevalece la enfermedad del nemátodo de Guinea. Las telas filtran los copépodos que son los huéspedes intermedios de las larvas del nemátodo de Guinea (Mejía, 2005).

b) Desinfección química.

La cloración es el método más ampliamente utilizado para desinfectar el agua. Se empezó a utilizar a inicios de siglo XX; y fue quizás el evento tecnológico más importante en la historia del tratamiento del agua. La fuente de cloro puede ser el hipoclorito de sodio (tal como blanqueador casero o electrolíticamente generado a partir de una solución de sal y agua), la cal clorinada o el hipoclorito hiperconcentrado (comprimidos de cloro). El yodo es otro desinfectante químico excelente que se utiliza a veces. El yodo no debería utilizarse por períodos prolongados (más de unas cuantas semanas). Tanto el cloro como el yodo deben agregarse en cantidades suficientes para destruir todos los patógenos, pero no tanto que el sabor se vea adversamente afectado. Puede ser difícil decidir cuál es la cantidad apropiada debido a que las sustancias en el agua reaccionarán con el desinfectante y la potencia del desinfectante puede reducirse con el tiempo según la forma en que se almacene (Mejía, 2005).

D. Monitoreo. El monitoreo del agua se refiere a todas aquellas actividades que se realizan con el objetivo fundamental de establecer el comportamiento y tendencia de las distintas variables de recurso hídrico y que son del interés en el Manejo de Cuencas (World Vision). Según la GWP (1996), citado por Córdoba (2002), menciona que el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos (MIRH), es un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los sistemas. Los estudios de calidad de agua a nivel de una cuenca hidrográfica permiten la determinación de niveles apropiados de control y tratamiento para fuentes puntuales de contaminación, los avances en estos estudios dependen del monitoreo y de los sistemas de medición (GWP 1996, citado por Córdoba 2002).

Cabe resaltar que los países de la Comunidad Andina (CAN) integrados por Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, dentro del marco del Proyecto Sistema de Información del Medio Ambiente (SIMA), proponen una metodología de investigación estadística para la medición de la calidad de los recursos hídricos, en el cual se señala que esta metodología permitirá en los países del CAN, la elaboración de indicadores de la calidad de los recursos hídricos de manera oportuna, comparable y representativa, que faciliten la evaluación sistemática de esos recursos (SIMA, 2004).

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) con la participación del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis (INVEMAR) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) elaboraron una guía para el monitoreo y seguimiento del agua, en donde se integran los lineamientos básicos que se deben de tener en cuenta para un programa de monitoreo del recurso hídrico en los ámbitos continental y marino (IDEAM *et al.*, 2004).

Por otro parte, World Vision, indica que el monitoreo de agua lo podemos realizar desde cuatro parámetros fundamentales:

- Calidad bacteriológica del agua.
- Calidad química del agua.

- Calidad física del agua.
- Disponibilidad del agua (cantidad).

La calidad bacteriológica, química y física del agua se lleva a cabo mediante la toma de muestras de agua con cierta periodicidad y de acuerdo a las necesidades de los proyectos. La disponibilidad del agua se mide mediante técnicas especializadas conocidas como aforos, de acuerdo a la naturaleza y tamaño de la fuente (World Vision).

Córdoba (2002), propone una metodología para evaluar a largo plazo los cambios en la calidad del agua que pueden ser asumidas por los comités de agua de la subcuenca, por se éstos los encargados de monitorear la calidad de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo, algunas actividades que se tienen que realizar en todo el proceso:

Recopilación de la información existente. Relacionada con el área en la que se realizará el estudio, esta debe contener información sobre el ciclo hidrológico, características biográficas, geológicas, clima, cartográfica, forestal, socio-ambiental, socioeconómicas, productivas, mapas cartográficos, características de la cuenca de drenaje, morfología del río, interacciones entre las aguas superficiales y subterráneas, fotos aéreas, imágenes de satélite, etc. que nos van a permitir tener una visión clara de los problemas existentes en la zona. De igual forma es importante recopilar todos los trabajos realizados por instituciones gubernamentales y no gubernamentales que han trabajado en la zona relacionados con la calidad del agua y el manejo de las fuentes de abastecimiento de agua, el estado de los recursos, identificación de fuentes de contaminación etc, a fin de retomar o reconsiderar aspectos de importancia y no duplicar esfuerzos. Esta información debe de ser analizada e interpretada, de tal manera que nos permita tener una visión general de la calidad del agua y de los recursos con que la cuenca cuenta (Córdoba, 2002).

Reconocimiento de la zona en estudio e identificación de las fuentes potenciales de contaminación que existen en el área. Esta actividad se realiza a través de un reconocimiento del área de estudio. Esta actividad nos permitirá complementar la información de una forma más amplia y detallada, es muy importante observar y anotar las características de la fuente de contaminación, poblaciones asentadas alrededor de ella,

actividades que se realizan cerca, las interacciones que se dan entre todas ellas y las causas y efectos que esta fuente puede representar; información que recabamos a través de encuestas o formatos y entrevistas previamente estructuradas. La identificación de las fuentes de contaminación debe dar como resultado su ubicación en un mapa cartográfico, área de influencia (Córdoba, 2002).

Priorización de fuentes de contaminación. En esta etapa se priorizan las fuentes para un análisis más detallado de cada una de ellas, en esta parte entra en juego la capacidad económica con que se cuenta para realizar el estudio y los objetivos principales de éste. De esta forma se eligen las fuentes según el peligro potencial de los desechos dispuestos y los efectos que tienen sobre la población y las aguas tanto superficiales o subterráneas (Córdoba, 2002).

Elección de la metodología a utilizar. Una vez que se identifican las fuentes o estaciones de muestreo, se eligen el número de muestras y en dependencia del tipo de contaminación, la accesibilidad a los lugares y según los usos del agua se eligen los parámetros a utilizar, frecuencia de muestreo, teniendo mucho cuidado en la manipulación y preservación de las muestras que deben ser llevadas a un laboratorio especializado para el análisis de los datos (Córdoba, 2002).

Evaluación. Cuando se tengan los datos se les puede aplicar un índice de calidad de agua, para analizar el comportamiento de los contaminantes, que pueden ser expresados en mapas o figuras gráficas. Las disposiciones ambientales o reglamentos establecidas en las leyes relacionadas con el recurso hídrico son herramientas excelentes que nos permitirán comparar los valores (Córdoba, 2002).

E. Integración de lineamientos de manejo del recurso hídrico. Los lineamientos descritos anteriormente solo pueden implementarse en la medida que exista una organización comunal sólida, con capacidad de promover la participación comunitaria y con capacidad de gestión para aprovechar los recursos hídricos de manera racional y sostenida dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca (área de captación). Para ello se necesita que los principales actores que estén enrolados en el tema de agua lleven a cabo las siguientes iniciativas:

- Crear organizaciones que se encarguen de control y vigilancia de los recursos hídricos en las comunidades.
- Los líderes comunitarios, comités de agua o representantes de las municipalidades deben de realizar campañas de concientización del manejo del recurso hídrico, los beneficios que dicho recurso representa para la comunidad y los problemas que enfrentarían si este se viera totalmente degradado.
- Que los líderes comunitarios, comités de agua o representantes de la municipalidad establezcan propuestas diferentes de manejo más acordes a las creencias y costumbres de los pobladores de la subcuenca.
- Informar a los comunitarios sobre las distintas leyes involucradas en el manejo de los recursos hídricos.
- Constantes capacitaciones en cuanto al tema de agua, protección, conservación, intercambio de experiencias sobre el tema de agua.
- Dotar a los líderes comunitarios, comités de agua u representantes de la municipalidad de herramientas que les sirvan para difundir toda clase de información hacia los pobladores dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca (área de captación).

F. Investigación. Con el propósito de fortalecer el conocimiento sobre la situación del recurso hídrico y la relación que posee con otros recursos como por ejemplo el bosque y el suelo, es necesario llevar a cabo una línea de investigaciones como por ejemplo:

- Implementación de un sistema de monitoreo dentro de la subcuenca.
- Estudios de recarga hídrica en la subcuenca.
- Estudios sobre proyectos de desarrollo (Implementación de letrinas de abonera, implementación de bosques energéticos para reducir presión hacia el bosque).
- Realización de estudios de capacidad de uso de la tierra por diferentes metodologías (Inab, CCT, etc) a nivel detallado.
- Realizar estudios de hidrología forestal en la zona de influencia del PNLL, subcuenca (área de captación).

2.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En cuanto a las posibles causas de contaminación que afectan las fuentes de agua superficiales, se nombran las siguientes: por causas antropogénicas se tiene la utilización de jabones en polvo por parte de una gran parte de la población dentro de la subcuenca, letrinas de hoyo ciego, basura orgánica e inorgánica, excretas de ganado vacuno y porcino, uso del suelo para la agricultura de subsistencia y por causas naturales, la misma geología de la zona (los puntos río Salinas (puente II) (18), río Salinas (Comunidad Nuevo León) (19) y río Salinas (desembocadura Chixoy) (20)).

2. De las fuentes de agua muestreadas en marzo, abril y parte de mayo, y en donde se realizó el muestreo en base a las características físico-químicos de agua para fines de consumo humano, los puntos río Salinas (puente II) (18), río Salinas (comunidad Nuevo León puente III) (19), río Salinas (desembocadura Chixoy) (20) presentan alteraciones significativas en la calidad de agua para dichos fines. Las demás fuentes no poseen un riesgo significativo para la salud humana.

3. Bacteriológicamente todas las muestras reflejan contaminación por coliformes totales y *Escherichia coli*, a excepción del Nacimiento de Bempec El Castaño (7) en donde hubo cero (0) presencia de dichas bacterias por lo que es apta para consumo humano.

4. De las fuentes de agua superficial muestreadas, las siguientes no son aptas para riego agrícola según las siguientes metodologías empleadas: **USDA**, río Salinas (puente II) (18) que se clasifica como C₄S₄, río Salinas (desembocadura Chixoy) (20) que se clasifica como C₄S₄, comunidad Brisas del Chixoy (21) que se clasifica como C₄S₁. Por otro lado, según **FAO Y CSR** las siguientes fuentes de agua superficial tienen problemas graves y no son aptas para riego agrícola, río Salinas (puente II) (18), río Salinas (desembocadura Chixoy) (20) y Comunidad Brisas del Chixoy (21).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda darle continuidad a este estudio, tomando en cuenta tanto la época de estiaje (caudal mínimo) como la época lluviosa (caudal máximo), además realizar muestreos mensuales de las características físico-químicas y bacteriológicas u otras características de importancia en el tema del recurso hídrico en general dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).
2. Elaborar un plan de vigilancia, control y monitoreo a nivel local para las comunidades con el fin de velar el buen uso del recurso hídrico. Además de ello involucrar a las instituciones presentes en el área y que tienen que ver con el uso del recurso hídrico a que den seguimientos a dichos planes.
3. Se recomienda realizar estudios relacionados al tema del recurso hídrico como por ejemplo: determinar zonas de recarga hídrica dentro de la subcuenca del río Salinas (área de captación), evaluar la percepción de la población local sobre la calidad de agua, analizar factores y niveles de contaminantes de los cuerpos de agua, analizar el impacto del uso de la tierra en la calidad del agua, estudios sobre la medición de caudales de los manantiales, inventario de los mismos, estudios hidrogeológicos para analizar el potencial que tienen dichas fuentes de agua y estudios sobre indicadores biológicos, por mencionar algunos.
4. Analizar, evaluar e implementar metodologías que proponen instituciones internacionales para un sistema de monitoreo de las fuentes de agua, como por ejemplo: SIMA (2004), propone la “Metodología estadística para la medición de la calidad de los recursos hídricos en los países de la Comunidad Andina”; o bien el Índice de escasez de agua superficial (IDEAM, 2004), o la “Guía para el Monitoreo y Seguimiento del agua” (IDAEM *et al.*, 2004).
5. Implementar programas de capacitaciones y campañas de concientización constantes en el tema del manejo del recurso hídrico en general (uso racional y sostenido) y la relación que pueda tener el agua con otros recursos (suelo y bosque) a todas la

instituciones gubernamentales, no gubernamentales, líderes comunitarios y población en general por parte de expertos en el tema, en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

2.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado C, GD; Herrera I, IR. 2000. Mapa fisiográfico geomorfológico de la república de Guatemala. Guatemala, MAGA, Unidad de Políticas e Información Estratégica, Área de Planificación. Esc. 1:25,000. 124 p.
2. Auquilla, R. 2005. Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica (en línea). Costa Rica, CATIE. Consultado 25 ago 2006. Disponible en http://www.portalcuencas.net/Biblio_ambiental.htm
3. Cardona, A. 2003. Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del río La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras (en línea). Costa Rica, CATIE. Consultado 2 jun 2006. Disponible en http://www.portalcuencas.net/Biblio_ambiental.htm
4. Castañeda, M; Pierola, K. 2001. Estudio de monitoreo de la calidad de agua del parque nacional Laguna del Tigre, San Andrés, Petén, Guatemala. Guatemala, Conservación Internacional / FMAM. 34 p.
5. Cleaves, C. 2001. Etnobotánica médica participativa en siete comunidades de la zona de influencia del parque nacional laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. Tesis Lic. Biol. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. 75 p.
6. COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas y Regulaciones, GT). 2004. Características que definen la calidad del agua potable. Guatemala. 20 p.
7. Córdoba, A. 2002. Calidad del agua y su relación con los usos actuales en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua (en línea). Costa Rica, CATIE. Consultado 2 jun 2006. Disponible en http://www.portalcuencas.net/Biblio_ambiental.htm
8. Cruz S, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento; según sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
9. DGC (Dirección General de Cartografía, GT). 1963. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Rio Chixoy, no. 2064-II. Guatemala, Esc. 1:50,000. Color.
10. Encuentro Latinoamericano sobre la gestión del agua (1, 2006, Guatemala). 2006. Trabajos presentados. Ed. por Elisa Colom de Morán. Guatemala, FLACSO. 12 p.
11. FAO, IT. 1994. El agua germen de la vida. Italia. 25 p.

12. Fuentes Montepeque, JC. 2005. Determinación de principales áreas de recarga hídrica natural y de la calidad del agua en la microcuenca del río Cotón, Baja Verapaz. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 196 p.
13. IARNA (Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas, Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente, GT); IIA (Instituto de Incidencia Ambiental, GT). 2004. Perfil ambiental de Guatemala: informe sobre el estado del ambiente y bases para su evaluación sistemática. (en línea). Guatemala. Consultado set 8 2006. Disponible en <http://www.perfilambiental.org.gt/2004.html>
14. IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, CO); INVEMAR (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andreis”, CO); DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, CO). 2004. Guía para el monitoreo y seguimiento del agua (en línea). Colombia. Consultado 11 nov 2005. Disponible en www.idaem.gov.co/temas/guiaagua/index4.htm
15. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1970. Mapa geológico de la república de Guatemala. Guatemala. Escala 1: 500,000. Color.
16. _____. 1970. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja rio Tzejá, no. 2063-IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
17. _____. 1985. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja laguna Lachúa, no. 2063-I. Guatemala. Esc. 1:50.000. Color.
18. _____. 1985. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Cuxpemech, no. 2063-II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
19. _____. 1985. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja San Antonio el Baldío, no. 2063-III. Guatemala. Esc. 1:50.000. Color.
20. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT) 2003. Consideraciones técnicas y propuestas de normas de manejo forestal para la conservación de suelo y agua. Guatemala. 34 p.
21. INEB (Instituto Nacional de Estadística de Bolivia); DANE (Departamento Administrativo de Estadística de Colombia); INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo de Ecuador); INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática de Perú); INE (Instituto Nacional de Estadística de Venezuela). 2004. Metodología estadística para la medición de la calidad de los recursos hídricos en los países de la Comunidad Andina (en línea). s.d.e. Consultado 11 nov 2005. Disponible en www.estadisticaambientalandina.com/public.asp
22. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Guatemala, 1:250,000. Color. 1 CD.

23. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT); ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT); IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT), INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT); USAC (Universidad de San Carlos de Guatemala, GT); UVG (Universidad del Valle de Guatemala, GT); PROGRAMA MOSCAMED (Programa para la Erradicación de la Mosca del Mediterráneo, GT). 2006. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala año 2003. (Incluye 5 cultivos perennes actualizados al año 2005). Memoria Técnica y descripción de resultados. Guatemala. 198 p.
24. Mejía, M. 2005. Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras (en línea). Costa Rica, CATIE. Consultado 25 ago 2006. Disponible en http://www.portalcuencas.net/Biblio_ambiental.htm
25. Meneses, J. 2003. Calidad del agua en la microcuenca los Hules-Tinajones, cuenca del canal, Panamá (en línea). Costa Rica, CATIE. Consultado 25 ago 2006. Disponible en http://www.portalcuencas.net/Biblio_ambiental.htm
26. MMRN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV); CARE, SV; FORGAES (Fortalecimiento de la Gestión Ambiental en El Salvador, SV), UE (Unión Europea, SV). s.f. Manual de cuencas, modulo 7: monitoreo y evaluación del manejo de cuencas. 14 p.
27. Monzón Miranda, RM. 1999. Estudio general de los recursos agua, suelo y uso de la tierra del parque nacional laguna Lachuá y su zona de influencia, Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 97 p.
28. Obiols Del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la republica de Guatemala: sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Guatemala. Esc. 1:1,000.000. Color.
29. Padilla Cambara, TA. 2003. Evaluación del potencial hídrico en la microcuenca del río Cantíl, para el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Tesis MSc. Costa Ric, Universidad de Costa Rica. 98 p.
30. Raymundo Raymundo, E. 2005. Fuentes y niveles de contaminación del recurso hídrico de la microcuenca del río San Pedro, cuenca del río Selegua, Huehuetenango. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 207 p.
31. Sandoval, JE. 1989. Principios de riego y drenaje. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 345 p.
32. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

33. Turcios, M. 2002. Estudio de aptitud del agua para consumo humano de la ecoregión Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala, INAB / UICN. 5 p.
34. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza, GT); INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2004. Plan maestro del Parque Nacional laguna Lachuá. Guatemala. 113 P.
35. _____; INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2001. Proyecto conservación del parque nacional laguna Lachuá y desarrollo sostenible de su área de influencia (fase II). Guatemala. 120 p.
36. _____; 2004. Proyecto Lachuá fase III: Lachuá al servicio de su gente. Guatemala. 134 p.
37. Yol Zamora, VE. 2002. Evaluación y propuesta de manejo y uso sostenible del recuerdo hídrico de la finca Sabana Grande, El Rodeo, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 113 p.



CAPITULO III SERVICIOS REALIZADOS

**INFORME FINAL DE SERVICIOS PRESTADOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL
PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUA, SUBCUENCA DEL RÍO SALINAS (ÁREA DE
CAPTACIÓN), COBAN, ALTA VERAPAZ.**

3.1 PRESENTACIÓN

Los servicios son la tercera y última parte que compone este trabajo de graduación, como se mencionó al principio, del diagnóstico realizado en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) se identificaron varios problemas, uno de ellos dio origen a la investigación (determinación de la calidad de agua de fuentes hídricas superficiales) y los demás problemas son vistos y tratados en esta última parte en forma de servicios.

Los servicios realizados se hacen en respuesta a problemas y diferentes vacíos de información que se posee. A continuación se mencionan los servicios realizados: determinación de la pérdida de cobertura, actualización de la taxonomía de suelos, estudio de capacidad e intensidad del suelo, aforos de distintas fuentes hídricas superficiales, sondeo de mercado de los principales usos de la madera de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Con la realización de dichos servicios se contribuye a generar información para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salina (área de captación) con la cual se cree va ser una herramienta importante en la realización de proyectos futuros.

3.2 INFORME DEL SERVICIO 1. Análisis de pérdida y ganancias de la cobertura forestal para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación)

3.2.1. OBJETIVOS

3.2.1.1 General:

- Realizar análisis de pérdidas y ganancias de cobertura forestal para un periodo de ocho años en la subcuenca del río Salinas (área de captación) por medio de la utilización de los sensores remotos, además de ello, generar el mapa de pérdida de cobertura forestal para dicha área.

3.2.1.2 Específicos:

- Cuantificar la cantidad de ganancias de cobertura para un periodo de 8 años en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).
- Cuantificar la cantidad de pérdidas de cobertura para un periodo de 8 años.
- Estimar la cantidad de hectáreas que se pierden al año para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).
- Estimar la cantidad de bosque presente para los años del 1993, 2001 y 2006.
- Cuantificar el avance de la frontera agrícola en el tiempo para el año 2006.

3.2.2 METODOLOGIA

En el presente servicio se utilizó información digital y memoria técnica del estudio realizado por la Universidad del Valle de Guatemala (UVG), el Instituto Nacional de Bosques (INAB) y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) titulado “Dinámica de la cobertura forestal de Guatemala, durante los años 1991, 1996 y 2001 y mapa de cobertura forestal 2001. Fase II: Dinámica de la cobertura forestal”. En dicho estudio, se analizó un periodo de 8 años (de 1991-1993 hasta el año 2001) y se generó el mapa de dinámica de cobertura a escala 1:50,000, de tal modo se hizo un corte para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) para generar información de dinámica de la cobertura y su respectivo mapa.

3.2.3 RESULTADOS

El resumen de los resultados de la pérdida de cobertura forestal se pueden observar en el cuadro 40, para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

3.2.3.1 Cobertura Forestal (sin cambio de bosque)

Para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) en el periodo de 8 años (1993 al 2001) la cantidad de cobertura forestal que se ha mantenido asciende a 10,476.050 hectáreas (ha).

3.2.3.2 Cobertura agrícola (sin cambio no bosque)

Dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación), la categoría de cobertura agrícola posee un área de 10,250.58 ha.

3.2.3.3 Ganancias

Las ganancias que se han dado para el periodo de 8 años asciende a 231.557 ha, resultado de la regeneración natural en el área. Por otro lado también se deben de incluir las actividades de reforestación por medio del plan de incentivos forestales (PINFOR) que promueve el Instituto Nacional de Bosques (INAB).

3.2.3.4 Pérdidas

Las pérdidas que se han dado en el área son muy superiores a las ganancias en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación), esta cantidad asciende a 1,911.847 ha, que se debe principalmente a talas ilícitas en diferentes comunidades que componen el área estudiada.

Otro valor que debe ser tomado en cuenta son los vacíos de información en las imágenes satelares, como lo son las nubes, ya que ocupan un área en el mapa de 15.027 hectáreas para la subcuenca del río Salinas.

Cuadro 40. Resumen de cobertura para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Nombre	Gris Code	Código	Area (m ²)	Area (ha)
Sin Cambio de bosque	1	1257	104760504.982	10476.050
Sin Cambio no bosque	2	1568	102505830.855	10250.583
Ganancias	3	663	2315574.242	231.557
Pérdidas	4	3183	19118468.541	1911.847
Nubes	8	5	150267.251	15.027
Total			228,850,645.871	22,885.064

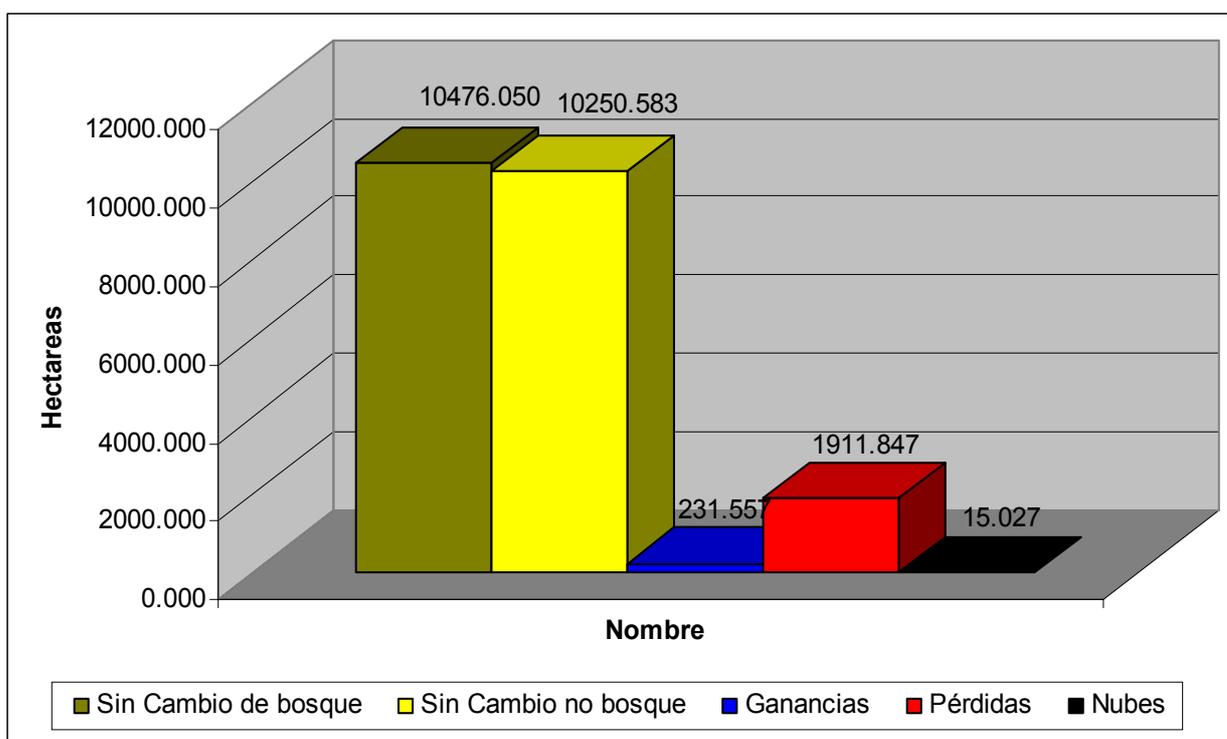


Figura 27. Resumen de cobertura para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

3.2.3.5 Estimación de la tasa de deforestación anual

Para establecer la tasa de deforestación anual se realizó mediante restar las ganancias menos las pérdidas, lo que produce el cambio de cobertura que se ha dado en el tiempo, para luego dividir el cambio entre 8.04 siendo estos los años para los cuales se aplico el análisis.

La cantidad de hectáreas deforestadas anualmente para la subcuenca del río Salinas asciende a 208.991 ha/año, por otro lado la cantidad de bosque para el año 1993 era de 12,387.897, por lo que la tasa de deforestación es de 1.69%.

3.2.3.6 Disminución de la cobertura arbórea de la zona de influencia del parque nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Salinas (área de captación)

En el cuadro 41, se indica que la zona de influencia de PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) para el año de 1954 estuvo ocupada al 100% (22,885.624 has) de bosque denso, determinándose que para el año 2006 éste disminuyó hasta un 42.22% (9,662.651 has), encontrándose que el área transformada fue de 57.78% (13,222.97 ha), dentro de lo cual se analizó que el ritmo al que se dio el cambio de uso de la tierra en los diferentes períodos.

Cuadro 41. Resumen de la cobertura forestal y avance de la frontera agrícola en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

AÑO	Cobertura forestal		Avance de la frontera agrícola	
	Hectáreas	Superficie (%)	Hectáreas	Superficie (%)
1954	22885.624	100.00	0.00	0.00
1993	12387.897	54.13	10497.73	45.87
2001	10707.607	46.79	12178.02	53.21
2006	9662.651	42.22	13222.97	57.78

El ritmo de cambio de uso fue de la siguiente forma: 1954 a 1993 (de 10,497.73 has con una pérdida de cobertura arbórea de 269.17 ha/año) por otro lado, entre 1993 y el

año 2001 (un total de 1,680.29 has con un pérdida de cobertura de 210 has/año) y para el periodo de 2001 a 2006 se determino que el cambio de uso de la tierra fue de 1,044.95 ha, en el cual se perdieron 208.99 ha/año. Para una mejor comprensión ver figura 28.

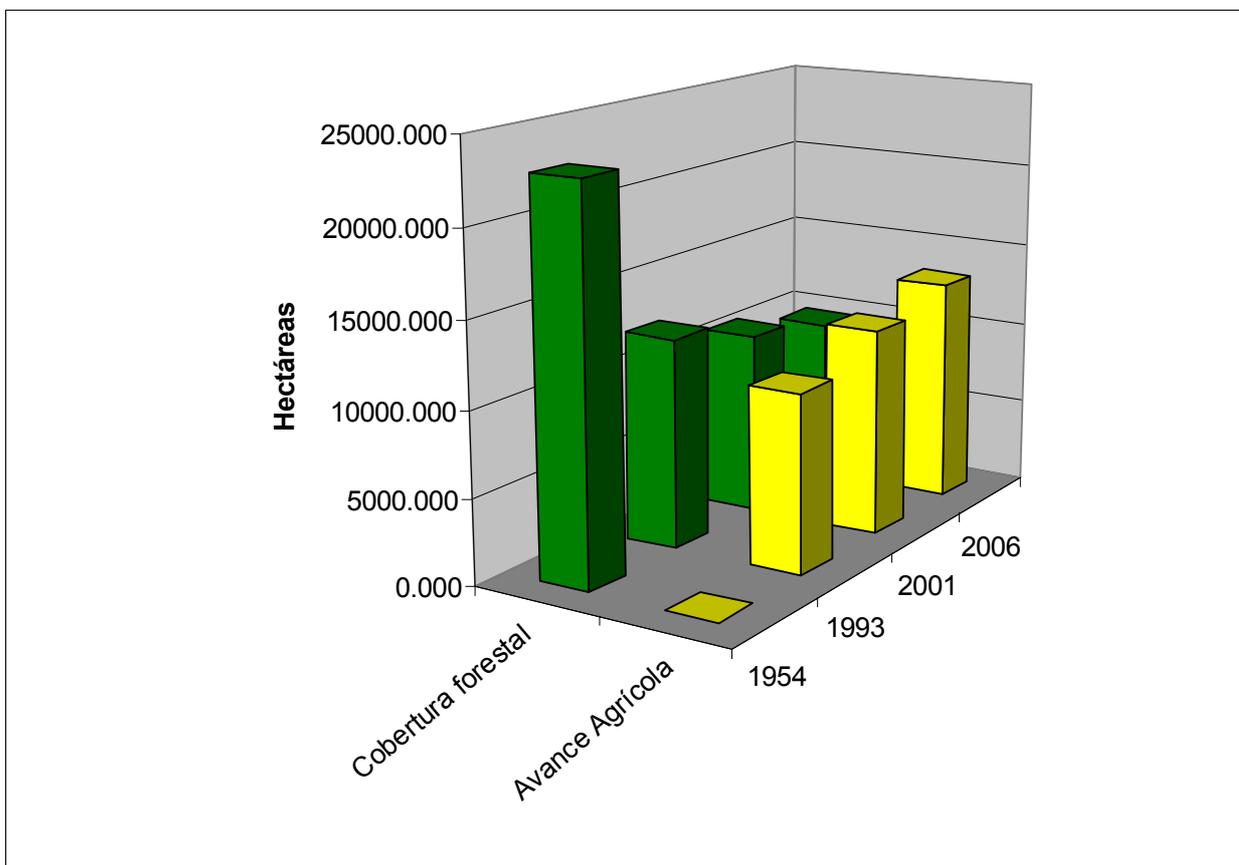


Figura 28. Avance de la superficie agrícola y disminución de la cobertura forestal en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

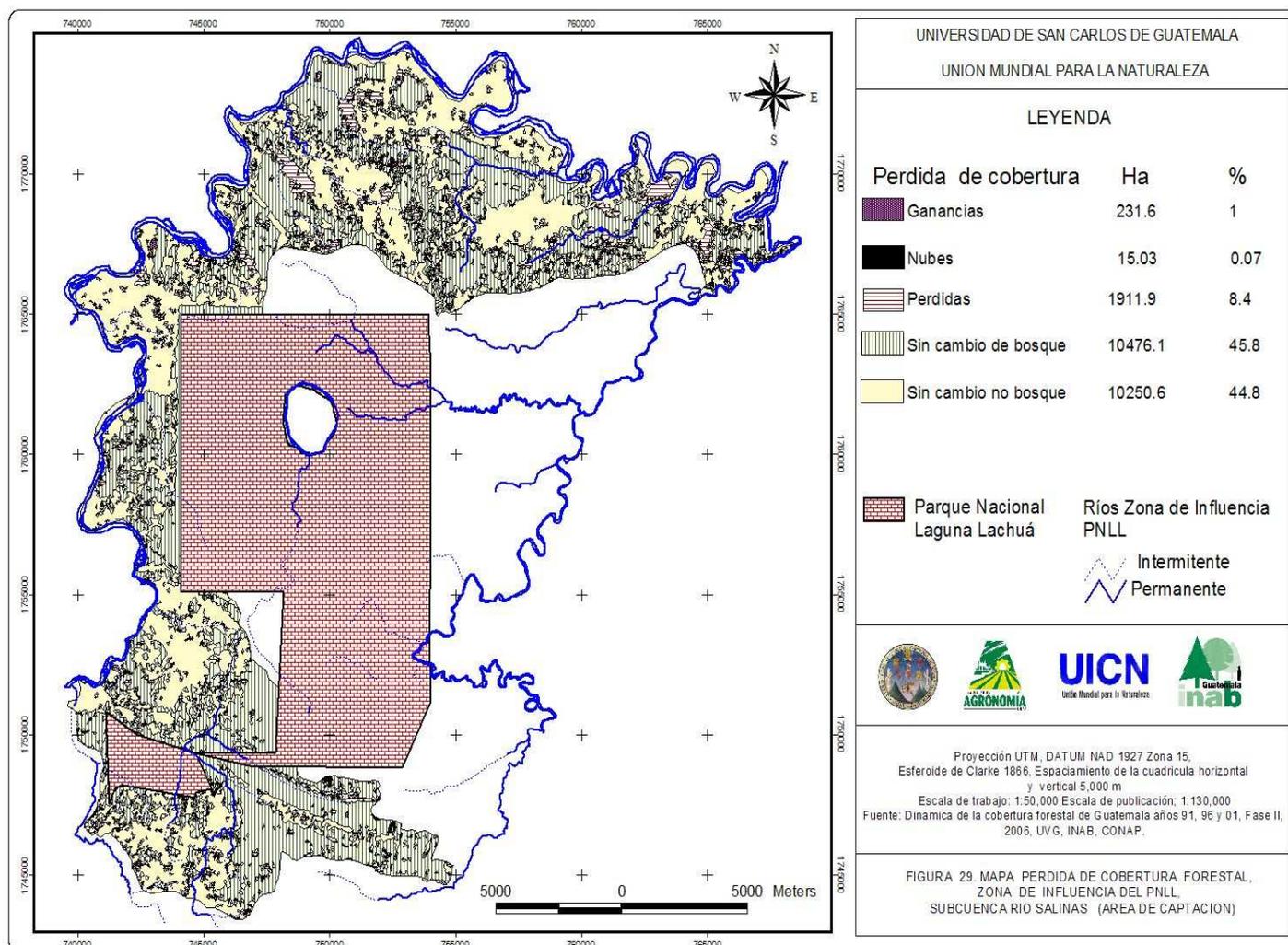


Figura 29. Mapa de dinámica de la pérdida de la cobertura forestal en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

3.2.4 EVALUACIÓN (Logro de objetivos)

- Cuantificación de ganancias para un período de 8 años.
- Cuantificación de pérdidas para un período de 8 años.
- Estimación de cobertura forestal en varios años (1954,1993, 2001, 2006).
- Cuantificación del avance de la frontera agrícola para el año 2006.
- Edición de Mapa para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

3.3 INFORME DEL SERVICIO 2. Sondeo de mercado de los principales usos de la madera en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación)

3.3.1 OBJETIVOS

3.3.1.1 General

- Conocer la oferta y la demanda de leña y madera por parte de los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación), así también los precios de las maderas latifoliadas en dicha zona.

3.3.1.2 Específicos

- Conocer la oferta de madera presente en los bosques susceptibles a manejo.
- Conocer la demanda de leña para la cocción de alimentos, madera para construcción de viviendas, leña consumida por las secadoras de cardamomo por parte de los pobladores de la zona de estudio y la madera destinada para el funcionamiento del aserradero EXIMESA (Ixcán, Quiché).
- Conocer los precios actuales de las madera en la zona de influencia PNLL.

3.3.2 METODOLOGÍA

La metodología se desarrollará según el orden de los objetivos planteados anteriormente.

3.3.2.1 Oferta de la madera

Para la obtención de dicha información se procedió a utilizar información generada por la subregión de INAB II.6 de Playa Grande, Ixcán y la subregión II.6.1 de Salacuim. Esta información esta relacionada a los bosque de tres comunidades: Zapotal II, Salacuim e Ixloc Nacional (aquí se encuentra inmersa la finca San Pedrito Ixloc).

Es de importancia mencionar que en dichas áreas se excluyen los bosques que están destinadas a protección o los bosques que ya han sido manejadas, tomando como base la metodología empleada por Imbach y Gálvez (1998), citada UICN-INAB (2006). Se consideran los siguientes puntos para la obtención de la oferta que nos puede ofrecer la subcuenca del río Salinas:

- a) Se estableció un ciclo de corta (CC) y un diámetro mínimo de corta (DMC).
- b) Se estableció una tasa de mortalidad.
- c) Se seleccionaron las especies a manejar con base a información del registro forestal de la subregión II.6 de Ixcán, Playa Grande.
- d) Se agruparon las especies según el valor comercial y distribución diamétrica.
- e) Se calculo la intensidad de corta con base en la distribución diamétrica del área basal por especie y grupo tomando como referencia los DMC y CC.
- f) Se determino el área basal de los individuos que durante el primer ciclo pasaran a clases diamétricas mayores al DMC.
- g) Se determinaron los árboles disponibles para la corta, es decir el área basal de los árboles en las clases entre el rango de DMC y los 90 cm.
- h) Se calculo la Intensidad de corta (IC) en base a la distribución diamétrica del numero de árboles.
- i) Se calculo en volumen aprovechable por ha, aplicando el IC y luego el volumen en m^3 por clases diamétricas comerciales.

Se analizaron planes de manejo vigentes dentro de la subcuenca del río Salinas. En cuanto al ciclo de corta se definió un tiempo de 25 años, asumiendo un incremento diamétrico de 0.6 cm. Pimelo 1997, citado por Jiménez (2006).

Se consideraron diámetros mínimos de corta de 0.6 cm. para el grupo alto valor comercial (EAVC) y 0.45 cm. para los grupos actualmente comerciables (EAC),

potencialmente comerciables (EPC) y un 60% de los árboles que superan el DMC. (UICN-INAB, 2006).

Así mismo se tomaron las parcelas que se utilizaron en el ensayo de comparación de métodos de Strand et. al; cuando se están aplicando en un bosque latifoliado. (UICN-INAB, 2006).

Estas parcelas del método de Strand fueron instaladas colocando una cinta métrica como base de la unidad de muestreo. El Largo (L) de la línea fue de 15.7, (L= 5pi) Pellico Netto & Brena (1997), citado por UICN-INAB (2006).

La selección de los individuos con se hizo con el criterio proporcional al diámetro, se realizo usando un “factor de área basal” (FAB) igual a 4 en el relascopio de Bitterlich; en la selección de altura se identificaron a los árboles cuya distancia a la línea fuese igual o menor que la mitad de su altura total.

Cuadro 42. Especies según su valor comercial.

EAVC	EAC	EPC	ESVC
Mario	Canxán	Tamarindo	Medalla
Cola de coche	San Juan	Lagarto	Ramón
	Sangre	Cedrillo	Cedrillo
	Rossil	Cortéz	Irayol
			Plumillo
			Tem

3.3.2.2 Demanda de la madera

En cuanto a la demanda de la madera se definieron cuatro componentes (se utilizo la boleta como herramienta principal para la obtención de dicha información):

- a) Madera utilizada para leña (cocción de alimentos) por parte de los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).
- b) Madera utilizada para la construcción de viviendas de los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).
- c) Madera utilizada para el secado de cardamomo en los beneficios presentes en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

- d) La madera utilizada por la industria forestal (aserradero EXIMESA), ubicada en Playa Grande Ixcán. Quiche.

3.3.2.3 Análisis de los precios de la madera y leña dentro de la subcuenca

Para conocer los precios de la madera y leña, se entrevistaron a los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación), a los propietarios de beneficios de cardamomo y de aserraderos.

3.3.2.4 Marco muestra, y diseño estadístico utilizado

Cuadro 43. Marco muestra (comunidades estudiadas dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas, área de captación).

No	Comunidad	Familias
1	Monte Sinai	21
2	Bempec El Castaño	75
3	Salacuim	321
4	Saholom	132
5	Zapotal II	30
6	zapotol I	50
7	San Luis Vista H.	75
8	Las Brisas del Chixoy	19
9	Santa Marta Salinas	28
10	San Jorge la Unión	39
11	Las Tortugas	74
12	El Peyan	16
13	Triunfo 9 Cerros	24
14	Las Promesas	79
15	Santa Cruz Nacimiento	38
16	Santa Elena 20 Octubre	39
17	El Peyancito	12
18	Nuevo León	9
19	Pie Del Cerro	43
20	Tierra Blanca Chixoy	56
21	Tierra Blanca Salinas	44

22	Tierra Blanca Sebol	24
23	Isla de las Tortugas	18
24	Palo Alto Los Cocales	33
25	San Luis Palo Grande	49
26	Plan Nuevo Amanecer	31
27	Senucja	21
28	Ixloc	65
29	San Pedro Ixloc	10
30	Rocja Purribal	90
31	San José Saija	29
32	San Lorenzo I	22
33	San Lorenzo II	18
34	Semuy II	35
35	Semuy I	40
36	El Progreso	9
	Total	1,718
	Var. Max. p=0,5 y q=0,5	
	Seguridad = 95 %	
	d = 15 %	
	n = 45.47032939	

Varianza Máxima.

Para una población finita, que contiene características homogéneas.

- $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$ (ya que la seguridad es del 95%) ~ 2
- p = proporción esperada (en este caso 0.5)
- q = proporción esperada (en este caso 0.5)
- d = precisión (en este caso deseamos un 15%)

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Formula final:

$$n = \frac{N}{d^2 * (N - 1) + 1}$$

3.3.3 RESULTADOS

3.3.3.1 Situación de la oferta dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación)

La situación de la oferta dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) se determinó para tres comunidades, que son las áreas con bosques susceptibles a manejo forestal. En el cuadro 44 se muestran las comunidades y sus respectivas áreas.

Cuadro 44. Comunidades con bosque susceptibles a manejo y respectivas áreas en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Comunidad	Área susceptibles manejo (has).
Zapotál Il	249
Salacuim	1233
Ixloc Nacional y San Pedrito Ixloc	176
Total	1,658 has.

Los volúmenes que presentaron las especies según el valor comercial (descritas en la metodología de la oferta) se describen a continuación:

1. Especie de alto valor comerciables (EAVC): 4.2 m³/ha.
2. Especies actualmente comerciables (EAC): 3.5 m³/ha.
3. Especies potencialmente comerciables (EPC): 13.5 m³/ha.
4. Especies sin valor comerciables (ESVC): 2.2 m³/ha.

Por lo antes mencionado, el volumen total o la carga maderable por hectárea en base a las especies según su valor comercial asciende a de 21. 4 m³. Por otra parte, la cantidad de madera que podemos extraer para las comunidades son las siguientes:

1. Comunidad de zapotal II el volumen de madera asciende a 5,236.60 m³ (209.46 m³/ha/año).
2. Comunidad de Salacuim el volumen de madera aprovechable asciende a 26,386.20 m³ (1,055.45 m³/ha/año).
3. Comunidad de Ixloc Nacional el volumen de madera aprovechable asciende a 3,776.40 m³ (150.66 m³/ha/año).

3.3.3.2 Situación de la demanda dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación)

A. Demanda de leña para la cocción de alimentos

El análisis de la demanda de leña para consumo esta dado a nivel de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) para un total de 1,718 familias en dicha área. En cuanto al consumo de leña para cocción de alimentos promedio por familia dentro del área es de 7.3 m³/año, lo que se traduce en 13,280.14 m³ al año para la totalidad de familias presentes en la subcuenca del río Salinas. Cabe mencionar que los pobladores del área manejan la unidad de carga, en la cual una carga equivale a 0.0624 m³ de volumen real de leña.

Cuadro 45. Cantidades de leña promedio en m³/año que consumen los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

M ³ utilizados para cocción de alimentos	%
26.96 m ³ / año	8.11
83.87 m ³ / año	25.22
89.86 m ³ / año	27.03
71.88 m ³ / año	21.62
59.90 m ³ / año	18.02
Total	100

Como se puede apreciar en la figura 30, el 8.11% de pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) consumen una cantidad de 26.96 m³/año, un 25.22% consumen 83.87 m³/año, un 27.03% consumen una cantidad de 89.86 m³/año, un 21.62% consumen 71.88 m³/año, mientras tanto que el resto de la población (18.02%) consumen 59.90 m³/año.

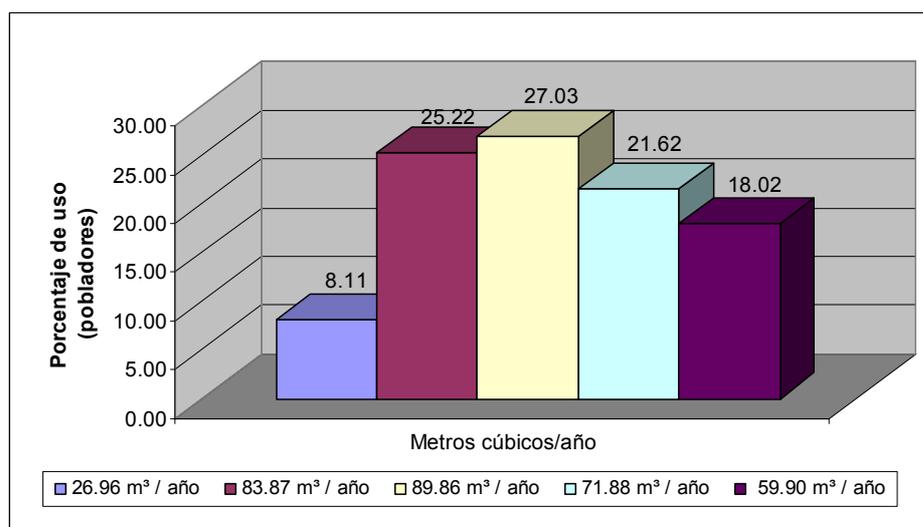


Figura 30. Cantidad de metros cúbicos y porcentaje de consumo entre los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

En cuanto a las especies que prefieren los pobladores dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) se agruparon según el valor comercial, este valor comercial fue definido en base a los planes de manejo de la Región II.6 de Ixcán, Playa Grande. INAB 2003, pero se debe de tomar en cuenta que estas especies pueden variar según sea su demanda. En la figura 31, se puede apreciar la preferencia de 2 especies catalogadas como de alto valor comercial (EAVC) por parte de los pobladores de la subcuenca, las cuales son: Chichipate (*Sweetia panamensis*) y Mario (*Callophyllum brasiliense*).

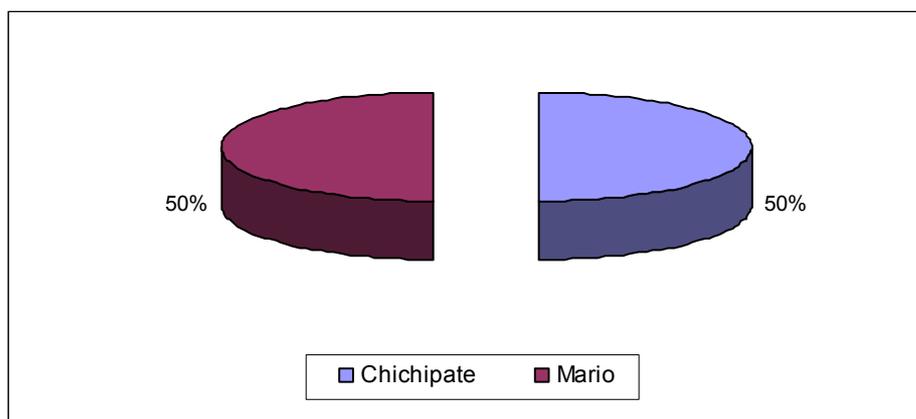


Figura 31. Especies consideradas de alto valor comercial utilizadas para la cocción de alimentos en la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).

En cuanto a las especies actualmente comerciables (EAC) se identificaron 5 especies las cuales son: Canxán (*Terminalia amazonia*), Medallo (*Vatairea lundelli*), Ramón (*Brosimum alicastrum*), Rossul (*Dalbergia stevensonii*) y San Juan (*Vochysia hondurensis*) ver figura 32.

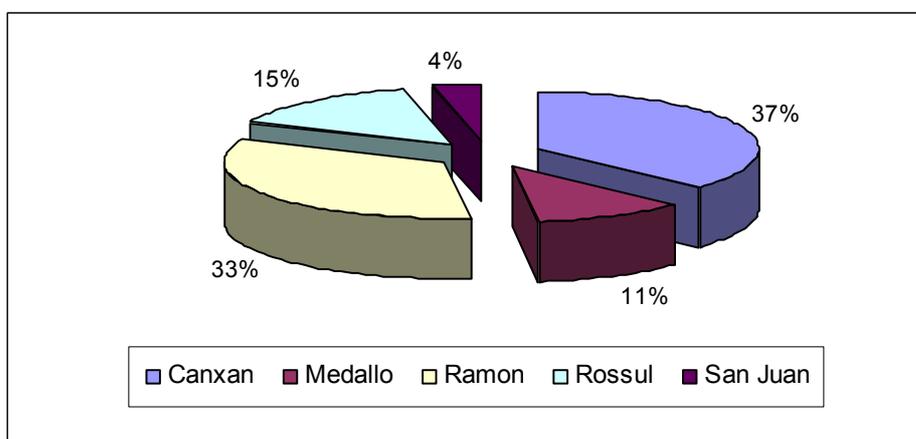


Figura 32. Especies consideradas actualmente comerciables utilizadas para la cocción de alimentos en la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).

Por otro lado, en cuanto a las especies potencialmente comerciables (EPC), se identificaron 3 especies, Cortéz (*Rosedendron donelli*), Lagarto (*Zanthoxilium ssp.*) y Tamarindo (*Dialium guianense*) ver figura 33.

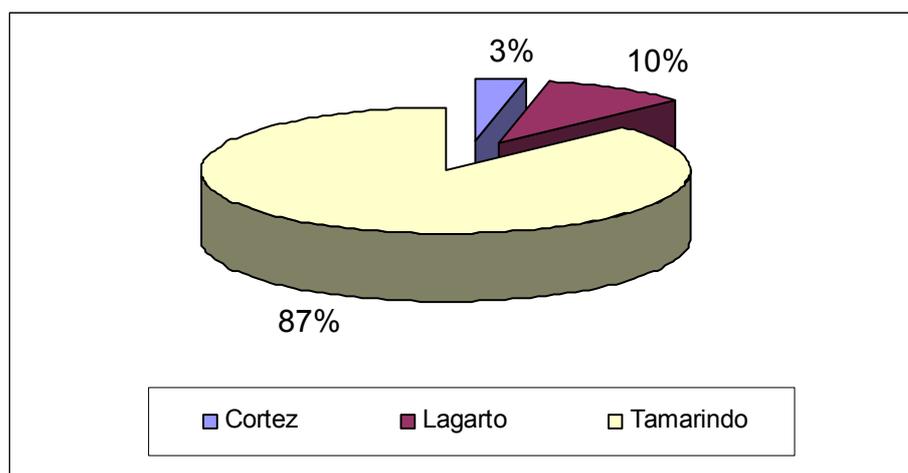


Figura 33. Especies potencialmente comerciables utilizadas para la cocción de alimentos en la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).

Por último, las especies sin valor comercial (ESVC) que se identificaron fueron 14, Cacao (nombre científico), Caulote (*Guazuma ulmifolia*), Cenicero (*Albizia saman*), Cushin (*Lonchocarpus michelianus*), Guarumo (*Cecropia peltata*), Irayol (*Genipa americana*), Laurel (*Cordia alliodora*), Plumillo (*Schilozobium parahybum*), Zapotón (*Pachira acuatica*). Ver figura 34.

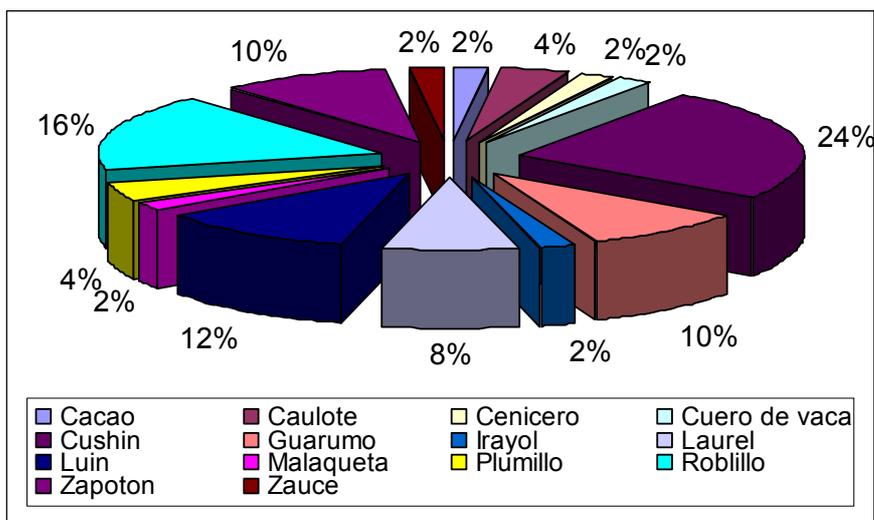


Figura 34. Especies sin valor comercial, utilizadas para la cocción de alimentos en la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).

B. Demanda de madera para la construcción de viviendas

La cantidad de madera utilizada para la construcción de una vivienda es variable por lo que las dimensiones de las viviendas lo son también. El volumen mas bajo para la construcción de una vivienda es de 575 pies tablares (1.36 m^3), mientras que el volumen mayor que se utiliza asciende a 3,836 pies tablares (9.05 m^3). El volumen promedio para la construcción de una vivienda es de 1,625.66 pies tablares (3.83 m^3).

Cuadro 46. Cantidad de madera utilizada para construir una vivienda en rangos, por pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Rangos	Frecuencia	%
575 – 1040	18	40
1041 – 1506	6	13.33333333
1507 – 1972	7	15.55555556
1973 – 2438	3	6.66666667
2439 – 2904	6	13.33333333
2905 – 3370	4	8.88888889
3371 – 3836	1	2.22222222
Total	45	100

Como se puede apreciar en el cuadro 49, el porcentaje predominante es de 40%, que corresponde al rango de 575 – 1040 pies tablares ($1.36 - 2.45 \text{ m}^3$) utilizados para construir una vivienda. Los demás valores se pueden observar en dicho cuadro. Lo anterior se observa en la figura 35.

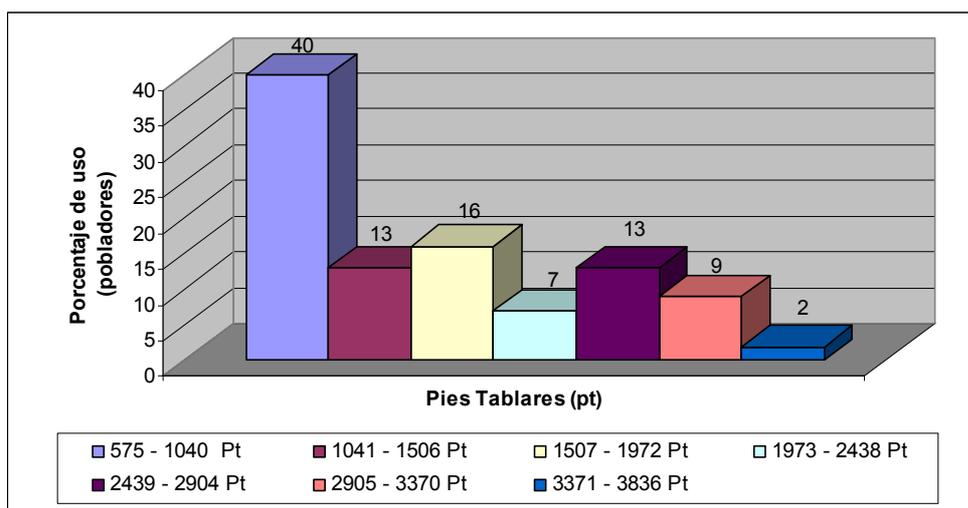


Figura 35. Cantidad de madera en pies tablares destinadas para la construcción de viviendas en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río salinas (área de captación).

Como se menciona anteriormente, La cantidad de madera utilizada para la construcción de una vivienda es variable por lo que las dimensiones de las viviendas lo son también, de modo de que en cuadro 47 se muestran las dimensiones y los rangos en pies tablares usados en la construcción de vivienda.

Cuadro 47. Dimensiones promedio en m^2 y rangos de madera en Pies tablares (Pt) utilizados para la construcción de viviendas.

Rangos (Pt)	Dimensiones en m^2 de viviendas
575 - 1040	25 m^2
1041 - 1506	42 m^2
1507 - 1972	48 m^2
1973 - 2438	59 m^2
2439 - 2904	62 m^2
2905 - 3370	81 m^2
3371 - 3836	104 m^2

Las estructuras que componen las viviendas de los pobladores de la subcuenca del río Salinas mas utilizadas son las siguientes:

a. Tendales:

Las especies forestales preferidas por los pobladores de la subcuenca del río Salinas para ser utilizadas para calzontes son las: Chichique (*Aspidosperma megalacarpon*) (11.76%), Mario (*Callophyllum brasiliense*) (15.68%), Medallo (*Vatairea lundellii*) (11.76%), San Juan (*Vochysia hondurensis*) (11.76). Otros valores se pueden apreciar en el cuadro 48 y figura 36.

Cuadro 48. Especies forestales preferidas para tendales de las viviendas de los pobladores.

Espece	tendal	%
Cansan	2	3.92156863
Caoba	1	1.96078431
Caulote	1	1.96078431
Cenicero	1	1.96078431
Cola de Coche	2	3.92156863
Cuero de vaca	1	1.96078431
Chichique	6	11.7647059
Irayol	3	5.88235294
Lagarto	1	1.96078431
Laurel	2	3.92156863
Majagua	1	1.96078431
Mario	8	15.6862745
Medallo	6	11.7647059
Roblillo	1	1.96078431
San Juan	6	11.7647059
Sunza	1	1.96078431
Tem	4	7.84313725
Zapote	4	7.84313725
Total	51	100

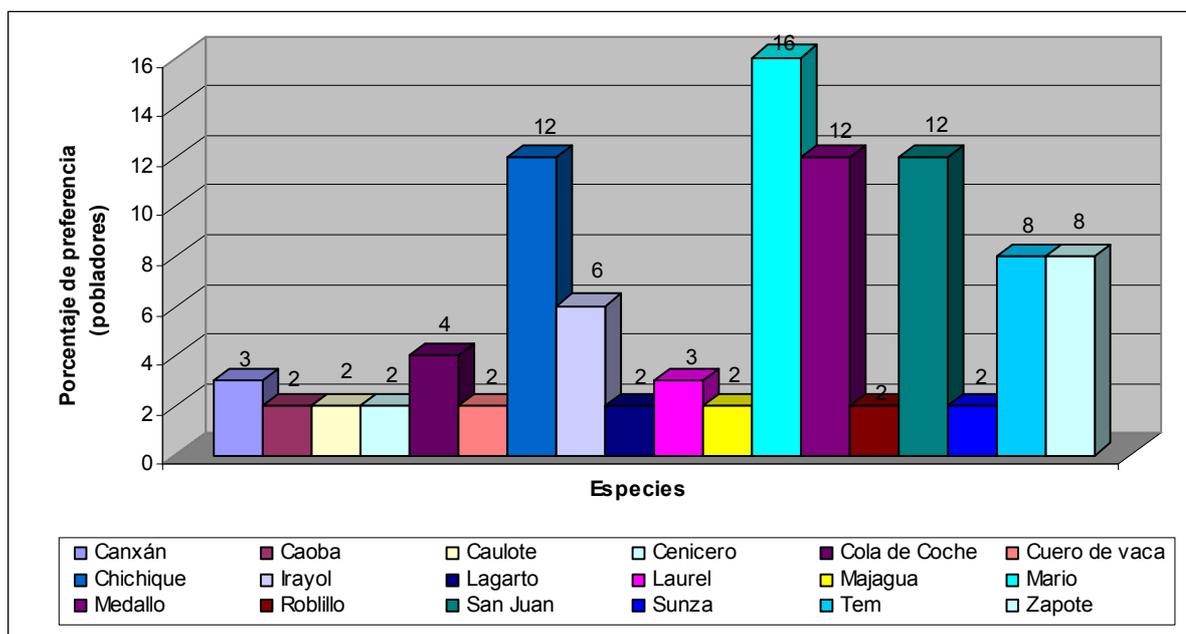


Figura 36. Especies forestales preferidas para tendales de las viviendas de los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

b. Calzontes:

Las especies forestales que mas prefieren los pobladores de la subcuenca del río Salinas son Chichique (*Aspidosperma megalacarpon*) (11.67%), Mario (*Callophyllum brasiliense*) (15.68%), Medallo (*Vatairea lundelli*) (11.76%), San Juan (*Vochysia hondurensis*) (11.76%). Otros valores se pueden apreciar en el cuadro 49 y figura 37.

Cuadro 49. Especies forestales preferidas para calzontes de las viviendas de los pobladores.

Especie	Tendal	%
Canxán	2	3.92156863
Caoba	1	1.96078431
Caulote	1	1.96078431
Cenicero	1	1.96078431
Cola de Coche	2	3.92156863
Cuero de vaca	1	1.96078431
Chichique	6	11.7647059
Irayol	3	5.88235294
Lagarto	1	1.96078431
Laurel	2	3.92156863
Majagua	1	1.96078431
Mario	8	15.6862745
Medallo	6	11.7647059
Roblillo	1	1.96078431
San Juan	6	11.7647059
Sunza	1	1.96078431
Tem	4	7.84313725
Zapote	4	7.84313725
Total	51	100

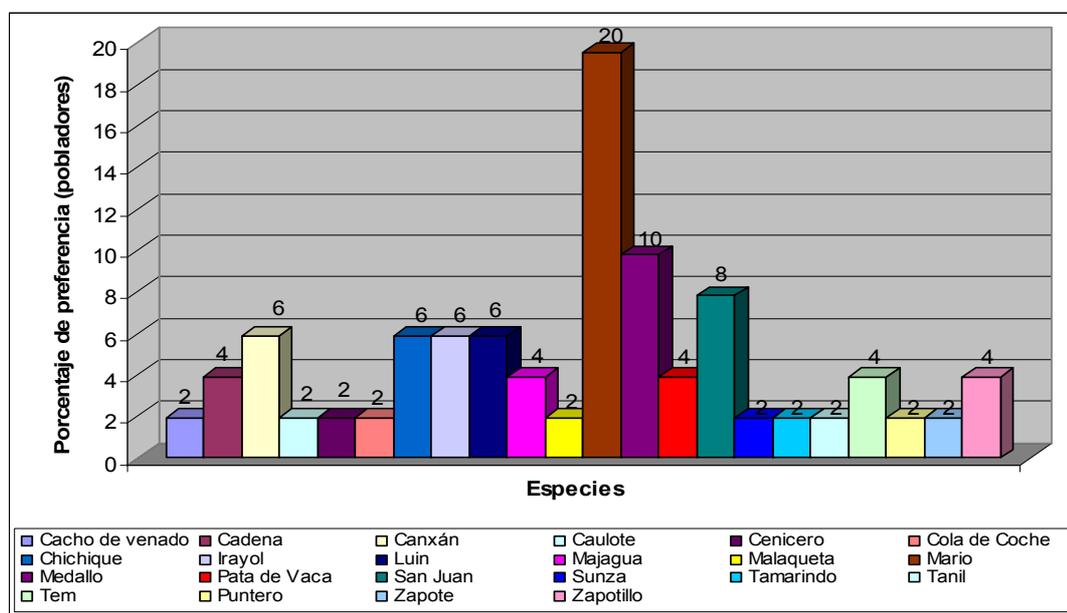


Figura 37. Especies forestales preferidas para calzontes de las viviendas de los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

c. Horcones:

Las especies forestales preferidas por los pobladores de la subcuenca del río Salinas son: Chicozapote (*Diospyros johnsetoniana*) (13.72%) y Tamarindo (*Dialium guianense*) (70.58%). Otros valores se pueden apreciar en el cuadro 50 y figura 38.

Cuadro 50. Porcentaje de especies forestales preferidas para horcones de las viviendas de los pobladores.

Especie	Horcones	%
Caoba	1	1.96078431
Chicozapote	7	13.7254902
Cuero de vaca	1	1.96078431
Mario	1	1.96078431
Medallo	1	1.96078431
Palo Pimienta	1	1.96078431
Rosul	3	5.88235294
Tamarindo	36	70.5882353
Total	51	100

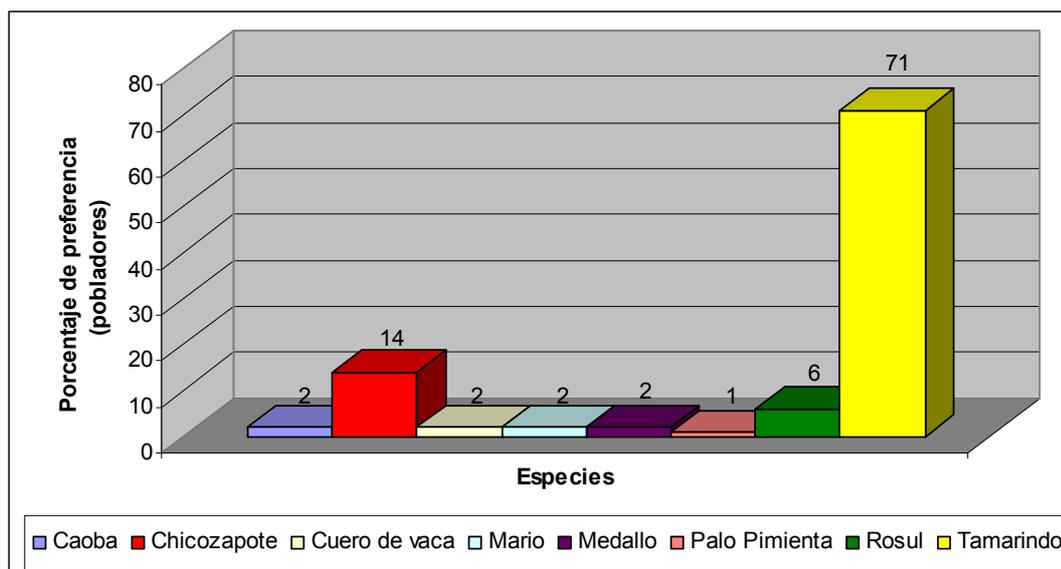


Figura 38. Especies forestales preferidas para horcones de las viviendas de los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

d. Forro:

Las especies forestales preferidas por los pobladores de la subcuenca del río Salinas son: Cola de coche (*Phytocolobium arboreum*) (7.84%), Lagarto (*Zanthoxilium ssp.*) (9.80%), Mario (*Callophyllum brasiliense*) (11.76%), Medallo (*Vatairea lundellii*) (11.76%), San Juan (*Vochysia hondurensis*) (7.84%). Otros valores se pueden apreciar el cuadro 51 y figura 39.

Cuadro 51. Especies forestales preferidas para Forro de las viviendas de los pobladores.

Especie	Forro	%
Cacauté	2	3.921568627
Cadena	3	5.882352941
Canxán	2	3.921568627
Caoba	1	1.960784314
Cenicero	3	5.882352941
Chicozapote	1	1.960784314
Cola de Coche	4	7.843137255
Guarumo	1	1.960784314
Lagarto	5	9.803921569
Majagua	4	7.843137255
Mario	6	11.76470588
Medallo	6	11.76470588
San Juan	4	7.843137255
Sangre	1	1.960784314
Tamarindo	2	3.921568627
Tanil	3	5.882352941
Tem	2	3.921568627
Zapote	1	1.960784314
Total	51	100

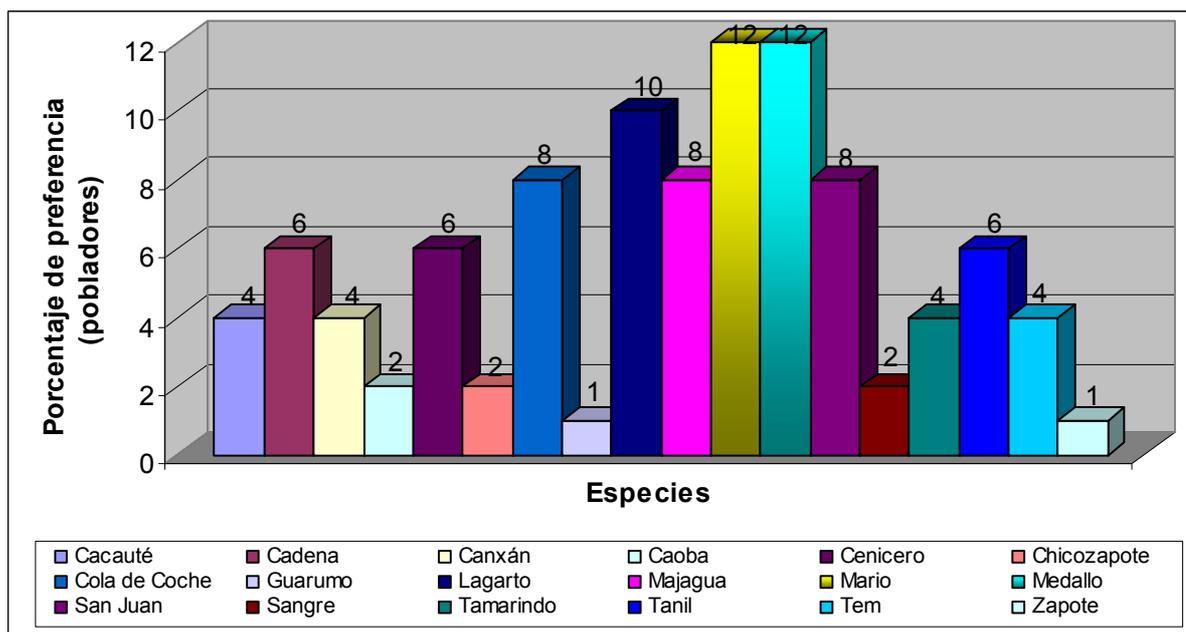


Figura 39. Porcentaje de especies forestales preferidas para Forro de las viviendas de los pobladores de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

3.3.3.3 Demanda de leña para los beneficios de cardamomo

En el cuadro 52, se presenta la ubicación de los beneficios de cardamomo en las comunidades de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación), el número total de secadoras y la época en que estas funcionan. Como se observa para la comunidad de San Luís Vista Hermosa, hay solo un beneficio con dos secadoras funcionando en la época de noviembre a marzo. Por otro lado, la comunidad de Saholom cuenta con un beneficio, del cual solo una secadora funciona de Noviembre a Marzo al igual que la comunidad de Salacuim posee un beneficio, del cual solo una secadora opera pero en diferente época, esta funciona de septiembre a febrero. Lo descrito anteriormente responde a que actualmente el cardamomo ya no es un cultivo rentable.

Cuadro 52. Ubicación, número de secadoras y época de funcionamiento de los beneficios de cardamomo que se encuentran actualmente funcionando dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Ubicación (comunidad)	Secadoras	Secadoras funcionando	Época de funcionamiento
San Luís Vista Hermosa	2	2	Noviembre – Marzo
Saholom	3	1	Noviembre – Marzo
Salacuim	3	1	Septiembre - Febrero

Un dato importante que se debe de tener en cuenta es que en los beneficios que se encuentran ubicados dentro de la subcuenca del río Salinas utilizan como combustible la leña, por lo que se debe de conocer las dimensiones que se manejan, la cual es el metro cuadrado (m^2), que se conoce en el altiplano como tarea y/o carga. Entonces un metro cuadrado ($1 m^2$), como se conoce en el área (o una tarea de leña) equivale a 5 cargas o a $0.40 m^3$ estereo, y esta a la vez equivale a $0.312 m^3$ de madera sólida (78% de madera sólida y 22% de espacio poroso).

Por otro lado se tardan alrededor de 30 horas para secar 50 qq de cardamomo cereza. La cantidad de m^3 que se emplean para secar 50 qq de cardamomo varía según la capacidad de secado en el beneficio. Por ejemplo el beneficio ubicado en la comunidad de San Luís Vista Hermosa utiliza 5.5 tareas y un promedio de 30 horas, por lo que el volumen utilizado para el secado de cardamomo tipo cereza a pergamino es de $205.92 m^3$ para la época de funcionamiento que va de Noviembre a Marzo (para una secadora). En teoría se necesitan $411.84 m^3$ en la época descrita anteriormente para el funcionamiento de las dos secadoras.

Para el beneficio que se ubica en la comunidad de Saholom, utilizan 4 tareas de leña y un tiempo promedio de 30 horas, por lo que el volumen que consumen asciende a $149.76 m^3$ para la época de Noviembre a Marzo (para una secadora).

Por ultimo, el beneficio ubicado en la comunidad de Salacuim, utiliza 4 tarea de leña y un tiempo promedio de 30 horas, por lo que el volumen de leña utilizada para la época que va de septiembre a febrero es de $179.71 m^3$ (para una secadora).

En cuanto a las especies que se utilizan para leña en los beneficios de cardamomo dentro de la subcuenca del río Salinas se puede apreciar que la leña de canxán (27.27%)

y el tamarindo (27.27%) son las más utilizadas. Otros valores se pueden apreciar en el cuadro 53 y figura 40.

Cuadro 53. Especies utilizadas como leña en los beneficios de cardamomo, dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Especie	Frecuencia	%
Canxán	3	27.2727273
Mario	2	18.1818182
Ramón	1	9.09090909
Roblillo	1	9.09090909
Tamarindo	3	27.2727273
Zapotillo	1	9.09090909
Total	11	100

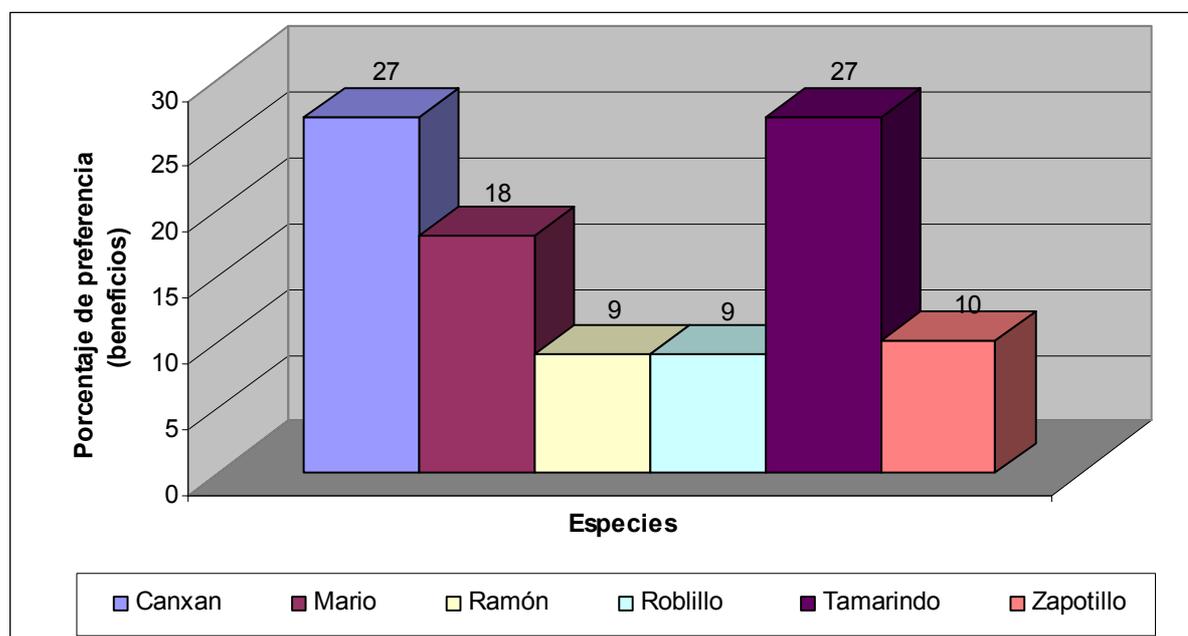


Figura 40. Especies utilizadas para el secado de cardamomo en los beneficios que se encuentran ubicados dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

3.3.3.4 Demanda de madera por parte de la industria Forestal (aserraderos).

Como punto de partida se escogió al aserradero de EXIMESA como el único aserradero que mantiene sus operaciones todo el año y que actualmente sigue funcionando, por otro lado existen dos aserraderos más pero eventualmente funcionan.

Según datos obtenidos en el aserradero de Eximesa, la capacidad instalada que poseen es de 5,000 pies tablares al día (contando todas las especies que trabajan) que es equivalente a 11.79 m³/día.

Se estima que el aserradero trabaja 280 días (días productivos), tenemos que aproximadamente demanda alrededor de 1, 400,000 pies tablares al año, lo que equivale a 3,3001. 89 m³/año.

Por otro lado, de las comunidades que se encuentran dentro de la subcuenca del río Salinas, solamente una (Salacuim) abastece a dicho aserradero, con aproximadamente 300 m³ al año.

A continuación se nombran a las especies forestales que trabajan en el aserradero: Mario (*Callophyllum brasiliense*), San Juan (*Vochysia hondurensis*), Medallo (*Vatairea lundelli*), Canxán (*Terminalia amazonia*), Cola de coche (*Phytocolobium arboreum*), Cenicero, Zunsa, Caoba (*Switenia macrophylla*), Sangre (*Pterocarpus ssp.*), Tamarindo (*Dalium guianense*), Rossul (*Dalvergia stevenzonii*), Tem (*Hieronyma alchorneoides*), Lagarto (*Zanthoxilium ssp.*), Chichipate (*Sweetia panamensis*), Cortéz (*Rosedendron donelli*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), ceibillo (*Ceiba aesculifolia*) y Zapotillo (*Clethra spp.*).

3.3.3.5 Análisis de los precios actuales de la madera y leña dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

En el cuadro 54 se observan los precios de venta de madera por especie y forma de venta, por parte de propietario del bosque. Se puede ver que la forma más común de vender la madera es por pie tablar.

Cuadro 54. Especie, precios y forma de venta de madera por parte de los pobladores de la subcuenca del río Salinas.

Especie	Precios (quetzales)	Forma de venta
Mario	0.50 – 0.80 – 1.00	El pie tablar
San Juan	0.50 – 0.80 – 1.00	El pie tablar
Medallo	2.00	El pie tablar
Cola de coche	2.00	El pie tablar
Canxán	0.80	El pie tablar
Lagarto	0.80	El pie tablar

Por otro lado, se puede apreciar en el cuadro 55, que la compra de madera varía también en la forma de presentación, por ejemplo los pobladores de la subcuenca pueden comprar por pie tablar y en forma de madera rolliza (estructuras de viviendas).

Cuadro 55. Especie, precio de compra y forma de compra de madera por parte de los pobladores.

Especie	Precios (quetzales)	Forma de compra
Medallo	1.00	Pie tablar
Mario	1.00	Pie tablar
Tamarindo	25.00 – 30.00 – 40.00	Por horcon
Chico zapote	25.00	Por horcon
Mario	5.00	Rollizo
Luin	3.00	Rollizo
San Juan	3.00	Rollizo
Cenicero	3.00	Rollizo
Cola de coche	3.00	Pie tablar
Sunza	2.00	Pie tablar
Sangre	1.50	Pie tablar
Lagarto	3.00	Pie tablar

Cuadro 56. Precios que se manejan en los beneficios de cardamomo y leña para cocción de alimentos.

Precios de leña para el secado de cardamomo en los beneficios		
Ubicación	Precio (quetzales)	Observaciones
San Luís Vista Hermosa	35.00	1 tarea de leña en el lugar
	40.00	1 tarea de leña puesto en el beneficio o vivienda
Saholom	35.00	1 tarea de leña en el lugar
	40.00	1 tarea de leña puesto en el beneficio o vivienda
Salacuim	35.00	1 tarea de leña en el lugar
	40.00	1 tarea de leña puesto en el beneficio o vivienda

En cuanto a lo que se refiere a la industria forestal (aserradero EXIMESA), en el cuadro 57 se muestran los precios de compra de algunas especies (estos precios son fijado mediante un acuerdo tanto el propietario del aserradero y el intermediario).

Cuadro 57. Forma de compra y precios que requiere el aserradero EXIMESA.

*Especie	Precio (quetzales)	Forma de compra
Sangre	2.50	Rollo (Doyle)
	2.75	Tablón (pie tablar)
Mario	2.50	Rollo (Doyle)
	2.75	Tablón (pie tablar)
Cola de coche	2.50	Rollo (Doyle)
	2.75	Tablón (pie tablar)
San Juan	2.25	Pie Doyle
	2.50	Pie Tablar
Canxán	2.25	Pie Doyle
	2.50	Pie Tablar
Tem	2.25	Pie Doyle
	2.50	Pie Tablar
Lagarto	2.25	Pie Doyle
	2.50	Pie Tablar
Medallo	2.25	Pie Doyle
	2.50	Pie Tablar
Cenicero	2.25	Pie Doyle
	2.50	Pie Tablar

Por ultimo, en cuanto a la venta de madera de las especies forestales que se trabajan en el aserradero EXIMESA, los precios difieren solo en la presentación final de la madera. En el cuadro 58 se observan los precios y la forma de presentación.

Cuadro 58. Forma de presentación y Precios de venta por parte del aserradero EXIMESA.

Especie	Precio (quetzales)	Forma de presentación
* Para las especies forestales que trabaja el aserradero.	5.00	Madera sin secar
	7.00	Madera secada

3.3.4 EVALUACIÓN (Logro de objetivos)

- Se estimó la oferta de madera presente en los bosques susceptibles a manejo.
- Se estimó la demanda de leña para la cocción de alimentos y de madera para construcción de viviendas.
- Se estimó la demanda de leña por las secadoras de cardamomo y para la madera destinada para el funcionamiento del aserradero EXIMESA (Ixcán, Quiche).
- Se estimaron los precios actuales de las madera en la zona de influencia PNLL.

3.4 INFORME DEL SERVICIO 3. Estudio de capacidad de uso de la tierra a nivel semidetallado de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación)

3.4.1 OBJETIVOS

3.4.1.1 General

- Actualizar los mapas de uso de la tierra, capacidad de uso e intensidad de uso de la tierra de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) por medio de la metodología con fines forestales del Instituto Nacional de Bosques (INAB) a nivel semidetallado.

3.4.1.2 Específicos

- Elaborar el mapa fisiográfico de la zona de estudio.
- Elaborar el mapa de pendientes para la zona de estudio.
- Elaborar el mapa de profundidades efectivas para la zona de estudio.
- Elaborar el mapa de Capacidad de uso de la tierra por medio de la metodología INAB, para la zona de estudio.
- Actualizar el mapa de uso de la tierra para la zona de estudio.
- Elaborar el mapa de intensidad de uso de la tierra para la zona de estudio.

3.4.2 METODOLOGÍA

3.4.2.1 Fase 1: gabinete 1

Se recopiló el mapa de Modelo de Elevación Digital (GRD o GRID) elaborado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA *et al.*, 2006) a escala 1:50,000, como base para la realización de la leyenda fisiográfica de la zona de influencia del PNLL, subcuenca río Salinas (área de captación).

Se utilizó las hojas cartográficas que componen el área para la elaboración del mapa de pendientes, elaborando la rejilla de pendientes.

3.4.2.2 Fase 2: Reconocimiento de campo

En el campo se utilizó la información cartográfica y verificando la información del con lo se verificó la cobertura vegetal, se identificaron los centros poblados, la accesibilidad y la fisiografía.

3.4.2.3 Fase 3: Gabinete 2, integración de la información.

A. Cobertura y uso actual de la tierra

La cobertura vegetal y el uso actual de la tierra se actualizó en base al mapa generado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA *et al.*, 2006).

Para la realización del mapa se realizó un chequeo en campo en donde se actualizaron los diferentes usos y coberturas (Figura 43).

B. Pendientes:

El mapa de pendientes se elaboró a partir del análisis de las curvas de nivel de las hojas cartográficas a escala 1:50,000 de: Laguna Lachuá 2063I, Cuxpemech 2063 II, San Antonio El Baldío 2063 III, Río Tzeja 2063 IV, Río Chixoy o Negro 2064 II. Se utilizó los rangos de pendientes establecidos por el Instituto Nacional de Bosques (INAB), elaborando la plantilla para las tierras calizas Bajas del Norte (Figura 41).

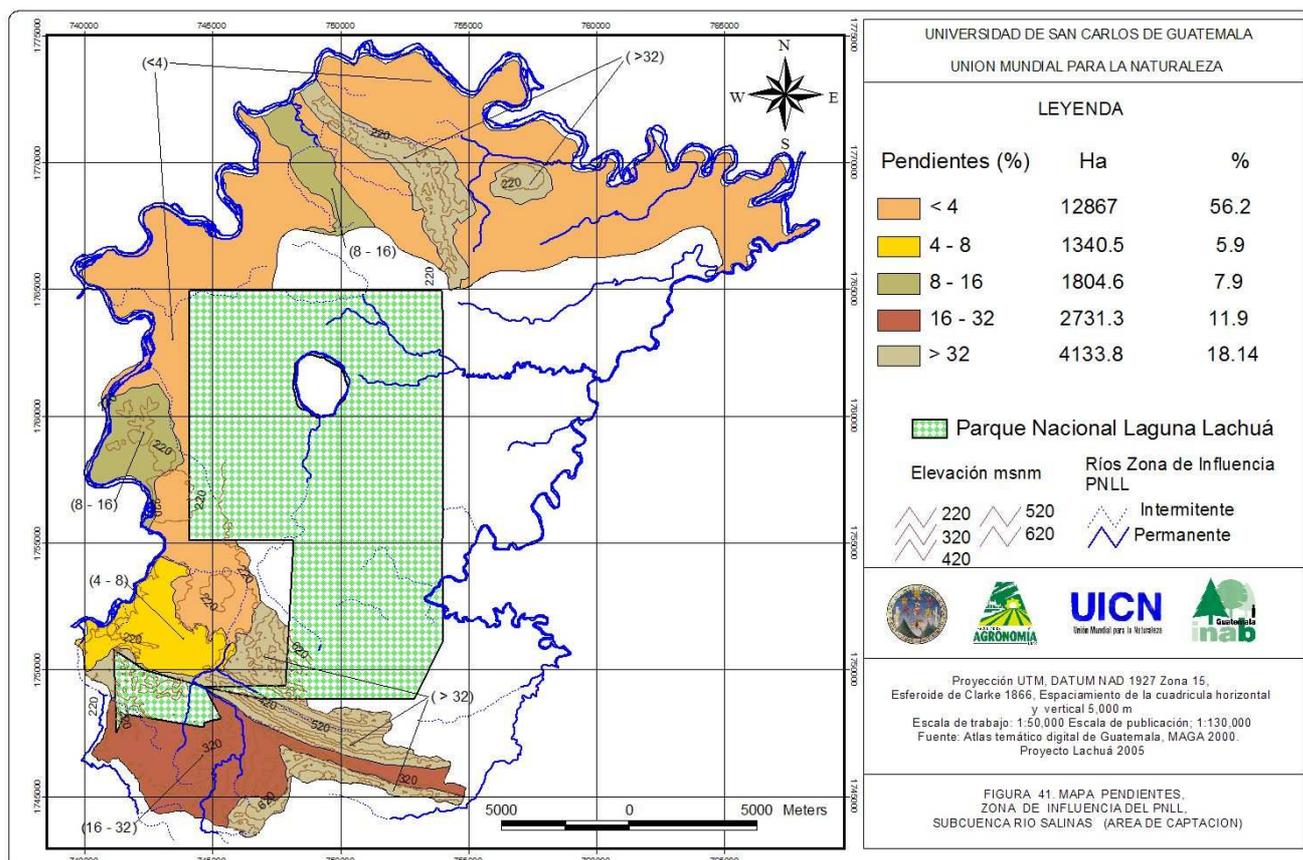


Figura 41. Mapa de pendientes de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

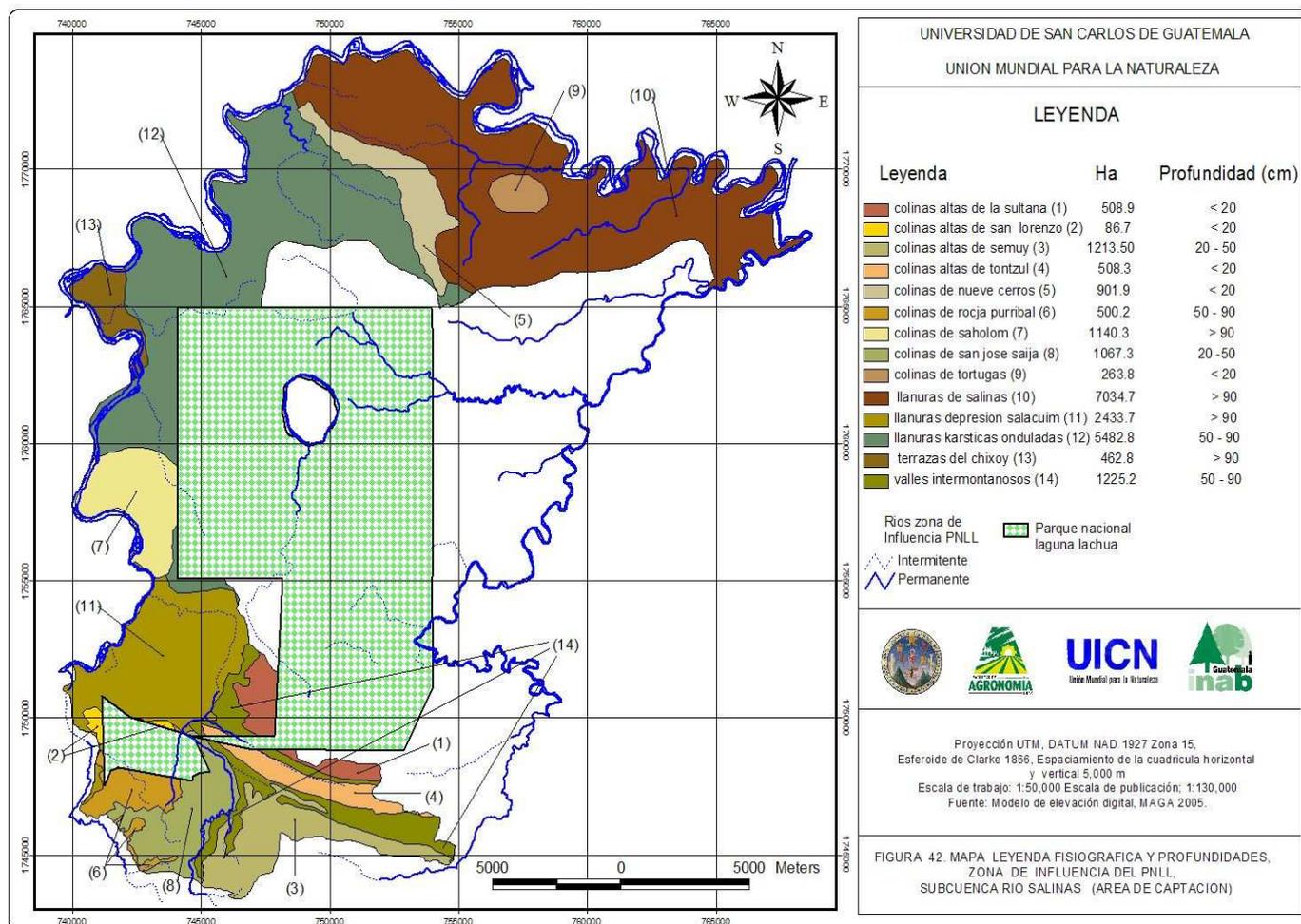


Figura 42. Mapa de profundidades de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

C. Profundidades:

Se realizó barrenamientos en las distintas unidades fisiográficas con la finalidad de establecer las profundidades efectivas predominantes para la subcuenca, y las unidades que presentaban la misma tendencia en cuanto a profundidades se homogenizaron o unieron en el mapa como una misma unidad (Figura 42).

D. Capacidad de uso de la tierra

Con la información generada, se determinó la capacidad de uso de la tierra según la metodología empleada por el INAB. Las variables que se consideran en la clasificación son: la profundidad del suelo, la pendiente, la pedregosidad y el drenaje. Los estudios de campo determinaron que estas características del suelo son las más determinantes a la hora de tomar una decisión con respecto al uso más adecuado.

3.4.3 RESULTADOS

3.4.3.1 Uso de la Tierra

Dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) se ubicaron las siguientes categorías de uso y/o cobertura vegetal (MAGA *et. al.*, 2006) que se muestran en la figura 9 y se describen a continuación (Figura 49):

- Arbustos, guamil y pastos: esta categoría ocupa un 31.64% de la subcuenca, y se ubica en lugares donde la agricultura anual es poco productiva.
- Bosque latifoliado: esta categoría ocupa un 50.20% de la subcuenca, representa el principal uso dentro de la subcuenca, aquí se encuentran especies forestales de valor comerciales y no comerciables.
- Cultivo de cardamomo: esta categoría ocupa el 3.45% de la subcuenca, esto se debe a que la demanda de dicho cultivo ha decaído debido a su rentabilidad.
- Complejo de cultivos: esta categoría ocupa un 0.58% de la subcuenca, aquí se encuentran cultivos como tomate, piña, frutales, etc.
- Cultivo anual maíz: esta categoría ocupa un 10.72% de la subcuenca, esto debido a que la base en la dieta de los pobladores de la subcuenca se basa en maíz.

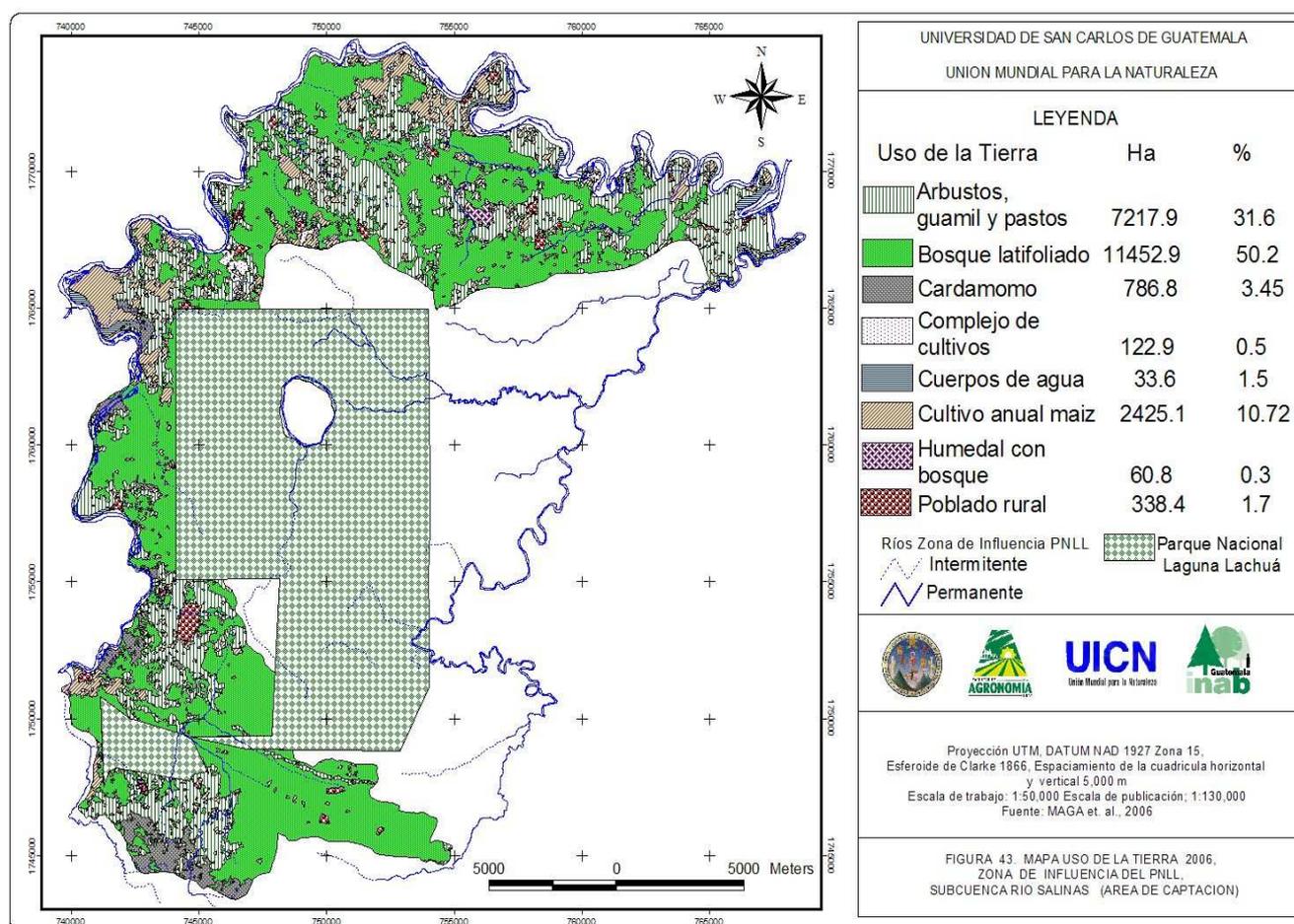


Figura 43. Mapa de uso de la tierra para el año 2006 en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

- Humedal con bosque: esta categoría ocupa un 0.27% de la subcuenca, esta son zonas pantanosas y/o inundables.
- Asentamientos humano rural: esta categoría ocupa el 1.70 % del área de la subcuenca y en ella se encuentran 33 poblados.
- Cuerpos de agua: esta categoría ocupa un 1.47% de la subcuenca, estos cuerpos son las lagunetas que se encuentran en los límites de la comunidad de Tortugas y finca 9 cerros, fuentes superficiales de agua y río Chixoy.

3.4.3.2 Capacidad de Uso

Según el estudio realizado en la figura 59 y cuadro 44, se puede observar las cinco categorías de Uso (estas categorías de Uso fueron determinadas en base a la metodología del Instituto Nacional de Bosques –INAB- a nivel de semidetalle (1:50,000) la cual esta dada para fines de **aprovechamiento forestal** las cuales son:

- Tierras Forestales para la Protección (Fp), representa el 18.58 % del área de estudio, se ubica en áreas de fuerte pendiente, suelos de poca profundidad y con afloramientos rocosos.
- Tierras Forestales para la producción y/o Tierras Forestales para la Protección (F/Fp), esta categoría constituye el 8.33 % dentro de la zona de influencia del PNLL, se ubica en áreas de fuerte pendiente y poco profundidad.
- Sistemas Silvopastoriles (Ss), ocupan el 3.44 % de la zona de estudio, dado por las condiciones de pendiente, pedregosidad y drenaje presentes en el área.
- Agricultura con Mejoras (Am), ocupa el mayor porcentaje en área (63.76 %) de la zona de influencia del PNLL, presenta limitaciones moderadas en cuanto al uso intensivo del suelo, requiriendo practicas de manejo y conservación de suelos así como medidas agronómicas intensivas.
- Agricultura sin limitaciones (A), esta categoría constituye el 5.88 % del la zona de influencia del PNLL, y por sus condiciones de topografía plana y suelos profundos, sin limitaciones de pedregosidad y drenajes, permite que puede cultivarse a cualquier intensidad sin deterioro del suelo.

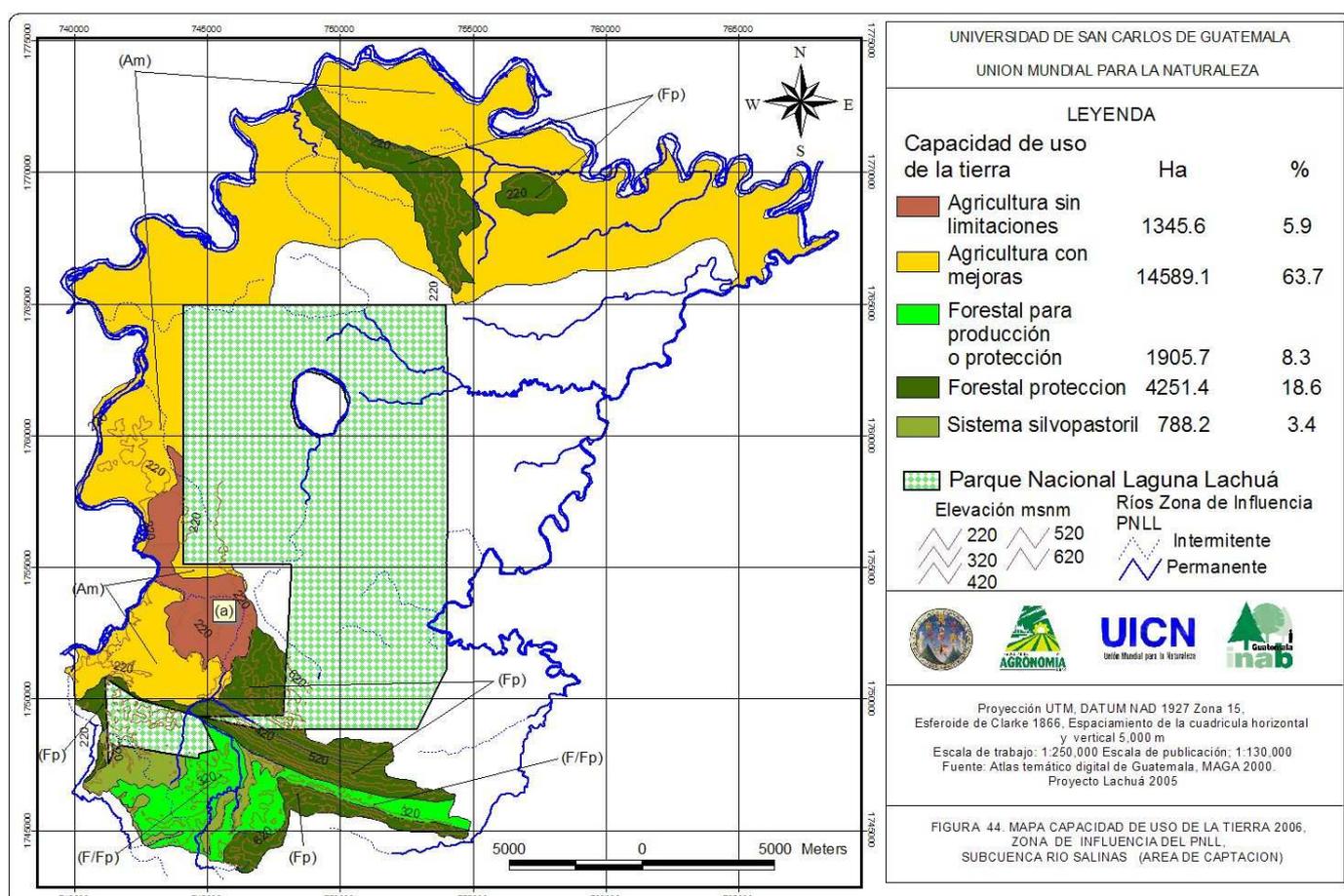


Figura 44. Mapa de capacidad de uso de la tierra para el año 2006 en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

Cuadro 59. Categorías de capacidad de uso de la tierra.

No.	Categoría de uso	Símbolo	Hectáreas	Km ²	%
1	Agricultura sin limitaciones	A	1,345.62	13.45	5.88
2	Agricultura con mejoras	Am	14,589.18	145.90	63.76
3	Sistemas silvopastoriles	Ss	788.15	7.89	3.44
4	Tierras forestales producción/protección	F/Fp	1905.71	19.06	8.33
5	Tierras forestales de protección	Fp	4251.48	42.50	18.58
	Total		22,880.14	228.8	100.00

3.4.3.3 Intensidad de uso

Al sobreponer los mapas: de Capacidad de Uso, Cobertura Vegetal y uso de la Tierra, se obtuvo las categorías de intensidad de uso que se muestran en la figura 5.

En el cuadro 60 y figura 45 se presenta la distribución de las categorías de intensidad de uso, predominando la categoría subutilizado con un 56.55 % de la zona de influencia del PNLL, seguido por la categoría de uso correcto con 36.18 % y el restante 7.27 %, lo ocupa la categoría subutilizado.

Cuadro 60. Categorías de Intensidad de Uso.

No.	Categoría	Hectáreas	Km ²	%
1	Uso Correcto	8249.98	82.50	36.18
2	Subutilizado	12893.68	128.94	56.55
3	Sobre utilizado	1658.25	16.58	7.27
	Total	22801.91	228.02	100.00

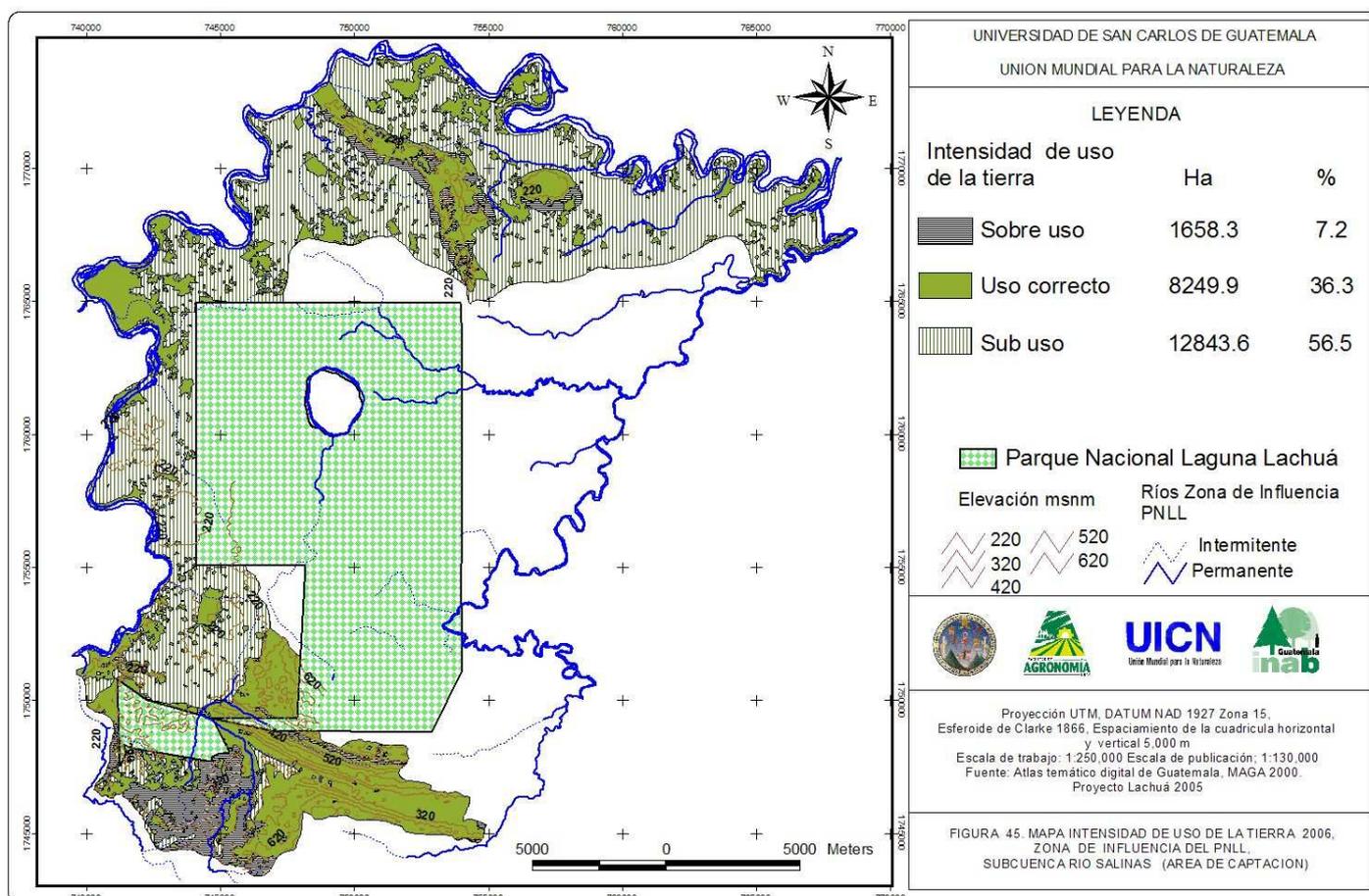


Figura 45. Mapa de intensidad de uso de la tierra para el año 2006 en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

3.4.4 EVALUACIÓN (Logro de objetivos)

- Se elaboró el mapa fisiográfico de la zona de estudio.
- Se elaboró el mapa de pendientes para la zona de estudio.
- Se elaboró el mapa de profundidades efectivas para la zona de estudio.
- Se elaboró el mapa de Capacidad de uso de la tierra por medio de la metodología INAB, y su descripción.
- Se actualizó el mapa de uso de la tierra para la zona de estudio y su descripción.
- Se elaboró el mapa de intensidad de uso de la tierra para la zona de estudio y su descripción.

3.5 INFORME DEL SERVICIO 4. Actualización de la taxonomía de suelos de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación)

3.5.1 OBJETIVO

3.5.1.1 General

- Actualizar la clasificación taxonómica de suelos existente de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) a la clasificación del Soil Survey Staff 2003 del departamento de Agricultura de los Estados Unidos, (USDA).

3.5.1.2 Específicos

- Elaborar la nueva clasificación taxonómica de suelos para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).
- Generar el mapa de la nueva clasificación taxonómica de suelos.

3.5.2 METODOLOGIA

En base al estudio de clasificación taxonómica de suelos a nivel de semidetalle realizado por Monzón (1,999), en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación) se pueden encontrar los siguientes sub-grupos: (Cuadro 61).

Cuadro 61. Clasificación Taxonómica de suelos. USDA para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (zona de captación).

Código de Unidad	Tipo de Unidad Cartográfica	Clasificación Taxonómica
A ₁	Vertic Humitropepts	Consociación
A ₂	Typic Humitropepts	Consociación
A ₃	Typic Endoaquents/ Vertic Fluvaquents	Asociación
A ₅	Typic Humitropepts/ Oxyaquic Humitropepts	Asociación
A ₆	Typic Palehumults	Consociación
A ₈	Typic Tropopsaments	Consociación
A ₁₀	Lythic Tropopsaments	Consociación
A ₁₁	Typic Plinthohumults	Consociación

Fuente: Monzón, R. (1,999)

3.5.3 RESULTADOS

Utilizando la clave de Taxonomía de Suelos del año 2003 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) se determino que únicamente las Unidades A₅, A₈ y A₁₀ cambiaron, las demás siguen igual. (Cuadro 62 y figura 46).

Cuadro 62. Clasificación Taxonómica de suelos. USDA (2003).

Código de Unidad	Tipo de Unidad Cartográfica	Clasificación Taxonómica
A ₁	Vertic Dystrudepts	Consociación
A ₂	Typic Humitropepts	Consociación
A ₃	Typic Endoaquents / Vertic Fluvaquents	Asociación
A ₅	Tepic Dystrudepts / Oxyaquic Dystrudepts	Asociación
A ₆	Typic Palehumults	Consociación
A ₈	Typic Udipsamments	Consociación
A ₁₀	Lithic Udorthents	Consociación
A ₁₁	Typic Plinthohumults	Consociación

Fuente: Monzón, R. (1,999). Modificado Hernández, J. M 2007

3.5.4 EVALUACIÓN (Logro de objetivos)

- Se elaboró la nueva clasificación taxonómica de suelos para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).
- Se generó el mapa de la nueva clasificación taxonómica de suelos.

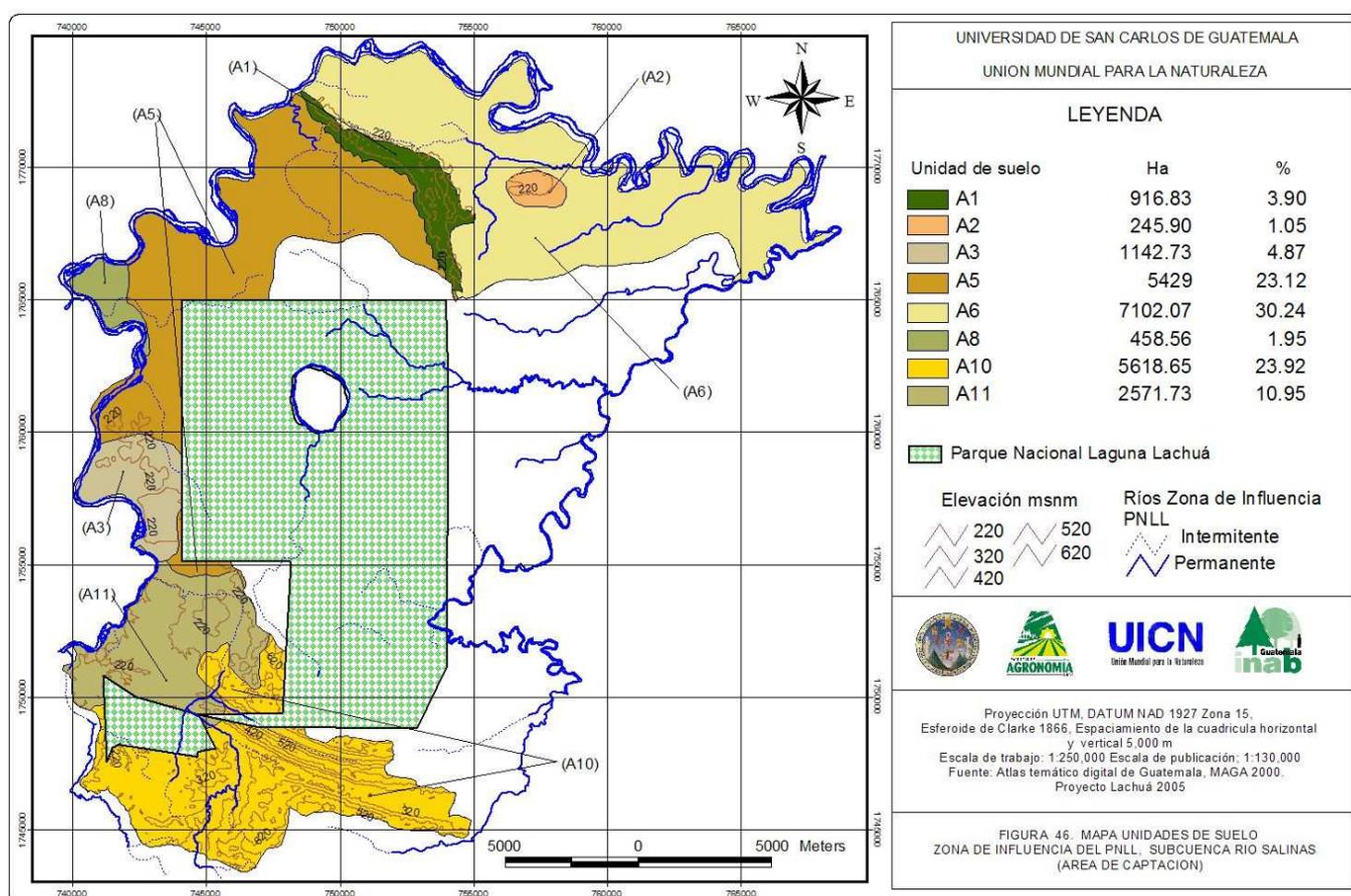


Figura 46. Mapa de Clasificación Taxonómica de Suelos en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

3.6 INFORME DEL SERVICIO 5. Aforos de las principales fuentes hídricas superficiales dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación)

3.6.1 OBJETIVO

3.6.1.1 General

- Cuantificar el caudal de agua durante la época de estiaje (caudal mínimo) en las principales fuentes hídricas superficiales en la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

3.6.1.2 Específicos

- Aplicar el método sección-velocidad.
- Realizar el perfil Topográfico de la sección transversal para cada punto aforado.
- Cuantificar en m³/s la cantidad de agua que escurre durante la época de estiaje.

3.6.2 METODOLOGIA

Fueron aforados 15 fuentes hídricas superficiales en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, subcuenca del río Salinas (área de captación). Para realizar los aforos se empleó el Método sección velocidad (Herrera, 1995), el cual consiste básicamente en medir en un área transversal de la corriente, previamente determinada, las velocidades de flujo con las cuales se puede obtener luego el caudal.

Además se llevó a cabo un levantamiento topográfico completo de la sección transversal, empleando una cinta métrica. La sección escogida se dividió en tramos iguales en donde se procedió a tomar las velocidades empleando un correntómetro (molinete) a una profundidad de 6/10 de la misma. (Herrera, 1995) Para el río Machaca, Limite PNLL (Zapotal 2) el cálculo del caudal fue realizado por medio del método del flotador (Herrera, 1995). En la Figura 47 se pueden observar la ubicación de los puntos de aforo dentro del área de estudio.

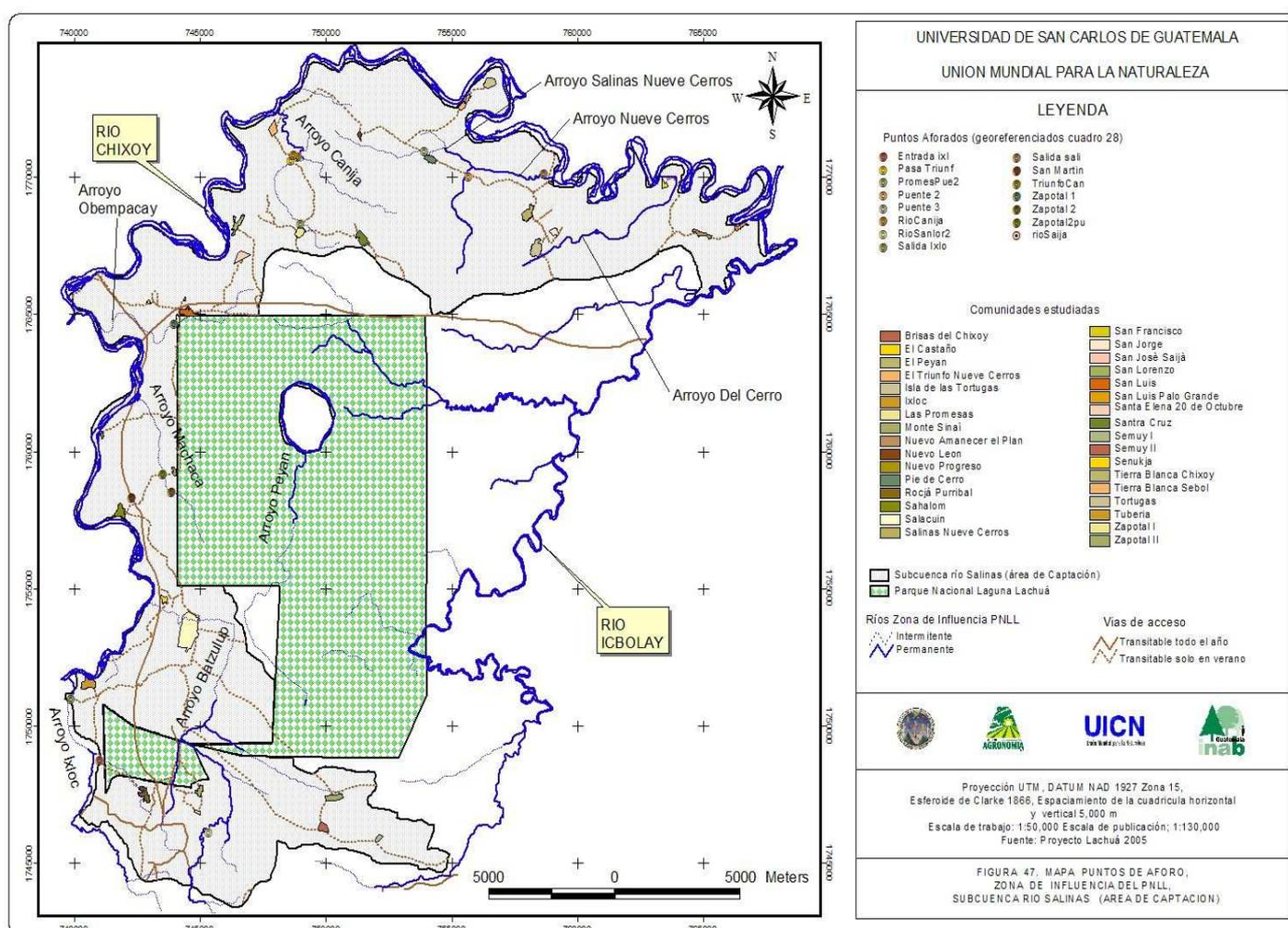


Figura 47. Mapa de ubicación de puntos de aforo dentro de la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

3.6.3 RESULTADOS

A. Río Ixloc (Salida Ixlo)

El caudal obtenido fue de 3.43 m³/s, como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 63 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 48.

Cuadro 63. Aforo del río Ixloc (Salida Ixlo).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media (ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00	0	0.09						
1.00	0.18	0.265	1.0	0.11	1.40	0.43	0.09	0.04
2.00	0.35	0.41	1.0	0.21	1.54	0.47	0.27	0.12
3.00	0.47	0.6	1.0	0.28	1.34	0.41	0.41	0.17
4.00	0.73	0.75	1.0	0.44	1.03	0.31	0.60	0.19
5.00	0.77	0.835	1.0	0.46	1.28	0.39	0.75	0.29
6.00	0.9	0.91	1.0	0.54	1.40	0.43	0.84	0.36
7.00	0.92	0.93	1.0	0.55	1.20	0.37	0.91	0.33
8.00	0.94	0.95	1.0	0.56	1.42	0.43	0.93	0.40
9.00	0.96	0.98	1.0	0.58	1.81	0.55	0.95	0.52
10.00	1	1.15	1.0	0.60	1.59	0.48	0.98	0.48
11.00	1.3	0.98	1.0	0.78	0.95	0.29	1.15	0.33
12.00	0.66	0.33	1.0	0.40	0.66	0.20	0.98	0.20
13.0							0.33	3.43



Figura 48. Perfil topográfico de la sección transversal, río Ixloc.

B. Río Ixloc (Entrada ixlo)

El caudal obtenido fue de 0.27 m³/s como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 64 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 49.

Cuadro 64. Aforo del río Ixloc (Entrada ixlo).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	velocidad media (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0	0.00							
0.5	0.19	0.10	0.50	0.11	0.68	0.21	0.05	0.01
1	0.15	0.17	0.50	0.09	0.67	0.20	0.09	0.02
1.5	0.15	0.15	0.50	0.09	0.76	0.23	0.08	0.02
2	0.13	0.14	0.50	0.08	0.65	0.20	0.07	0.01
2.5	0.14	0.13	0.50	0.08	0.64	0.20	0.07	0.01
3	0.18	0.16	0.50	0.11	0.66	0.20	0.08	0.02
3.5	0.21	0.20	0.50	0.13	0.58	0.18	0.10	0.02
4	0.26	0.24	0.50	0.16	0.52	0.16	0.12	0.02
4.5	0.31	0.29	0.50	0.19	0.48	0.15	0.14	0.02
5	0.35	0.33	0.50	0.21	0.49	0.15	0.17	0.02
5.5	0.35	0.35	0.50	0.21	0.46	0.14	0.18	0.02
6	0.39	0.37	0.50	0.23	0.40	0.12	0.19	0.02
6.5	0.40	0.40	0.50	0.24	0.31	0.09	0.20	0.02
7	0.40	0.40	0.50	0.24	0.21	0.06	0.20	0.01
7.5	0.39	0.40	0.50	0.23	0.09	0.03	0.20	0.01
8	0.36	0.38	0.50	0.22	0.06	0.02	0.19	0.00
8.5	0.36	0.36	0.50	0.22	0.06	0.02	0.18	0.00
9	0.36	0.36	0.50	0.22	0.05	0.02	0.18	0.00
9.5	0.42	0.39	0.50	0.25	0.04	0.01	0.20	0.00
10	0.37	0.39	0.50	0.22	0.04	0.01	0.20	0.00
10.5	0.22	0.29	0.50	0.13	0.04	0.01	0.15	0.00
11	0.10	0.16	0.50	0.06	0.02	0.01	0.08	0.00
11.5		0.05					0.03	0.27

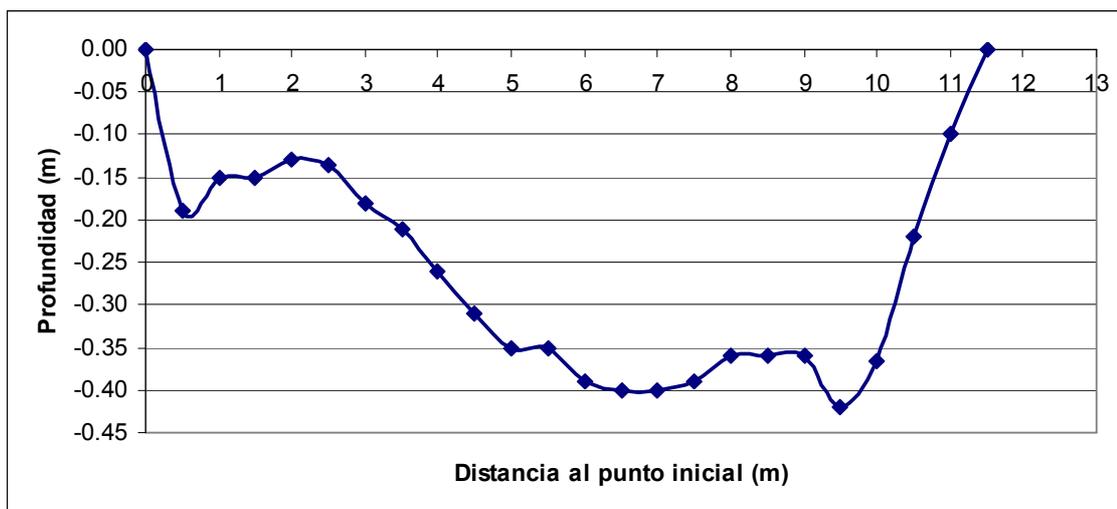


Figura 49. Perfil topográfico de la sección transversal, río Ixloc (Entrada Ixlo).

C. Río Batzulup, San Lorenzo II (RioSanlor2)

El caudal obtenido fue de $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 65 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 50.

Cuadro 65. Aforo del río Batzulup, San Lorenzo II (RioSanlor2).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00								
0.50	0.11	0.05	0.50	0.06	0.00	0.00	0.03	0.00
1.00	0.80	0.45	0.50	0.48	0.08	0.02	0.23	0.01
1.50	0.90	0.85	0.50	0.54	0.09	0.03	0.43	0.01
2.00	0.11	0.51	0.50	0.07	0.06	0.02	0.25	0.00
2.50	0.23	0.17	0.50	0.14	0.06	0.02	0.09	0.00
3.00	0.27	0.25	0.50	0.16	0.17	0.05	0.13	0.01
3.50	0.18	0.23	0.50	0.11	0.26	0.08	0.11	0.01
4.00	0.11	0.14	0.50	0.06	0.20	0.06	0.07	0.00
4.50	0.16	0.13	0.50	0.10	0.22	0.07	0.07	0.00
5.00	0.16	0.16	0.50	0.10	0.23	0.07	0.08	0.01
5.50	0.22	0.19	0.50	0.13	0.01	0.00	0.10	0.00
6.00	0.40	0.31	0.50	0.24	0.01	0.00	0.16	0.00
6.50	0.11	0.26	0.50	0.07	0.01	0.00	0.13	0.00
7.00	0.50	0.31	0.50	0.30	0.01	0.00	0.15	0.00
7.50	0.00	0.25	0.50	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00
							2.13	0.05

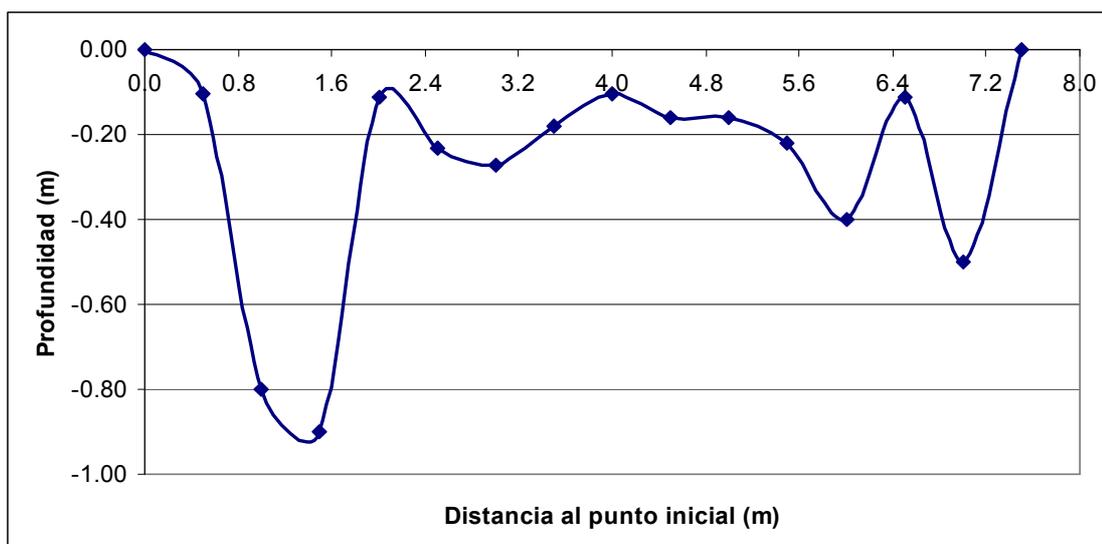


Figura 50. Perfil topográfico de la sección transversal, río Batzulup, San Lorenzo II (RioSanlor2).

D. Río Batzulup, San José Saija (rioSaija)

El caudal obtenido fue de $0.11 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 66 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 51.

Cuadro 66. Aforo del río Batzulup, San José Saija (rioSaija).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00								
0.50	0.40	0.20	0.50	0.24	0.12	0.04	0.10	0.00
1.00	0.70	0.55	0.50	0.42	0.33	0.10	0.28	0.03
1.50	0.80	0.75	0.50	0.48	0.45	0.14	0.38	0.05
2.00	0.10	0.45	0.50	0.06	0.27	0.08	0.23	0.02
2.50	0.12	0.11	0.50	0.07	0.13	0.04	0.06	0.00
3.00	0.12	0.12	0.50	0.07	0.07	0.02	0.06	0.00
3.50	0.14	0.13	0.50	0.08	0.08	0.02	0.07	0.00
4.00	0.13	0.14	0.50	0.08	0.08	0.02	0.07	0.00
4.50	0.14	0.14	0.50	0.08	0.08	0.02	0.07	0.00
5.00	0.15	0.15	0.50	0.09	0.09	0.03	0.07	0.00
5.50	0.12	0.14	0.50	0.07	0.08	0.02	0.07	0.00
6.00	0.12	0.12	0.50	0.07	0.04	0.01	0.06	0.00
6.50		0.06			0.03	0.01	0.03	0.00
							1.52	0.11

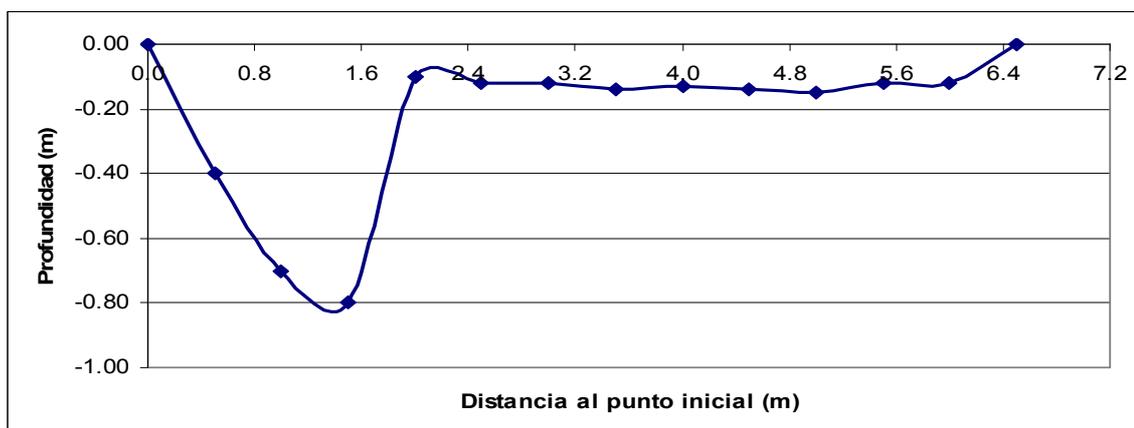


Figura 51. Perfil topográfico de la sección transversal, río Batzulup, San José Saija (rioSaija).

E. Río San Martín (San Martín)

El caudal obtenido fue de $0.016 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 67 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 52.

Cuadro 67. Aforo del río San Martín (San Martín).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media en (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.000								
0.100	0.050	0.025	0.100	0.030	0.000	0.000	0.003	0.000
0.200	0.080	0.065	0.100	0.048	0.000	0.000	0.007	0.000
0.300	0.100	0.090	0.100	0.060	0.000	0.000	0.009	0.000
0.400	0.080	0.090	0.100	0.048	0.190	0.058	0.009	0.001
0.500	0.100	0.090	0.100	0.060	0.500	0.152	0.009	0.001
0.600	0.080	0.090	0.100	0.048	0.700	0.213	0.009	0.002
0.700	0.110	0.095	0.100	0.066	0.670	0.204	0.010	0.002
0.800	0.120	0.115	0.100	0.072	0.220	0.067	0.012	0.001
0.900	0.110	0.115	0.100	0.066	0.510	0.155	0.012	0.002
1.000	0.120	0.115	0.100	0.072	0.540	0.165	0.012	0.002
1.100	0.100	0.110	0.100	0.060	0.440	0.134	0.011	0.001
1.200	0.100	0.100	0.100	0.060	0.660	0.201	0.010	0.002
1.300	0.100	0.100	0.100	0.060	0.430	0.131	0.010	0.001
1.400	0.080	0.090	0.100	0.048	0.320	0.098	0.009	0.001
1.500	0.090	0.085	0.100	0.054	0.140	0.043	0.009	0.000
1.600	0.080	0.085	0.100	0.048	0.000	0.000	0.009	0.000
1.700	0.070	0.075	0.100	0.042	0.000	0.000	0.008	0.000
1.800	0.060	0.065	0.100	0.036	0.000	0.000	0.007	0.000
1.900	0.020	0.040	0.100	0.012	0.000	0.000	0.004	0.000
2.000	0.000	0.010	0.100	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
							0.120	0.016

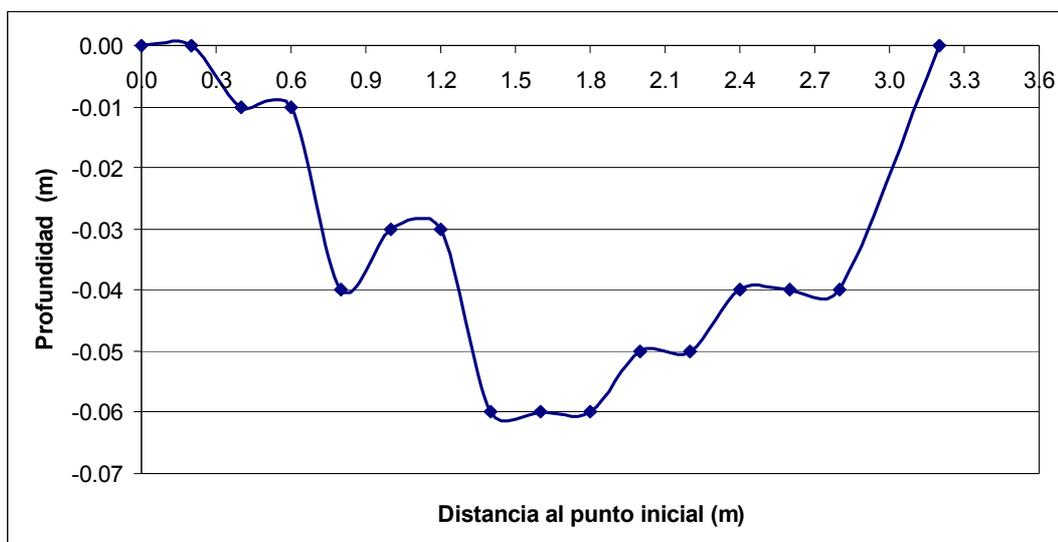


Figura 53. Perfil topográfico de la sección transversal, río Machaca, Limite PNLL (Zapotal 2).

G. Río Machaca Puente, puente (Zapotal2pu)

El caudal obtenido fue de $0.032 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 68 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 54.

Cuadro 68. Aforo del río Macha, puente (Zapotal2pu).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media en (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00	0.00			0.00				
0.20	0.16	0.08	0.2	0.10	1.01	0.31	0.02	0.005
0.40	0.26	0.21	0.2	0.16	0.80	0.24	0.04	0.010
0.60	0.22	0.24	0.2	0.13	0.27	0.08	0.05	0.004
0.80	0.17	0.20	0.2	0.10	0.33	0.10	0.04	0.004
1.00	0.18	0.18	0.2	0.11	0.10	0.03	0.04	0.001
1.20	0.16	0.17	0.2	0.10	0.29	0.09	0.03	0.003
1.40	0.15	0.16	0.2	0.09	0.20	0.06	0.03	0.002
1.60	0.11	0.13	0.2	0.07	0.21	0.06	0.03	0.002
1.80	0.10	0.11	0.2	0.06	0.16	0.05	0.02	0.001
2.00	0.08	0.09	0.2	0.05	0.10	0.03	0.02	0.001
2.20	0.05	0.07	0.2	0.03	0.05	0.02	0.01	0.000
2.40		0.03			0.00	0.00	0.01	0.000
							0.33	0.032

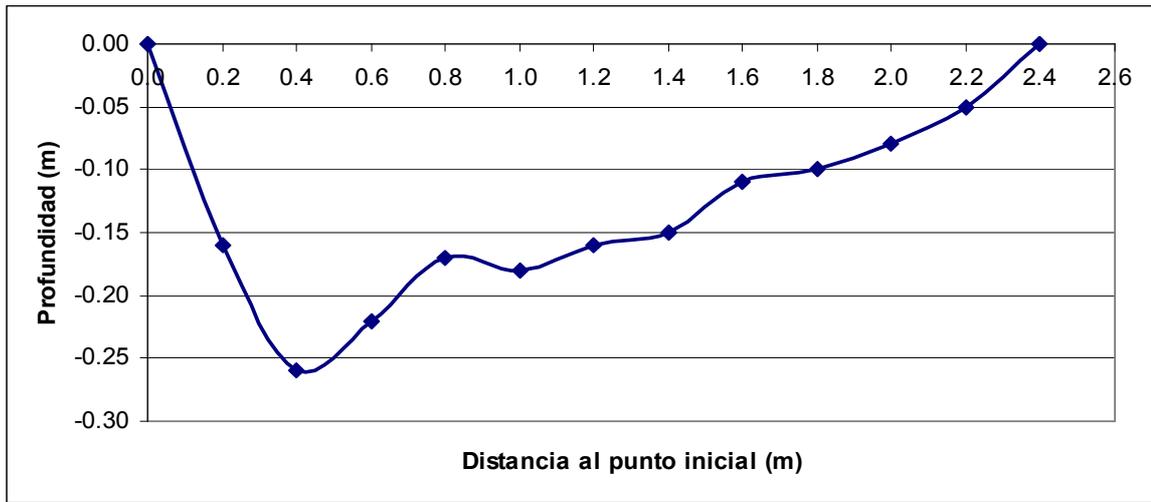


Figura 54. Perfil topográfico de la sección transversal, río Machaca puente, (Zapotal2pu).

H. Río Obempacay, limite PNLL (Zapotal 1)

El caudal obtenido fue de 0.033 m³/s como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 69 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 55.

Cuadro 69. Aforo del río Obempacay, limite PNLL (Zapotal 1).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00	0							
0.20	0.51	0.26	0.5	0.15	0	0.00	0.13	0.00
0.40	0.68	0.60	0.5	0.36	0.13	0.04	0.30	0.01
0.60	0.7	0.69	0.5	0.41	0.24	0.07	0.35	0.03
0.80	0.76	0.73	0.5	0.44	0.27	0.08	0.37	0.03
1.00	0.84	0.80	0.5	0.48	0.16	0.05	0.40	0.02
1.20	0.86	0.85	0.5	0.51	0.32	0.10	0.43	0.04
1.40	0.88	0.87	0.5	0.52	0.25	0.08	0.44	0.03
1.60	0.85	0.87	0.5	0.52	0.17	0.05	0.43	0.02
1.80	0.78	0.82	0.5	0.49	0.19	0.06	0.41	0.02
2.00	0.68	0.73	0.5	0.44	0.32	0.10	0.37	0.04
2.20	0.66	0.67	0.5	0.40	0.25	0.08	0.34	0.03
2.40	0.81	0.74	0.5	0.44	0.16	0.05	0.37	0.02
2.60	0.51	0.66	0.5	0.40	0.15	0.05	0.33	0.02
2.80	0.46	0.49	0.5	0.29	0.18	0.05	0.24	0.01
3.00	0.38	0.42	0.5	0.25	0.09	0.03	0.21	0.01
3.20	0.26	0.32	0.5	0.19	0.06	0.02	0.16	0.00
3.40	0.15	0.21	0.5	0.12	0.03	0.01	0.10	0.00
		0.08	0.5	0.05	0.01	0.00	0.04	0.00
							5.39	0.33

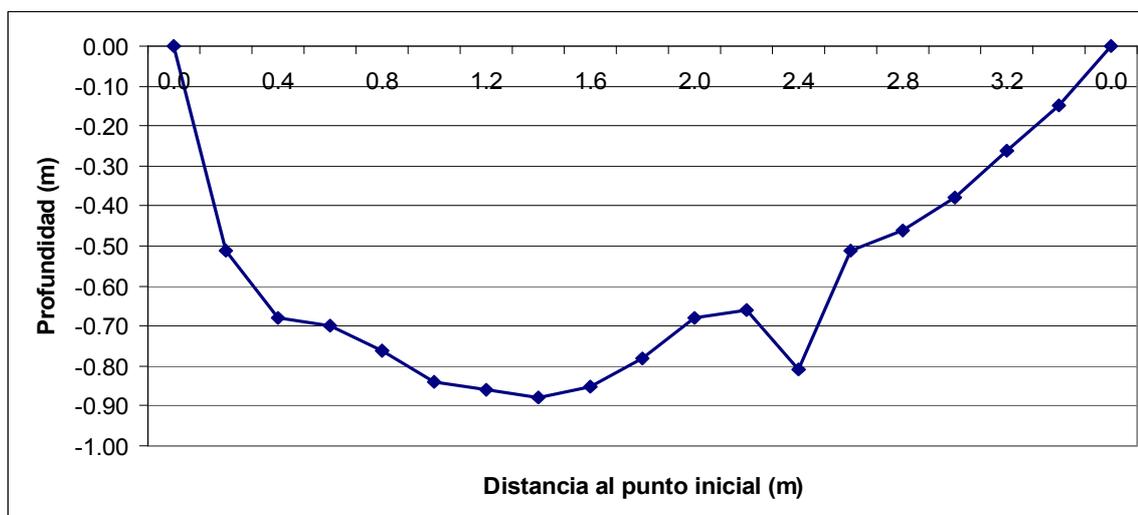


Figura 55. Perfil topográfico de la sección transversal, río Obempacay, (Zapotal 1).

I. Río Canijá, puente promesas II (PromesPue2)

El caudal obtenido fue de $0.071 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 70 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 56.

Cuadro 70. Aforo del río Canijá, puente promesas II (PromesPue2).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media en (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00				0.00				
0.40	0.11	0.06	0.40	0.07	0.32	0.10	0.02	0.002
0.80	0.14	0.13	0.40	0.08	0.08	0.02	0.05	0.001
1.20	0.18	0.16	0.40	0.11	0.23	0.07	0.06	0.004
1.60	0.19	0.19	0.40	0.11	0.19	0.06	0.07	0.004
2.00	0.20	0.20	0.40	0.12	0.22	0.07	0.08	0.005
2.40	0.22	0.21	0.40	0.13	0.17	0.05	0.08	0.004
2.80	0.27	0.25	0.40	0.16	0.30	0.09	0.10	0.009
3.20	0.28	0.28	0.40	0.17	0.13	0.04	0.11	0.004
3.60	0.29	0.29	0.40	0.17	0.19	0.06	0.11	0.007
4.00	0.29	0.29	0.40	0.17	0.29	0.09	0.12	0.010
4.40	0.27	0.28	0.40	0.16	0.33	0.10	0.11	0.011
4.80	0.25	0.26	0.40	0.15	0.24	0.07	0.10	0.008
5.20	0.21	0.23	0.40	0.13	0.00	0.00	0.09	0.000
5.60		0.11	0.40	0.00	0.00	0.00	0.04	0.000
							1.16	0.071

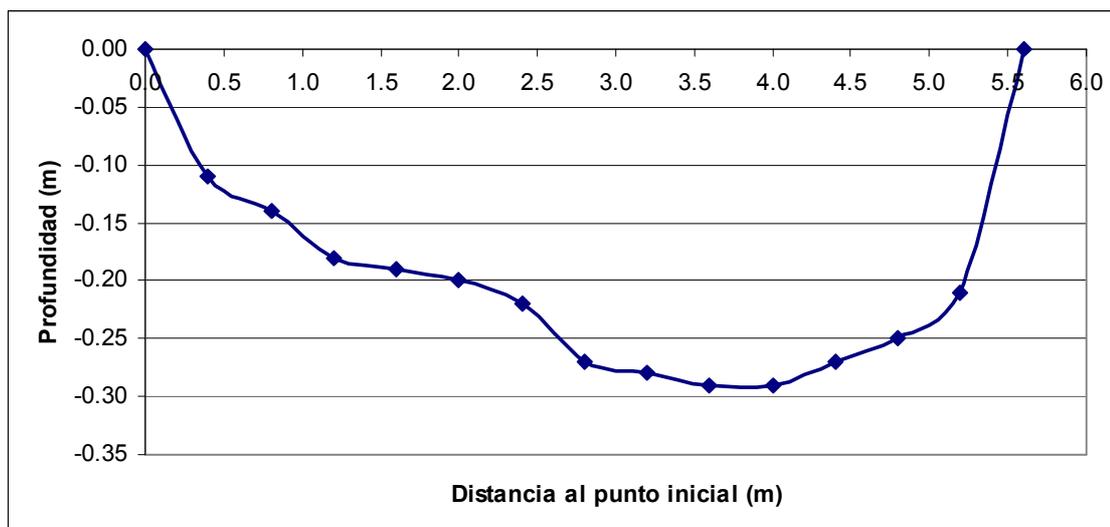


Figura 56. Perfil topográfico de la sección transversal, río Canijá, puente promesas II (PromesPue2).

J. Río Canijá, Comunidad Promesas a (TriunfoCan)

El caudal obtenido fue de $0.033 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 71 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 57.

Cuadro 71. Aforo del río Canijá, Comunidad promesas a (TriunfoCan).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media en (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00								
0.30	0.15	0.08	0.30	0.09	0.14	0.04	0.02	0.001
0.60	0.13	0.14	0.30	0.08	0.21	0.06	0.04	0.003
0.90	0.13	0.13	0.30	0.08	0.19	0.06	0.04	0.002
1.20	0.14	0.14	0.30	0.08	0.25	0.08	0.04	0.003
1.50	0.16	0.15	0.30	0.10	0.17	0.05	0.05	0.002
1.80	0.16	0.16	0.30	0.10	0.21	0.06	0.05	0.003
2.10	0.17	0.17	0.30	0.10	0.19	0.06	0.05	0.003
2.40	0.15	0.16	0.30	0.09	0.14	0.04	0.05	0.002
2.70	0.16	0.16	0.30	0.10	0.20	0.06	0.05	0.003
3.00	0.17	0.17	0.30	0.10	0.21	0.06	0.05	0.003
3.30	0.17	0.17	0.30	0.10	0.18	0.05	0.05	0.003
3.60	0.17	0.17	0.30	0.10	0.21	0.06	0.05	0.003
3.90	0.17	0.17	0.30	0.10	0.13	0.04	0.05	0.002
4.20	0.12	0.15	0.30	0.07	0.00	0.00	0.04	0.000
4.50		0.06					0.63	0.033

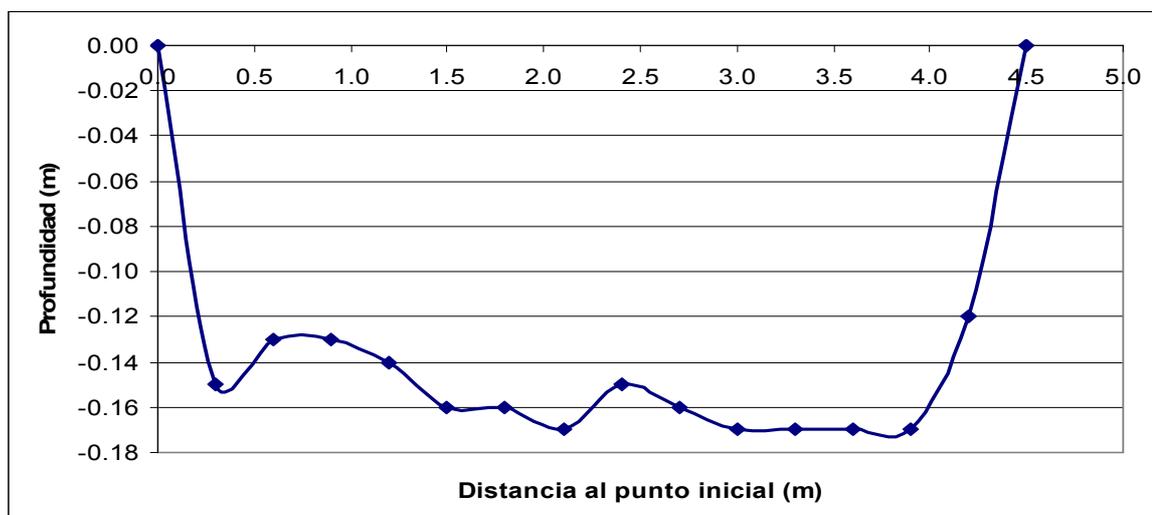


Figura 57. Perfil topográfico de la sección transversal, río Canijá. Comunidad Promesas puente a (TriunfoCan).

K. Rio Canijá, puente amaca comunidad el Triunfo (pasa Triunfo)

El caudal obtenido fue de $0.011 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 72 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 58.

Cuadro 72. Aforo del río Canijá, puente amaca comunidad el Triunfo (PasaTriunfo).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media en (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00	0.00							
0.40	0.17	0.09	0.40	0.10	0.22	0.07	0.03	0.00
0.80	0.24	0.21	0.40	0.14	0.14	0.04	0.08	0.00
1.20	0.28	0.26	0.40	0.17	0.22	0.07	0.10	0.01
1.60	0.31	0.30	0.40	0.19	0.14	0.04	0.12	0.01
2.00	0.36	0.34	0.40	0.22	0.16	0.05	0.13	0.01
2.40	0.41	0.39	0.40	0.25	0.23	0.07	0.15	0.01
2.80	0.45	0.43	0.40	0.27	0.15	0.05	0.17	0.01
3.20	0.46	0.46	0.40	0.28	0.20	0.06	0.18	0.01
3.60	0.47	0.47	0.40	0.28	0.27	0.08	0.19	0.02
4.00	0.48	0.48	0.40	0.29	0.22	0.07	0.19	0.01
4.40	0.47	0.48	0.40	0.28	0.16	0.05	0.19	0.01
4.80	0.44	0.46	0.40	0.26	0.25	0.08	0.18	0.01
5.20	0.14	0.29	0.40	0.08	0.05	0.02	0.12	0.00
5.60	0.00	0.07	0.40		0.00	0.00	0.03	0.00
							1.87	0.11

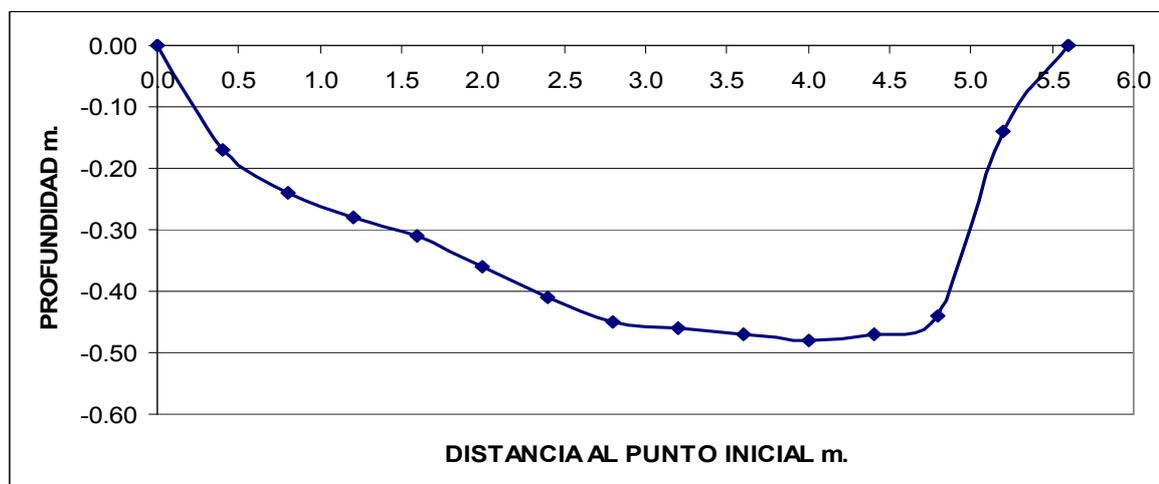


Figura 58. Perfil topográfico de la sección transversal, río Canijá. puente amaca comunidad el Triunfo (PasaTriunf).

L. Río Canijá, intermitente (RioCanija)

El caudal obtenido fue de $0.011 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 73 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 59.

Cuadro 73. Aforo del río Canijá, intermitente (RioCanija).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media en (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00	0.00							
0.20	0.19	0.10	0.20	0.11	0.33	0.10	0.02	0.002
0.40	0.27	0.23	0.20	0.16	0.28	0.09	0.05	0.004
0.60	0.27	0.27	0.20	0.16	0.27	0.08	0.05	0.004
0.80	0.26	0.27	0.20	0.16	0.50	0.15	0.05	0.008
1.00	0.25	0.26	0.20	0.15	0.16	0.05	0.05	0.002
1.20	0.21	0.23	0.20	0.13	0.20	0.06	0.05	0.003
1.40	0.20	0.21	0.20	0.12	0.24	0.07	0.04	0.003
1.60	0.17	0.19	0.20	0.10	0.27	0.08	0.04	0.003
1.80	0.15	0.16	0.20	0.09	0.15	0.05	0.03	0.001
2.00	0.14	0.15	0.20	0.08	0.16	0.05	0.03	0.001
2.20	0.11	0.13	0.20	0.07	0.03	0.01	0.03	0.000
2.40	0.11	0.11	0.20	0.07	0.00	0.00	0.02	0.000
2.60	0.10	0.11	0.20	0.06	0.00	0.00	0.02	0.000
2.80	0.00	0.05	0.20		0.00	0.00	0.00	0.000
							0.48	0.033

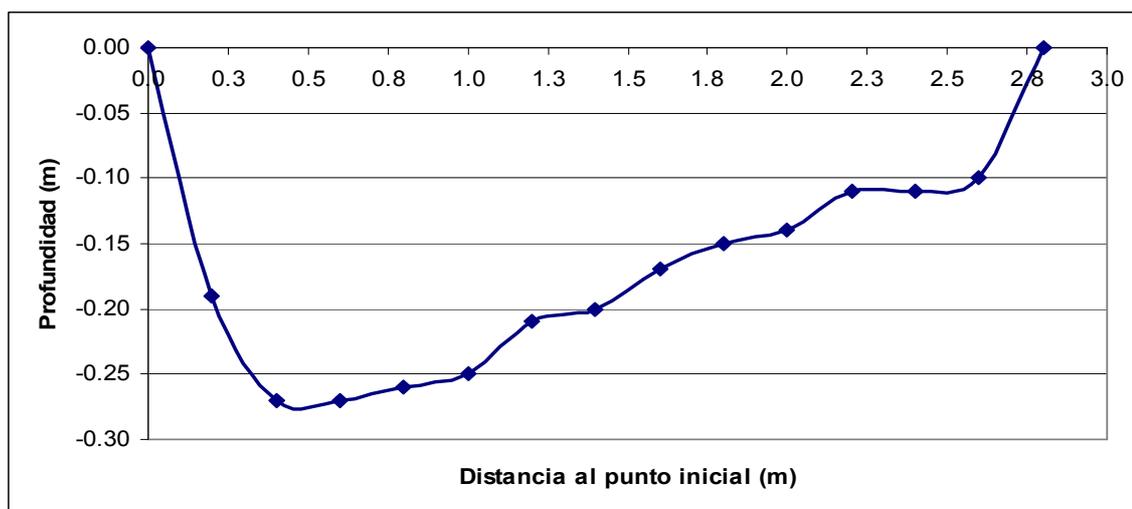


Figura 59. Perfil topográfico de la sección transversal, río Canijá. Intermitente (RioCanija).

M. Río Salinas, puente II (Puente 2)

El caudal obtenido fue de $0.050 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 74 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 60.

Cuadro 74. Aforo del río Salinas, puente II (Puente 2).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media en (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00								
0.30	0.14	0.07	0.30	0.08	0.04	0.01	0.02	0.000
0.60	0.22	0.18	0.30	0.13	0.11	0.03	0.05	0.002
0.90	0.19	0.21	0.30	0.11	0.20	0.06	0.06	0.004
1.20	0.21	0.20	0.30	0.13	0.20	0.06	0.06	0.004
1.50	0.26	0.24	0.30	0.16	0.20	0.06	0.07	0.004
1.80	0.29	0.28	0.30	0.17	0.20	0.06	0.08	0.005
2.10	0.36	0.33	0.30	0.22	0.16	0.05	0.10	0.005
2.40	0.45	0.41	0.30	0.27	0.15	0.05	0.12	0.006
2.70	0.41	0.43	0.30	0.25	0.14	0.04	0.13	0.006
3.00	0.44	0.43	0.30	0.26	0.19	0.06	0.13	0.007
3.30	0.44	0.44	0.30	0.26	0.20	0.06	0.13	0.008
3.60	0.33	0.39	0.30	0.20	0.00	0.00	0.12	0.000
3.90	0.09	0.21	0.30	0.05	0.00	0.00	0.06	0.000
4.20	0.00	0.05	0.30		0.00	0.00	0.00	0.000
							1.13	0.050

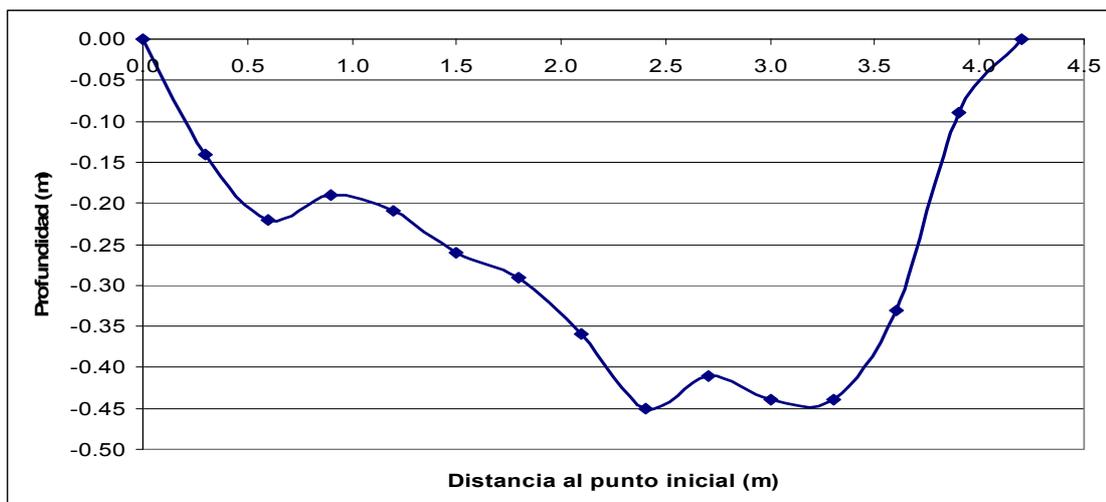


Figura 60. Perfil topográfico de la sección transversal, río Salinas, puente II (Puente 2).

N. Río Salinas, Comunidad Nuevo León Puente III, (Puente 3)

El caudal obtenido fue de $0.018 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 75 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 61.

Cuadro 75. Aforo del río, Comunidad Nuevo León Puente III (Puente 3).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media en (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00				0.00				
0.20	0.13	0.07	0.20	0.08	0.04	0.01	0.01	0.000
0.40	0.14	0.14	0.20	0.08	0.11	0.03	0.03	0.001
0.60	0.14	0.14	0.20	0.08	0.12	0.04	0.03	0.001
0.80	0.16	0.15	0.20	0.10	0.10	0.03	0.03	0.001
1.00	0.18	0.17	0.20	0.11	0.13	0.04	0.03	0.001
1.20	0.19	0.19	0.20	0.11	0.20	0.06	0.04	0.002
1.40	0.18	0.19	0.20	0.11	0.16	0.05	0.04	0.002
1.60	0.21	0.20	0.20	0.13	0.20	0.06	0.04	0.002
1.80	0.20	0.21	0.20	0.12	0.16	0.05	0.04	0.002
2.00	0.21	0.21	0.20	0.13	0.12	0.04	0.04	0.002
2.20	0.21	0.21	0.20	0.13	0.15	0.05	0.04	0.002
2.40	0.20	0.21	0.20	0.12	0.14	0.04	0.04	0.002
2.60	0.18	0.19	0.20	0.11	0.04	0.01	0.04	0.000
2.80	0.12	0.15	0.20	0.07	0.00	0.00	0.03	0.000
3.00	0.00	0.06	0.20		0.00	0.00	0.01	0.000
							0.49	0.018

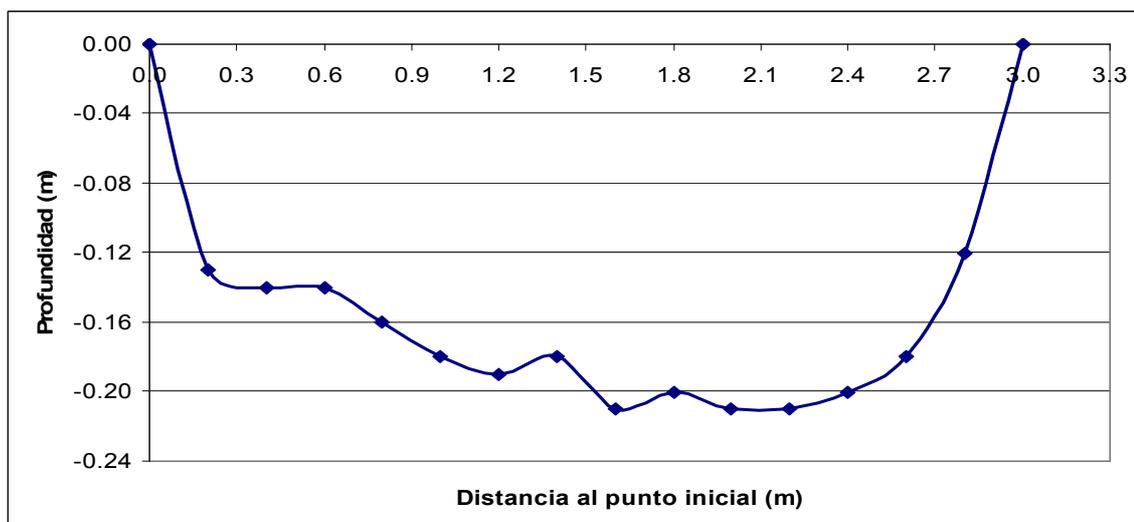


Figura 61. Perfil topográfico de la sección transversal, río Salinas, Comunidad Nuevo León (Puente 3).

Ñ. Río Salinas, desembocadura Chixoy (Salida salin)

El caudal obtenido fue de $0.066 \text{ m}^3/\text{s}$ como puede apreciarse en los cálculos realizados en el cuadro 76 y su perfil topográfico que se presenta en la figura 62.

Cuadro 76. Aforo del río Salinas, desembocadura Chixoy (Salida salin).

Distancia al punto inicial (m)	Profundidad vertical (m)	Profundidad media (m)	Ancho (m)	Profundidad del molinete (m)	Velocidad media en (Ft/s)	Velocidad media (m/s)	Area parcial (m ²)	Caudal parcial (m ³ /s)
0.00	0.00			0.00				
0.20	0.06	0.03	0.20	0.04	0.04	0.01	0.01	0.000
0.40	0.13	0.10	0.20	0.08	0.06	0.02	0.02	0.000
0.60	0.14	0.14	0.20	0.08	0.12	0.04	0.03	0.001
0.80	0.16	0.15	0.20	0.10	0.16	0.05	0.03	0.001
1.00	0.19	0.18	0.20	0.11	0.18	0.05	0.04	0.002
1.20	0.19	0.19	0.20	0.11	0.22	0.07	0.04	0.003
1.40	0.23	0.21	0.20	0.14	0.35	0.11	0.04	0.004
1.60	0.31	0.27	0.20	0.19	0.42	0.13	0.05	0.007
1.80	0.36	0.34	0.20	0.22	0.42	0.13	0.07	0.009
2.00	0.37	0.37	0.20	0.22	0.54	0.16	0.07	0.012
2.20	0.39	0.38	0.20	0.23	0.35	0.11	0.08	0.008
2.40	0.37	0.38	0.20	0.22	0.30	0.09	0.08	0.007
2.60	0.28	0.33	0.20	0.17	0.27	0.08	0.07	0.005
2.80	0.25	0.27	0.20	0.15	0.23	0.07	0.05	0.004
3.00	0.15	0.20	0.20	0.09	0.18	0.05	0.04	0.002
3.20	0.05	0.10	0.20	0.03	0.10	0.03	0.02	0.001
3.40	0.00	0.03	0.20	0.00	0.00	0.00	0.01	0.000
							0.73	0.066

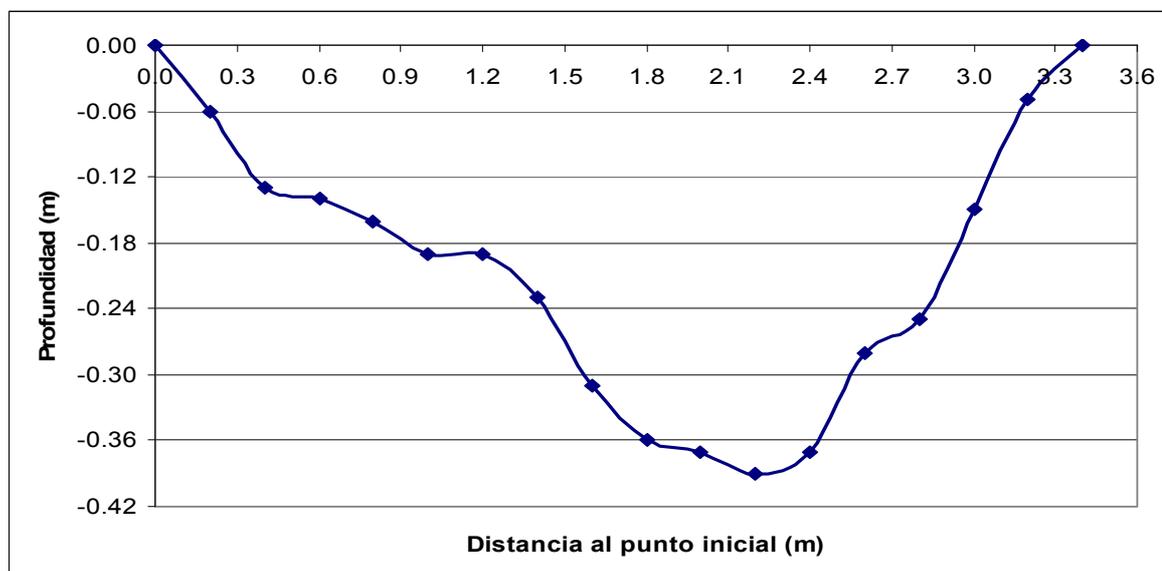


Figura 62. Perfil topográfico de la sección transversal, río Salinas, desembocadura Chixoy (Salida salin).

3.6.4 EVALUACIÓN (Logro de objetivos)

- Se Aplicó el método de sección-velocidad.
- Se realizó el perfil topográfico de la sección transversal para las 15 fuentes aforadas.
- Se Cuantifico en m^3/s la cantidad de agua que escurre durante la época de estiaje.

3.7 INFORME DEL SERVICIO 6. Actividades no previstas

3.7.1 OBJETIVOS

3.7.1.1 General

- Apoyar en actividades que realiza el Instituto Nacional de Bosques (INAB), subregión 2.6.1.

3.7.1.2 Específicos

- Apoyar en las actividades de monitoreo de establecimiento de PINFOR.
- Apoyar en las actividades de monitoreo de bosques de protección y producción y Verificación de ECUTS.
- Apoyar en el uso de programas de SIG, para cuantificación de áreas de interés.

- Apoyar en charlas de manejo de recurso hídrico en el área a maestros.

3.7.2 METODOLOGÍA

De acuerdo a la programación establecida, se apoyo en las actividades solicitadas, de acuerdo al tipo de actividad:

- Cálculo – cuantificación
- Participación
- Toma de datos (fotografías)
- Reuniones

Se apoyó a los técnicos de la subregión 2.6.1 de Salacuim, en el monitoreo de PINFOR, para lo cual se convocó a los dueños de las parcelas, y se distribuyó el trabajo en parejas (el propietario y los técnicos o epesistas).

Se apoyó a los técnicos de la subregión 2.6.1 de Salacuim, en el monitoreo de bosques de Protección y verificación de ECUTS, para lo cual se convocó a los dueños de las parcelas, y se distribuyó el trabajo en parejas (el propietario y los técnicos o epesistas). Se evaluaron las plantaciones en su fase de establecimiento.

Se cuantificaron áreas de interés para subregión 2.6.1, respecto a áreas boscosas según el mapa de cobertura del año 2005, para varias comunidades que pertenecen a la zona de influencia, en las que se puede realizar Manejo Forestal. Sin considerar áreas de protección. Por ultimo se realizó un taller sobre el manejo de recurso hídrico, a maestros de la zona, en donde se abordaron temas de contaminación en fuentes superficiales, y acciones que pueden influir en minimizar el impacto de la contaminación.

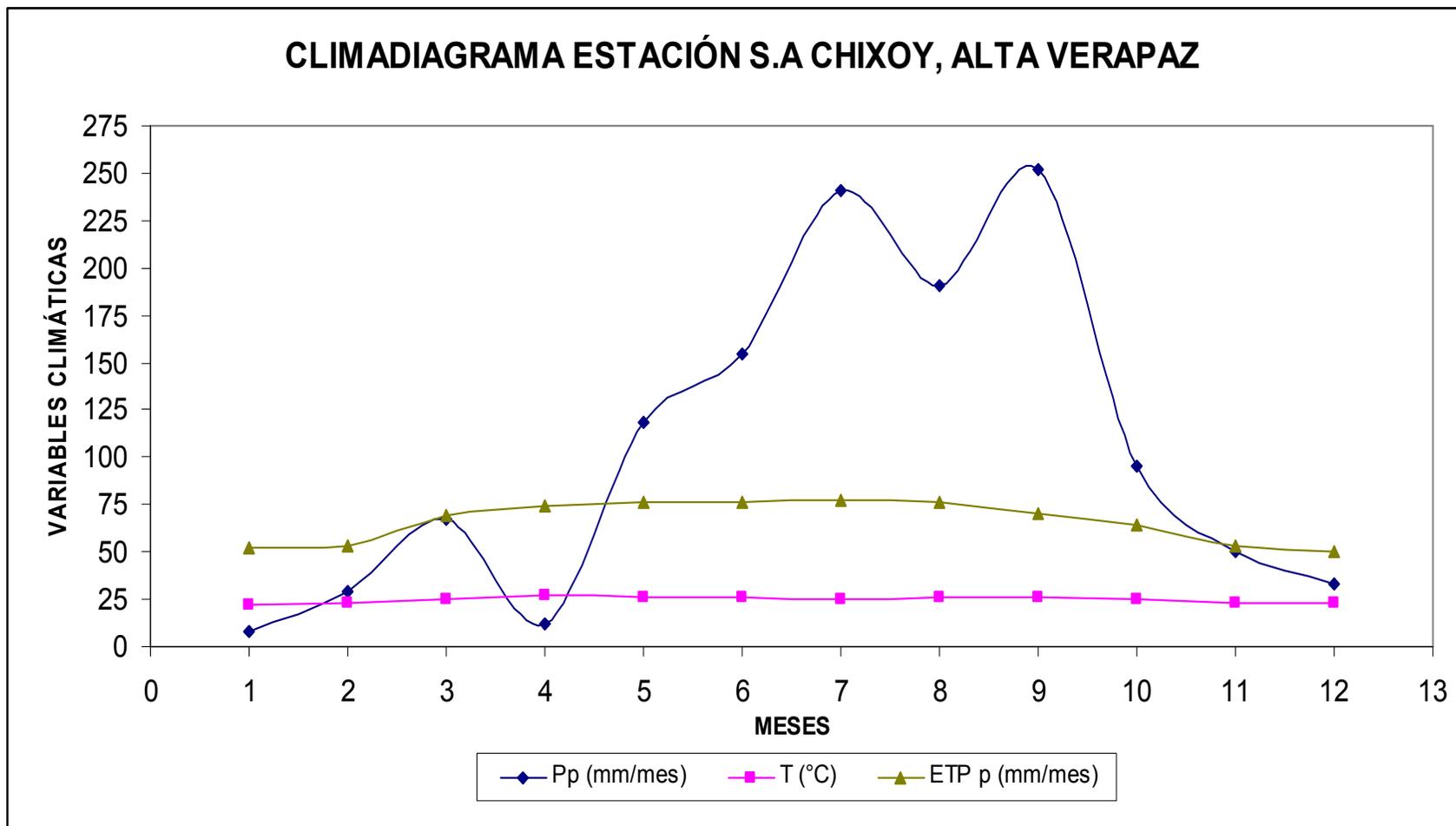
3.7.3 RESULTADOS

- Apoyo en las actividades de monitoreo de PINFOR
- Apoyo en las actividades de monitoreo de bosques de producción y protección, como verificación de pendiente y profundidad efectiva, y factores modificadores de Capacidad de uso, según la metodología del INAB.
- Apoyo en cuantificación de áreas de interés por medio de SIG.
- Apoyo en taller sobre el manejo del recurso hídrico a maestros de la zona.

3.7.4 EVALUACIÓN (Logro de objetivos)

- Se calculó las áreas boscosas para la zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).
- Se realizaron talleres sobre manejo de recursos hídricos a maestros.
- Se apoyó en el monitoreo de bosques de protección y producción a la subregión 2.6.1 de Salacuim.

11. ANEXOS



El Climadiagrama se interpreta de la siguiente manera, le época lluviosa va de mayo (5) a octubre (10), ya en el mes de noviembre (11) la evapotranspiración iguala a la precipitación e inicia la época seca hasta el mes de abril (4).

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA
"SALVADOR CASTILLO ORELLANA"
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA CENTROAMERICA

INTERESADO: JOSE MAURICIO HERNANDEZ DE LA PARRA
PROCEDENCIA: LAGUNA DE LA CHUA, COBAN. ALTA VERAPAZ
FECHA DE INGRESO: 4/4/06

ANALISIS DE AGUA

IDENT	pH	µS/cm C.E.	Meg/litro				Ppm				RAS	CLASE	CO3	HCO3
			Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn				
NAC BENPEC (EL CASTAÑO)	7.2	870	7.63	1.75	0.035	0.028	0	0	0	0	0.016	C1S1	0.70	2.43
ARROYO SN MARTIN (PARTE BAJA)	7.0	59	0.40	0.15	0.061	0.028	0	0	0.5	0	0.12	C1S1	0.00	0.78
RIO COMUNIDAD SN JOSE SAJA	7.7	218	1.63	0.42	0.30	0.038	0	0	0.1	0	0.30	C1S1	0.35	1.39
RIO SN LORENZO II (PARTE MEDIA)	7.7	214	1.50	0.50	0.22	0.036	0	0	0.1	0	0.22	C1S1	0.35	1.56
MANANTIAL	7.0	42	0.13	0.10	0.17	0.11	0	0	0.3	0	0.50	C1S1	0.17	0.26
RIO MACHACA (PARTE MEDIA)	7.0	156	1.00	0.49	0.087	0.028	0	0	0.3	0	0.10	C1S1	0.35	1.39
RIO MACHACA LIMITE PARQUE LA CHUA	7.3	200	1.50	0.52	0.083	0.031	0	0	0.2	0	0.083	C1S1	0.52	1.48
RIO MACHACA SALIDA RIO CHIXOY	6.9	217	1.43	0.59	0.10	0.041	0	0	0.3	0	0.10	C1S1	0.52	1.91
RIO IXLOC (PARTE MEDIA)	7.3	169	1.05	0.39	0.22	0.046	0	0	0.3	0	0.25	C1S1	0.17	0.87
RIO IXLOC(PARTE BAJA)	7.2	655	5.00	1.42	0.13	0.038	0	0	0	0	0.073	C2S1	0.35	1.39
SIGUA (BATZULUP)	8.0	244	1.55	0.58	0.39	0.051	0	0	0	0	0.38	C1S1	0.52	1.91

Apartado Postal 1,545
E-mail: usacagro@usac.edu.gt

Tels. Planta (502) 476 - 0790 al 4
http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm

Tel/Fax (502) 476 - 9770

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA
"SALVADOR CASTILLO ORELLANA"
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA CENTROAMERICA

INTERESADO: JOSE MAURICIO HERNANDEZ DE LA PARRA
PROCEDENCIA: LA CHUA, ALTA VERAPAZ
FECHA DE INGRESO: 25/4/06

IDENT	pH	µS/cm	Meg/litro						ppm				RAS	CLASE
			Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cu	Zn	Fe	Mn		
ZAPOTAL I (LIMITE PNL1)	6.1	57	0.12	0.14	0.28	0.15	0.00	0.80	0.00	0.00	0.70	0.00	0.77	C1S1
ZAPOTARIO (OBENPACAY)	6.2	58	0.12	0.14	0.26	0.13	0.00	0.80	0.00	0.00	3.40	0.10	0.72	C1S1
PUENTE LAS PROMESAS II (CANIJA)	7.2	294	1.99	1.17	0.052	0.036	0.32	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.041	C2S1
RIO CANIJA A	7.1	403	2.50	1.77	0.46	0.045	0.32	4.80	0.00	0.00	0.00	0.40	0.32	C2S1
PUENTE AMACAS TRIUNFO	7.4	267	1.87	1.05	0.12	0.054	0.48	2.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.099	C2S1
RIO CANIJA	7.3	273	1.99	1.03	0.14	0.059	0.32	2.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	C2S1
RIO SALINAS PUENTE II	7.0	118600	49.90	3.69	1043.00	1.18	0.48	3.60	0.00	0.10	0.50	0.20	201.74	C4S4
RIO SALINAS PUENTE III	7.8	354	3.24	1.15	0.047	0.021	0.48	3.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.032	C2S1
RIO SALINAS, SALIDA A CHIXOY	7.2	41400	23.08	2.45	343.00	0.47	0.32	4.48	0.00	0.10	0.00	0.10	96.08	C4S4

Apartado Postal 1,545

E-mail: usacagro@usac.edu.gt

Tels. Planta (502) 476 - 0790 al 4

<http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>

Tel/Fax (502) 476 - 9770

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA
"SALVADOR CASTILLO ORELLANA"
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA CENTROAMERICA

INTERESADO: JOSE MAURICIO HERNANDEZ DE LA PARRA
PROCEDENCIA: LA CHUA, ALTA VERAPAZ
FECHA DE INGRESO: 9/5/06

IDENT	pH	µS/cm	Meq/litro						ppm				RAS	CLASE
			Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cu	Zn	Fe	Mn		
CERRO SENUKJA	8.0	510	3.74	1.32	0.33	0.51	0.48	2.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.21	C2S1
SALINAS	7.9	2350	5.11	1.38	15.22	0.097	0.48	2.32	0.00	0.00	0.00	0.10	8.46	C4S1

Apartado Postal 1,545

E-mail: usacagro@usac.edu.gt

Tels. Planta (502) 476 - 0790 al 4

<http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>

Tel/Fax (502) 476 - 9770



**MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
DIRECCIÓN ÁREA DE SALUD, ALTA VERAPAZ**

FORMULARIO DE REPORTE
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA
(Método de membranas de filtración)

Comunidad: Comunidades de Cobán Municipio: Cobán, Alta Verapaz
Departamento: Alta Verapaz Responsable(s): Ref. Muaricio

No.	SITIO DE MUESTREO	Hora	Fecha	COLIFORME FECAL			Claro Residual	TURBIDEZ (UNT)±	PH
				No. DE MEMBRANAS	VOLUMEN (ML)	CONTATE (No. Colonias x 100) volumen			
1	Rio Ixtoc (Finca/Comunidad Ixtoc)	16:00:00	2/04/2006	1	100	15			
2	Rio Machuca (Zapotol II)	17:45:00	2/04/2006	1	100	Incontable			
3	Nacimiento Bempec, El Cataño	17:00:00	2/04/2006	1	100	0			
4	Nacimiento Semococh, Comunidad Pataté	#####	2/04/2006	1	100	29			
5	Rio Bartzuluc, Com. San José Solja	16:00:00	2/04/2006	1	100	54			

Incontable: No es posible realizar conteo de colonias

RESULTADO: El resultado del análisis bacteriológico del agua:

--No aptas para consumo humano; excepto numeral 3--

OBSERVACIONES:

Norma Coganor No. 29001 Agua Potable: El volumen de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100ml. Se acepta como límite, una colonia de coliformes totales de ausencia de Escherichia Coli. La ausencia de coliformes se interpreta que la muestra aislada satisface la norma de calidad para consumo humano.

"Incontable": Número alto de colonias imposibles de realizar el conteo.

Cobán Alta Verapaz, 17 de marzo del 2006.

Prof. Waldemar Cotoch González
Supervisor de Saneamiento Ambiental
Dirección de Área de Salud, Alta Verapaz





MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
DIRECCIÓN ÁREA DE SALUD, ALTA VERAPAZ

FORMULARIO DE REPORTE
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA
(Método de membranas de filtración)

Comunidad: Comunidades de Cobán

Municipio: Cobán, Alta Verapaz

Departamento: Alta Verapaz

Responsable(s): Ref. Muaricio

No.	SITIO DE MUESTREO	Hora	Fecha	COLIFORME FECAL			Cloro Residual	TURBIEDAD (UNT)2	PH
				No. DE MEMBRANAS	VOLUMEN (ML)	CONTAJE (No. Colonias x 100 volumen)			
1	Zapotal I, Com. Zapotal I	16:00:00	9/04/2006	1	100	Incontable			
2	Río Canija B. Com. El Triunfo, "9 cerros"	16:55:00	9/04/2006	1	100	Incontable			
3	Zapotal 1-a, Com. Zapotal I	16:10:00	9/04/2006	1	100	35			
4	Río la Ilusión, (Tubería), Com. San Luis V. Hermosa	15:45:00	9/04/2006	1	100	Incontable			
5	Río Canija, com. Triunfo "9 Cerros"		9/04/2006	1	100	10			
6	Río Canija, Com. Promesas "9 cerros"	17:10:00	9/04/2006	1	100	Incontable			

SITIO NO MUESTREADO

Incontable: No es posible realizar conteo de colonias

RESULTADO: El resultado del análisis Bacteriológico del agua:

—No aptas para consumo humano—

OBSERVACIONES:

Norma Coguanor No. 29001 Agua Potable: El volumen de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100ml. Se acepta como límite, una colonia de coliformes totales de ausencia de Escherichia Coli. La ausencia de coliformes se interpreta que la muestra aislada satisface la norma de calidad para consumo humano.

"Incontable": Número alto de colonias imposibles de realizar el conteo.

Cobán Alta Verapaz, 17 de marzo del 2006.


Prof. Waldemar Coloch Gonzalez
Supervisor de Saneamiento Ambiental
Dirección de Área de Salud, Alta Verapaz





MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
DIRECCION AREA DE SALUD, ALTA VERAPAZ

FORMULARIO DE REPORTE
ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA
(Método de membranas de filtración)

Comunidad: Comunidades de Cobán

Municipio: Coban, Alta Verapaz

Departamento: Alta Verapaz

Responsable(s): Ref. Muaricio y Francisco

No.	SITIO DE MUESTREO	Hora	Fecha	COLIFORME FECAL			Cloro Residual	TURBEDAD (UNTJZ)	PH
				No. DE MEMBRANAS	VOLUMEN (ML)	CONTAJE (No. Colonias x 100 volumen)			
1	Nacimiento Cacabila II, Patate' Icbolay		2/04/2006	1	100	33			
2	Rio San Martin Comunidad Saholem	17:30:00	2/04/2006	1	100	70			
3	Nacimiento Salacuin, Com. Salacuin	16:20:00	2/04/2006	1	100	Incontable			
4	Nacimiento la Cueva, Com. Patate', Icbolay	10:40:00	2/04/2006	1	100	22			
5	Rio Yalchacty, Comunidad IAI	15:00:00	2/04/2006	1	100	Incontable			

Incontable: No es posible realizar conteo de colonias

RESULTADO: El resultado del análisis Bacteriológico del agua:

---No aptas para consumo humano---

OBSERVACIONES:

Norma Coguanor No. 29001 Agua Potable: El volumen de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100ml. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales de ausencia de Escherichia Coli. La ausencia de coliformes se interpreta que la muestra aislada satisface la norma de calidad para consumo humano.

"Incontable": Número alto de colonias imposibles de realizar el conteo.

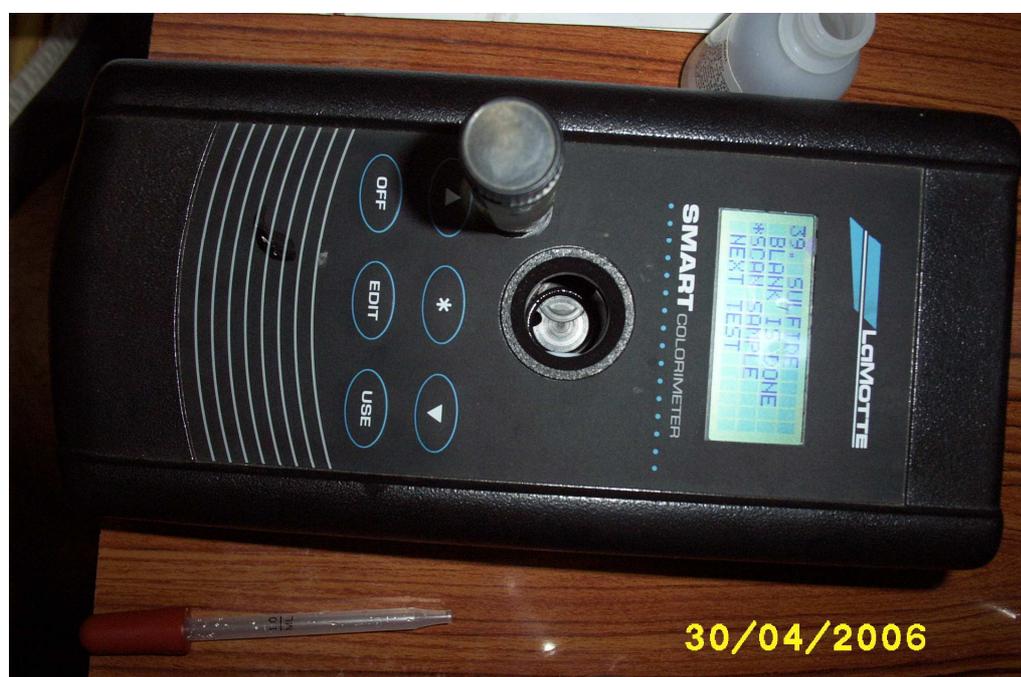
Cobán Alta Verapaz, 17 de marzo del 2006.

Prof. Waldemar Coloch Gonzalez
Supervisor de Saneamiento Ambiental
Dirección de Área de Salud, Alta Verapaz





Fotografía 1. Pruebas de titulación con el kit de campo Smart Water Analysis Laboratory LaMotte.



Fotografía 2. Pruebas colorimétricas utilizando el colorímetro de kit de campo Smar Water Analysis Laboratory LaMotte.



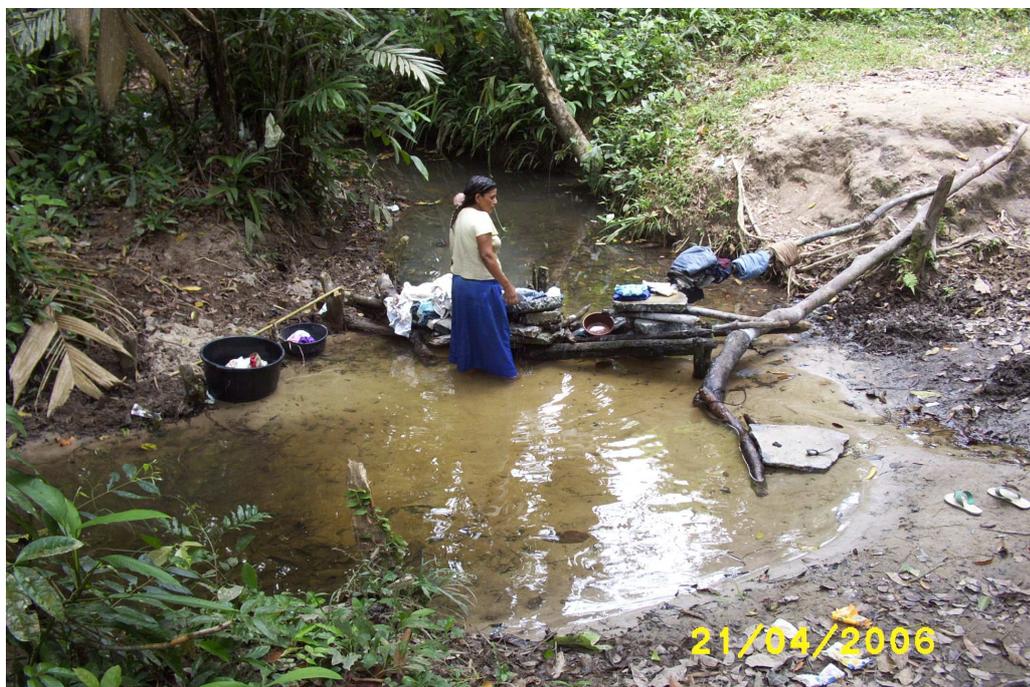
Fotografía 3. Río Salinas desde su nacimiento dentro de la Finca Salinas Nueve cerros, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).



Fotografía 4. Toma de muestras bacteriológicas por parte del investigador principal.



Fotografía 5. Muestras listas para el envío hacia la Unidad de Saneamiento Ambiental para los análisis bacteriológicos (bolsa plástica) en Cobán y muestras listas para envío hacia el laboratorio de Suelo, Agua-Planta de la Facultad de Agronomía, ciudad de Guatemala para análisis físico-químicos (botes).



Fotografía 6. Contaminación antropogénica debido al uso de jabones para actividades cotidianas.

Cuadro resumen de los resultados que exceden el Limite Máximo Permisible (LMP) para consumo de agua según COGUANOR (datos kit de campo Smart Water Analysis Laboratory LaMotte)

No. Fuente	Ph	C.E µs/cm	Dureza total mg/L CaCO3	SO ⁻² mg/L	Cloruro mg/L	mg/L Calcio
1						
2						
3						
4						
5	9.20					
6						
7			800	340		288.58
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18		2,000		700		
19						
20		2,000		380		
21		1,601				
22						

Cuadro resumen de resultados que exceden el Limite Máximo Permisible (LMP) para consumo de agua según COGUNOR (datos de Laboratorio de Suelo-Agua y Planta. FAUSAC, 2006)

No.	C.E $\mu\text{s/cm}$	mg/L Calcio	mg/L Sodio
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7	870.0	152.9	
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18	118600.0	1000.0	23977.5
19			
20	41400.0	462.5	7885.2
21	2350.0		349.9
22			

