

**UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA
FACULTAD DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO**



**Evaluación de Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social en la
cuenca La Tablazón, municipio de Dipilto, departamento de Nueva
Segovia, en el año 2016**

Monografía para optar al Título de Ingeniera en Calidad Ambiental

Autoras:

Br. Marta Isabel Díez Moncada

Br. Karen Marina González Downs

Tutora:

MSc. Elizabet de los Ángeles Peña Solano

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2016

**UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA
FACULTAD DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO**



**Evaluación de Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social en la
cuenca La Tablazón, municipio de Dipilto, departamento de Nueva
Segovia, en el año 2016**

Monografía para optar al Título de Ingeniera en Calidad Ambiental

Autoras:

Br. Marta Isabel Díez Moncada

Br. Karen Marina González Downs

Tutor:

MSc. Elizabet de los Ángeles Peña Solano

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2016

DEDICATORIA

Primeramente, a **Dios**, por ser mi mayor guía a lo largo de mi vida, porque siempre me protege y está a mi lado. Gracias a Él, puedo finalizar mi carrera universitaria.

A mis padres, **Mélida Jeannette Moncada Sequeira** y **Martín Díez Pesquera**, porque han sido fundamentales en mi vida, lo han sacrificado todo por mí y me han convertido en la persona que soy, a través sus consejos, dedicación y amor incondicional. También a mi abuelita, **Luz Argentina Sequeira Aguirre**, por sus ánimos y oraciones constantes.

A mi familia, especialmente a mis tíos y primos que viven en España, porque desde la distancia han estado siempre animándome con mis estudios y dándome su cariño, los guardo en mi corazón.

A mi compañera de tesis, **Karen González Downs** (o como le digo cariñosamente, Karennóbolis) porque durante los cinco años de mi carrera ha sido una compañera y amiga excepcional, siempre apoyándome en los momentos más difíciles.

Finalmente, a mis amigos **Islena, Yasser, Ericka, Francisco, Eva y Ada**; por compartir los momentos de felicidad y tristeza durante la carrera. También a mis mejores amigas **Reyna Villavicencio** y **Luvianka González**, porque su cariño ha sido un gran tesoro para mí.

Marta Isabel Díez Moncada

DEDICATORIA

A Dios padre, por ser guía en mi vida, darme vida y salud para lograr culminar mis estudios universitarios.

A mi madre, **Ángela Miriam Downs Selva**, por ser el máximo apoyo en mi vida, por sus consejos, regaños, por ser mi mayor ejemplo a seguir como persona y como profesional.

A mi hermana, **Perla Marina Narváez Downs** y a mis sobrinos, **Luis Alejandro** y **Marcelo Enrique** por motivarme a ser cada día una mejor persona, hermana y tía.

A mi compañera de Tesis, **Marta Díez**, quien en los últimos cinco años se ha convertido en una gran amiga y es la mejor compañera de tesis que pude tener.

A **Cristóbal López** por sus consejos, apoyo y amor incondicional en los momentos más difíciles.

A mis amigos y colegas; **Islena, Erika, Yasser, Francisco, Eva** y **Ada** que han sido los mejores compañeros del mundo y han hecho estos cinco años de vida universitaria los mejores de mi vida.

Finalmente, a mis tíos, tías, primas, primos y amigos que de una u otra manera me han apoyado y motivado a ser mejor cada día.

Karen Marina González Downs

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios por darnos vida, fortaleza, inteligencia y perseverancia para culminar con éxito nuestros estudios universitarios.

A nuestra tutora **MSc. Elizabet de Los Ángeles Peña Solano** por su guía, apoyo, dedicación, consejos y tiempo invertido en la elaboración del presente trabajo investigativo.

A la Alcaldía Municipal de Dipilto, principalmente al Vicealcalde **Franklin Moncada** y al técnico **Edwin Guerrero** por permitirnos realizar esta investigación en el territorio.

Al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), especialmente a la **Cra. Ministra Juanita Argeñal**, por permitirnos realizar esta investigación para el Programa de Gestión Comunitaria de la cuenca del río Dipilto. De igual manera, a la Dirección Específica de Recursos Hídricos y Cuencas Hidrográficas del MARENA por su colaboración para la realización de este trabajo investigativo, especialmente a **MSc. Marcia Estrada** y al **Ing. Mario Gutiérrez**.

A la Delegación Territorial Nueva Segovia MARENA, al delegado **Felipe Barreda**, al técnico **Harold González** y a **José Alejandro Payán** por acompañarnos y apoyarnos durante las visitas de campo.

A los pobladores de la cuenca La Tablazón por recibirnos en sus comunidades y proporcionarnos información clave para esta investigación.

A la **Coordinación de Ingeniería en Calidad Ambiental** de la Universidad Centroamericana por facilitarnos los equipos utilizados durante las visitas de campo.

Finalmente, a todos y todas las personas que de una u otra forma colaboraron y facilitaron la culminación de nuestros estudios universitarios.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Introducción.....	1
2.	Objetivos.....	2
2.1.	Objetivo general.....	2
2.2.	Objetivos específicos	2
3.	Marco Teórico	3
3.1.	Cuenca Hidrográfica.....	3
3.1.1.	Manejo Integral de una Cuenca Hidrográfica	4
3.2.	Cuencas Hidrográficas de Nicaragua.....	4
3.2.1.	Cuenca Hidrográfica del Río Coco	5
3.3.	Descripción de la cuenca La Tablazón.....	6
3.3.1.	Ubicación geográfica.....	6
3.3.2.	Características Socioeconómicas del municipio de Dipilto	7
3.3.3.	Características Socioeconómicas de la cuenca La Tablazón.....	9
3.3.4.	Características Biofísicas de la cuenca La Tablazón	10
3.4.	Área de Sensibilidad Ambiental y Social (ASAS)	17
3.4.1.	Indicador de sensibilidad ambiental y social.....	18
3.4.2.	Ordenamiento territorial	18
4.	Metodología.....	19
4.1.	Etapas de la Investigación	19
4.1.1.	Recopilación Bibliográfica	19
4.1.2.	Giras de Campo	19
4.1.3.	Análisis e interpretación de información recopilada.....	19
4.2.	Descripción de la muestra estudiada.....	19
4.3.	Métodos y procedimientos	20
4.3.1.	Determinación del tamaño de la muestra	20
4.3.2.	Determinación de parámetros morfométricos	21
4.4.	Determinación de indicadores y criterios para la evaluación de áreas de sensibilidad ambiental y social (ASAS)	25
4.4.1.	Metodologías utilizadas en la evaluación de las ASAS	25
4.4.2.	Metodología de ASAS.....	33

4.5.	Limitaciones encontradas en la realización de la investigación.....	34
5.	Identificación de Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social	35
5.1.	Caracterización biofísica y socioeconómica	35
5.1.1.	Caracterización biofísica.....	35
5.1.2.	Caracterización socioeconómica	44
5.2.	Determinación de indicadores y criterios ASAS	60
5.2.1.	Protección de bosque ripario.....	60
5.2.2.	Calidad de agua superficial	61
5.2.3.	Confrontación de uso de suelo	63
5.2.4.	Susceptibilidad a inestabilidad de laderas	65
5.2.5.	Potencial de recarga hídrica.....	68
5.2.6.	Acceso a servicios básicos.....	69
5.2.7.	Capacidad económica	71
5.2.8.	Educación de jefes de familia	73
5.2.9.	Migración.....	75
5.3.	Zonificación de las Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social	77
5.3.1.	Áreas de alta sensibilidad ambiental y social	79
5.3.2.	Áreas de media sensibilidad ambiental y social	81
5.3.3.	Áreas de baja sensibilidad ambiental y social	82
6.	Conclusiones	83
7.	Recomendaciones	85
8.	Lista de Referencias	87
9.	Anexos	90
9.1.	Planificación y organización del proceso investigativo	90
9.2.	Instrumento de recopilación de información	91
9.3.	Mapas generados durante la investigación.....	95
9.4.	Datos de calidad de agua en puntos de captación	96
9.5.	Evidencias fotográficas	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1 Código de las principales cuencas hidrográficas de Nicaragua	5
Tabla 3. 2 Cantidad de área de cultivo en el municipio de Dipilto	8
Tabla 3. 3 Actividad ganadera en el municipio de Dipilto.....	9
Tabla 3. 4 Características sociodemográficas de la cuenca La Tablazón.....	9
Tabla 3. 5 Distribución de habitantes según edad y sexo	10
Tabla 3. 6 Indicadores sociales por comunidad	10
Tabla 3. 7 Características morfométricas de la cuenca La Tablazón	15
Tabla 4. 1 Número de encuestas en cada comunidad de la cuenca La Tablazón	20
Tabla 4. 2 Clasificación de tamaño de una cuenca	21
Tabla 4. 3 Clasificación de longitud del cauce principal	22
Tabla 4. 4 Clasificación de pendiente del cauce principal.....	22
Tabla 4. 5 Clasificación de densidad de drenaje.....	23
Tabla 4. 6 Clasificación de forma de una cuenca según K_f	23
Tabla 4. 7 Clasificación de forma de una cuenca según K_c	24
Tabla 4. 8 Clasificación de tiempo de concentración.....	24
Tabla 4. 9 Pesos ponderados de parámetros para Índice de Calidad de Agua.....	27
Tabla 4. 10 Clasificación de rangos de ICA.....	27
Tabla 4. 11 Clasificación de pendiente para potencial de recarga hídrica	29
Tabla 4. 12 Clasificación de textura del suelo para potencial de recarga hídrica.....	30
Tabla 4. 13 Clasificación de tipo de roca para potencial de recarga hídrica	30
Tabla 4. 14 Clasificación de cobertura vegetal según potencial de recarga hídrica.....	31
Tabla 4. 15 Clasificación de uso del suelo para potencial de recarga hídrica	31
Tabla 4. 16 Clasificación de potencial de recarga hídrica.....	32
Tabla 5. 1 Datos de precipitaciones registradas en la cuenca La Tablazón	35

Tabla 5. 2 Datos de temperatura media mensual de la estación meteorológica Ocotlán (1958 – 2014)	36
Tabla 5. 3 Parámetros morfométricos de la cuenca La Tablazón	38
Tabla 5. 4 Texturas de suelo de la cuenca La Tablazón	42
Tabla 5. 5 Cambios de uso de suelo encontrados en la gira de campo	44
Tabla 5. 6 Datos sociodemográficos de las comunidades de la cuenca La Tablazón ..	44
Tabla 5. 7 Criterios para el indicador de protección de bosque ripario	60
Tabla 5. 8 Criterios para el indicador de calidad de agua superficial	62
Tabla 5. 9 Criterios para el indicador de conflictos de uso de suelo	64
Tabla 5. 10 Criterios para el indicador de susceptibilidad a deslizamientos	66
Tabla 5. 11 Criterios para el indicador de potencial de recarga hídrica	68
Tabla 5. 12 Criterios para el indicador de acceso a servicios básicos	70
Tabla 5. 13 Criterios para el indicador de capacidad económica	72
Tabla 5. 14 Criterios para el indicador de educación de jefes de familia	74
Tabla 5. 15 Criterios para el indicador de migración	76
Tabla 5. 16 Porcentaje de áreas de sensibilidad en la cuenca La Tablazón	78
Tabla 5. 17 Estado de calidad de agua superficial en puntos de muestreo	81
Tabla 9. 1 Cronograma de actividades realizadas en la investigación	90
Tabla 9. 2 Concentración de cationes y aniones	96
Tabla 9. 3 Porcentaje de cationes y aniones	96
Tabla 9. 4 Datos de calidad de agua en puntos de captación	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3. 1 Cuenca Hidrográfica	3
Figura 3. 2 Mapa de cuencas hidrográficas que forman parte de la cuenca del río Dipilto.....	6
Figura 3. 3 Mapa de ubicación de la cuenca La Tablazón	7
Figura 3. 4 Mapa de cobertura forestal de la cuenca La Tablazón a 2015	11
Figura 3. 5 Mapa de texturas de suelo de la cuenca La Tablazón	12
Figura 3. 6 Mapa de geomorfología de la cuenca La Tablazón	13
Figura 3. 7 Mapa de geología de la cuenca La Tablazón	15
Figura 3. 8 Mapa hidrogeoquímico de la cuenca La Tablazón	16
Figura 3. 9 Ejemplo de un mapa de ASAS en la municipalidad de Langley, Canadá..	18
Figura 4. 1 Tipos de curvas hipsométricas	25
Figura 5. 1 Variación de la precipitación media mensual a lo largo del año	35
Figura 5. 2 Mapa de isoyetas de precipitación en la cuenca La Tablazón	36
Figura 5. 3 Variación de la temperatura media mensual a lo largo del año	37
Figura 5. 4 Curva hipsométrica de la cuenca La Tablazón	39
Figura 5. 5 Clasificación hidrogeoquímica de las aguas en la cuenca La Tablazón	39
Figura 5. 6 Mapa de formaciones geológicas presentes en la cuenca La Tablazón	40
Figura 5. 7 Depósito Aluvial	41
Figura 5. 8 Granitos alterados del cretácico	41
Figura 5. 9 Fragmentos de esquistos	41
Figura 5. 10 Mapa de texturas de suelo en la cuenca La Tablazón.....	42
Figura 5. 11 Mapa de uso actual de 2016 de la cuenca La Tablazón	43
Figura 5. 12 Género del jefe o jefa de familia.....	45
Figura 5. 13 Tenencia de la vivienda.....	46
Figura 5. 14 Género del dueño o dueña de la vivienda.....	46

Figura 5. 15 Fuente de abastecimiento de agua en las comunidades	47
Figura 5. 16 Tratamiento al agua para consumo	48
Figura 5. 17 Tipo de servicio higiénico utilizado en las comunidades	49
Figura 5. 18 Cobertura de energía eléctrica	49
Figura 5. 19 Medios de comunicación usados en las comunidades de Dipilto Viejo ...	50
Figura 5. 20 Estado de las vías de acceso a la comunidad El Volcán.....	50
Figura 5. 21 Medios de transporte usados en las comunidades	51
Figura 5. 22 Perceptores de ingresos en la familia.....	52
Figura 5. 23 Actividades desarrolladas y dirigidas por mujeres	52
Figura 5. 24 Lugar de trabajo del jefe de familia.....	53
Figura 5. 25 Principal actividad económica de las familias	54
Figura 5. 26 Tenencia de las fincas agrícolas	54
Figura 5. 27 Tamaño de las fincas agrícolas.....	55
Figura 5. 28 Cultivos presentes en las fincas de la cuenca La Tablazón.....	56
Figura 5. 29 Cultivos de café con sombra en una finca en el Volcán	56
Figura 5. 30 Porcentaje de cultivos que tienen sistema de riego	57
Figura 5. 31 Fincas que aplican prácticas de conservación de suelo y agua	57
Figura 5. 32 Manejo de desechos sólidos en la cuenca La Tablazón	58
Figura 5. 33 Tipos de cocina que utilizan en los hogares de la cuenca en estudio.....	59
Figura 5. 34 Fuentes de extracción de leña	59
Figura 5. 35 Mapa de sensibilidad de protección de bosque ripario	61
Figura 5. 36 Mapa de sensibilidad sobre calidad de agua superficial.....	63
Figura 5. 37 Mapa de sensibilidad de confrontación de uso de suelo	65
Figura 5. 38 Mapa de sensibilidad ante susceptibilidad a inestabilidad de laderas	67
Figura 5. 39 Mapa de sensibilidad sobre potencial de recarga hídrica.....	69
Figura 5. 40 Mapa de sensibilidad sobre acceso a servicios básicos.....	71
Figura 5. 41 Mapa de sensibilidad en capacidad económica	73

Figura 5. 42 Mapa de sensibilidad en educación de jefes de familia	75
Figura 5. 43 Mapa de sensibilidad de migración	77
Figura 5. 44 Mapa de Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social de la cuenca La Tablazón.....	78
Figura 5. 45 Cambio de uso de suelo en la comunidad El Volcán, de bosque latifoliado denso a cultivo	79
Figura 5. 46 Zonas de escarpe producto de deslizamientos	80
Figura 5. 47 Porcentaje de migración en las comunidades	80
Figura 9. 1 Mapa de áreas de sensibilidad ambiental y social en la cuenca La Tablazón.....	95
Figura 9. 2 Diagrama de Piper con hidroquímica en puntos de muestreo	97
Figura 9. 3 Realización de encuesta socioeconómica a un habitante de la comunidad El Volcán	99
Figura 9. 4 Realización de encuesta socioeconómica a habitante de la comunidad El Volcán.....	99
Figura 9. 5 Medición de parámetros físicos en un punto de captación de agua de la comunidad Las Nubes	99
Figura 9. 6 Medición de parámetros físicos en la zona de descarga del río La Tablazón, en la comunidad de Dipilto Viejo.....	99
Figura 9. 7 Medición de parámetros físicos en un punto de captación de agua en la comunidad La Tablazón	100
Figura 9. 8 Realización de encuestas socioeconómicas a habitantes de la comunidad Dipilto Viejo	100
Figura 9. 9 Uso del agua para lavado de ropa en la zona de descarga del río La Tablazón en la comunidad Dipilto Viejo	100
Figura 9. 10 Realización de encuestas socioeconómicas en la comunidad Dipilto Viejo	100
Figura 9. 11 Casa vulnerable a inestabilidad de ladera en Dipilto Viejo	100
Figura 9. 12 Casa vulnerable a inestabilidad de ladera en la comunidad El Volcán ..	100

LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ANA: Autoridad Nacional del Agua.

ASAS: Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social.

ArcGIS: Programa de Sistema de Información Geográfico.

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

CAPS: Comité de Agua Potable y Saneamiento.

CAPRE: Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica.

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

COSUDE: Cooperación Suiza en América Central.

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

GIZ: Agencia Alemana de Cooperación Técnica.

ICA: Índice de Calidad de Agua.

INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.

INIDE: Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

INIFOM: Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal.

MAGFOR: Ministerio Agropecuario y Forestal.

MARENA: Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

MET-ALARN: Metodología para el Análisis Local de Amenazas y Riesgos Naturales.

NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas.

Nuevo FISE: Nuevo Fondo de Inversión Social de Emergencia.

pH: Potencial de Hidrógeno.

PIMCHAS: Proyecto Integral de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Agua y Saneamiento.

RAAN: Región Autónoma de la Costa Caribe.

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales).

UCA: Universidad Centroamericana.

UNI: Universidad Nacional de Ingeniería.

UNOPS: Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos.

UTM: Universal Transverse Mercator (Sistema de Coordenadas Transversal de Mercator).

WGS84: World Geodetic System 1984 (Sistema Geodésico Mundial 1984).

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el marco del Programa de Gestión Comunitaria de la cuenca del río Dipilto, con apoyo de la Alcaldía de Dipilto y del MARENA, como una herramienta para evaluar la sensibilidad ambiental y social de la cuenca La Tablazón y las comunidades que la integran. En esta cuenca se forma uno de los afluentes que abastecen a la ciudad de Ocotlán, por tanto, las acciones que en ella se realizan afectarán la disponibilidad y calidad de sus aguas.

La identificación de áreas de sensibilidad ambiental y social (ASAS) se basó en la evaluación de nueve indicadores: protección de bosque ripario, calidad de agua superficial, confrontación de uso de suelo, susceptibilidad a inestabilidad de laderas, potencial de recarga hídrica, acceso a servicios básicos, capacidad económica, educación de jefes de familia y migración.

La sobreposición de mapas temáticos por indicador permitió generar la zonificación de las áreas prioritarias, clasificándolas en tres niveles de sensibilidad (alta, media y baja), siendo la mayor parte del territorio de esta cuenca como zona de sensibilidad media. Las comunidades de Dipilto Viejo y El Volcán son las más sensibles en términos de problemas ambientales y sociales, por tanto, la ejecución de programas y proyectos deberán enfocarse en la protección de sus recursos y la mejora en las condiciones de vida de los pobladores de estas comunidades.

ABSTRACT

This research was carried out under the Community Driven Watershed Management Program in the Dipilto river, with the support of the Municipality of Dipilto and MARENA, as a tool to evaluate the environmental and social sensitivity of La Tablazón basin and its communities. In La Tablazón basin one of its tributaries supply the city of Ocotlán, therefore, the actions carried out in it will affect the availability and quality of the water.

The identification of areas of environmental and social sensitivity was based on the evaluation of nine indicators: riparian forest protection, surface water quality, land use confrontation, susceptibility to slope instability, water recharge potential, access to basic services, economic capacity, education level of the family chiefs, and migration.

The overlapping of thematic maps by indicator generates the zoning of the priority areas, classifying them in three levels of sensitivity (high, medium and low), being the majority of the basin territory a zone of medium sensitivity. The communities of Dipilto Viejo and El Volcán are the most sensitive in terms of environmental and social problems, therefore, the execution of programs and projects should focus on protecting their resources and improving the living conditions of the inhabitants of these communities.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una de las mayores amenazas que actualmente enfrenta la humanidad. Centroamérica es una región privilegiada en disponibilidad de agua, pero su distribución entre países, en las vertientes del Pacífico y del Atlántico, es muy desigual. Con el aumento de la población, la demanda de agua podría crecer casi 300% en el año 2050 y más de 1600% en el 2100, en un escenario tendencial sin cambio climático y sin medidas de ahorro. Con cambio climático, la demanda podría aumentar entre 20% y 24% más (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2010).

Según Germanwatch (2016), Nicaragua es el cuarto país más vulnerable ante el cambio climático, con pérdidas de 227,18 millones de dólares y el deceso de 3 habitantes por cada 100 000 a causa de 51 eventos climáticos que han afectado al país en los últimos 20 años. Además, la CEPAL (2010) señala que, de incrementarse la intensidad de los fenómenos climáticos extremos (sequías, inundaciones, tormentas y huracanes) en un 5%, sus impactos podrían representar pérdidas por encima del 7% del PIB de la región.

Ante la situación actual descrita, se constituyó una Comisión Interinstitucional conformada por MARENA, INETER, ENACAL, Nuevo FISE y ANA, con el objetivo de formular y llevar a cabo el Programa de Gestión Comunitaria de la cuenca del río Dipilto que busca la implementación de medidas de adaptación al cambio climático por los productores que la habitan. La cuenca mencionada, con un área de 96,51 km² es de gran importancia porque abastece de agua potable a la ciudad de Ocotal (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), 2015).

El objetivo principal de la investigación es identificar y evaluar las áreas de sensibilidad ambiental y social en la cuenca La Tablazón, una de las siete cuencas menores que integran la cuenca del río Dipilto.

Esta investigación forma parte del diagnóstico base del Programa y funciona como un piloto de la aplicación de la metodología ASAS, que posteriormente será desarrollada en el resto del área de intervención. Esta metodología es una herramienta de planificación en la gestión del recurso hídrico y de la cuenca, porque delimita las áreas más vulnerables ante los problemas presentados. Es una forma de ordenamiento que las instituciones y la Alcaldía tendrán a disposición sobre las áreas de la cuenca que deben ser priorizadas con las medidas que el Programa implemente.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar las áreas de sensibilidad ambiental y social en la cuenca La Tablazón del municipio de Dipilto para la mejora en la planificación de sus recursos, enfocándose en las zonas de alta sensibilidad.

2.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar biofísica y socioeconómicamente la cuenca La Tablazón para la identificación de áreas de sensibilidad ambiental y social.
2. Determinar los indicadores y criterios para la evaluación de áreas de sensibilidad ambiental y social.
3. Zonificar la cuenca La Tablazón según el grado de sensibilidad ambiental y social, a través del uso de mapas temáticos.

3. MARCO TEÓRICO

A continuación, se muestran los principales antecedentes y planteamientos conceptuales relacionados con esta investigación.

3.1. Cuenca Hidrográfica

Faustino (1996) explica que una cuenca hidrográfica es:

El espacio de terreno limitado por las partes más altas de las montañas, laderas y colinas, en el que se desarrolla un sistema de drenaje superficial que concentra sus aguas en un río principal, el cual se integra al mar, lago u otro río más grande. Este espacio se puede delimitar en una carta altimétrica, siguiendo la divisoria de las aguas (p.3).

Una cuenca hidrográfica puede dividirse de diferentes maneras. Atendiendo el grado de concentración de la red de drenaje, se definen unidades menores como subcuencas y microcuencas. Una subcuenca es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca. Así, varias subcuencas pueden conformar una cuenca. Por otro lado, una microcuenca es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de una subcuenca, de tal forma que varias microcuencas pueden conformar una subcuenca (Faustino, 1996).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2007) detalla que, en la actualidad, el concepto de cuenca tiene una connotación mucho más amplia, que rebasa su tradicional énfasis biofísico. Es decir, se continúa considerando que la cuenca hidrográfica es un territorio delimitado por la propia naturaleza, pero también se ha establecido que la cuenca es, esencialmente, un espacio social producido por el conjunto de las relaciones e interacciones sociales de apropiación y uso de los recursos que ella contiene. Es decir, los recursos naturales y los habitantes de las cuencas poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que les confieren características particulares (p. 15).



Figura 3. 1 Cuenca Hidrográfica

Fuente: Sanz (2008)

3.1.1. Manejo Integral de una Cuenca Hidrográfica

Faustino (1996) define el manejo de cuencas como una “ciencia o arte que trata de lograr el uso apropiado de los recursos naturales en función de la intervención humana y sus necesidades, propiciando al mismo tiempo la sostenibilidad, la calidad de vida, el desarrollo y el equilibrio medioambiental” (p.7).

El concepto moderno de Manejo de Cuencas plantea una definición que trata de representar las funciones socioambientales y los criterios de sostenibilidad de los recursos naturales, demostrando a nivel de campo los beneficios del manejo de cuencas. Las actividades que realiza el hombre, sus actitudes y la forma como desarrolla sus actividades productivas, en base a los recursos, constituyen el eje del manejo de la cuenca. En este sentido la cuenca es la unidad de análisis y planificación, en la que se analizan los impactos y efectos globales y se plantean las relaciones entre las partes altas y bajas (Faustino, 1996).

3.2. Cuencas Hidrográficas de Nicaragua

Nicaragua, en el marco del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (PHCA), estaba dividida en 21 cuencas y subdividida en dos grandes vertientes hidrográficas; la vertiente del Pacífico con una extensión de 12 183 kilómetros cuadrados y la vertiente del Atlántico con un área de 117 420 kilómetros cuadrados, equivalente al 91% de la superficie de territorio nacional (Ministerio del Ambiente y Los Recursos Naturales (MARENA), 2010).

Sin embargo, esta división fue realizada en los años de 1970, por lo que se considera actualizar con una nueva delimitación que permite estandarizar las cuencas hidrográficas a nivel internacional. Por lo tanto, para lograr la gestión integral de los recursos hídricos, el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en conjunto con la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y la Cooperación Alemana para el Desarrollo, a través de la Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ), han desarrollado la actual delimitación de cuencas hidrográficas de Nicaragua bajo la *Metodología de Pfafstetter*.

La metodología de Pfafstetter delimita las Cuencas Hidrográficas por niveles de forma jerarquizada, es decir, permite la subdivisión y codificación en unidades hidrográficas y organiza el territorio de una forma muy simple, respetando la organización natural del territorio (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), 2014).

Tabla 3. 1 Código de las principales cuencas hidrográficas de Nicaragua

Cuenca Hidrográfica	Código	Área (km ²)
Río Coco	9516	18 972,17
Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN)	9517	23 879,21
Río Grande de Matagalpa	9518	18 856,55
Región Autónoma del Atlántico Sur	9519	25 672,62
Río San Juan	952	19 533,46
El Pacífico	9533	12 191,67
Total		119 105,68

Adaptado de: INETER (2014)

El INETER (2014) divide al país en seis cuencas hidrográficas siendo la Cuenca de la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS) la de mayor extensión territorial con un 21,55%, seguida por la Cuenca de la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), Cuenca del Río San Juan y Cuenca del Río Coco con 20,05%, 16,40% y 15,93% respectivamente (Tabla 3.1).

3.2.1. Cuenca Hidrográfica del Río Coco

La Cuenca Hidrográfica del Río Coco es una cuenca transfronteriza compartida entre Honduras y Nicaragua que cuenta con una extensión territorial de 18 972,17 km² y recibe el código 9516. Se divide en nueve unidades hidrográficas y su río principal es el Río Coco que nace de la confluencia de los ríos Tapacalí y Comali (Honduras), se extiende por 680 km hasta desembocar en el Mar Caribe y entre sus principales afluentes se encuentran el Río Dipilto, Estelí y Macuelizo, entre otros (INETER, 2014).

3.2.1.1. Cuenca del Río Dipilto

La cuenca del Río Dipilto tiene una superficie de 96,51 km². Es compartida parcialmente por los municipios de Dipilto (76,96%), Mozonte (0,08%) y Ocotal (22,96%). Además, está dividida en nueve cuencas: Ciudad Dipilto, Ciudad Ocotal, El Manteado, Las Calabaceras, Apaguamuz (Ojo de Agua), La Laguna, La Tablazón, Las Manos, San Ramón (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), 2015).

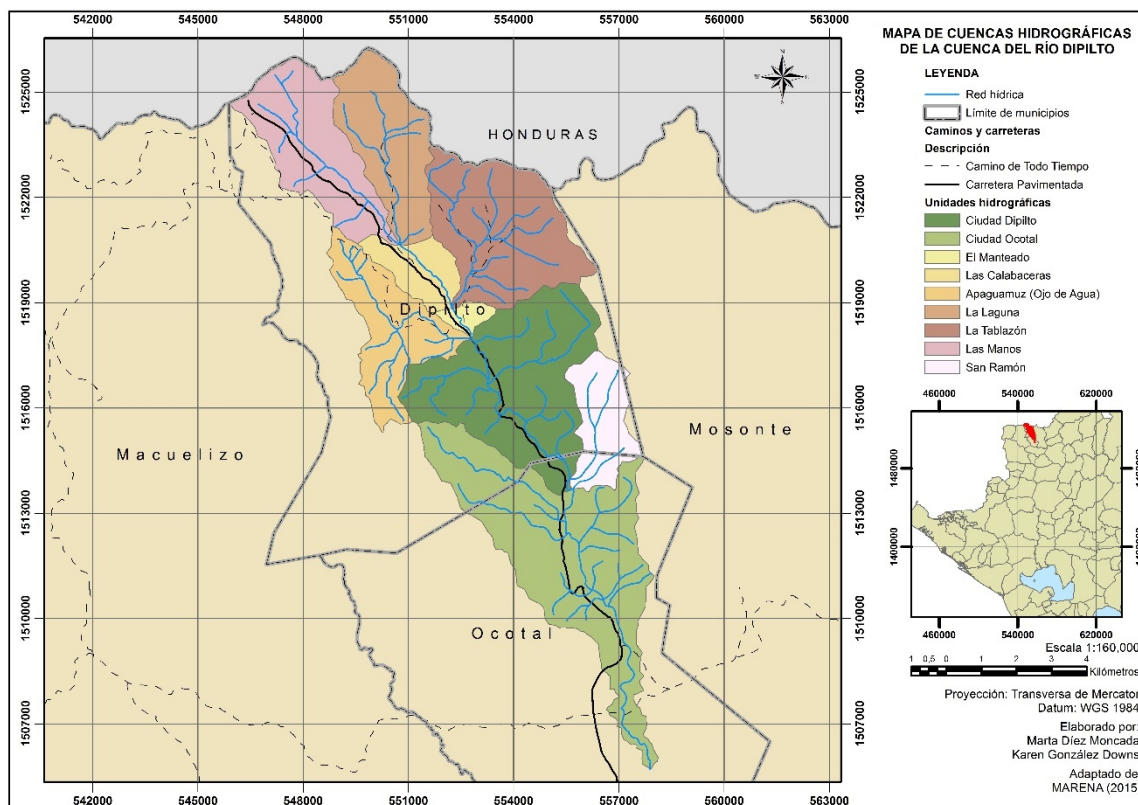


Figura 3. 2 Mapa de cuencas hidrográficas que forman parte de la cuenca del río Dipilto

Adaptado de: MARENA (2015)

3.3.Descripción de la cuenca La Tablazón

3.3.1. Ubicación geográfica

De acuerdo con la Alcaldía de Dipilto (2014), la cuenca La Tablazón está ubicada entre las coordenadas UTM 552853-Este y 1520070-Norte. Limita al Oeste con la cuenca La Laguna, al Sur con la cuenca Dipilto Alto y al Este con la cuenca Mozonte.

La cuenca La Tablazón cuenta con una extensión de 14,17 km² y está ubicada en su totalidad en el municipio de Dipilto, localizado a 240 km de Managua, en la parte Norte de Nicaragua (Figura 3.3).

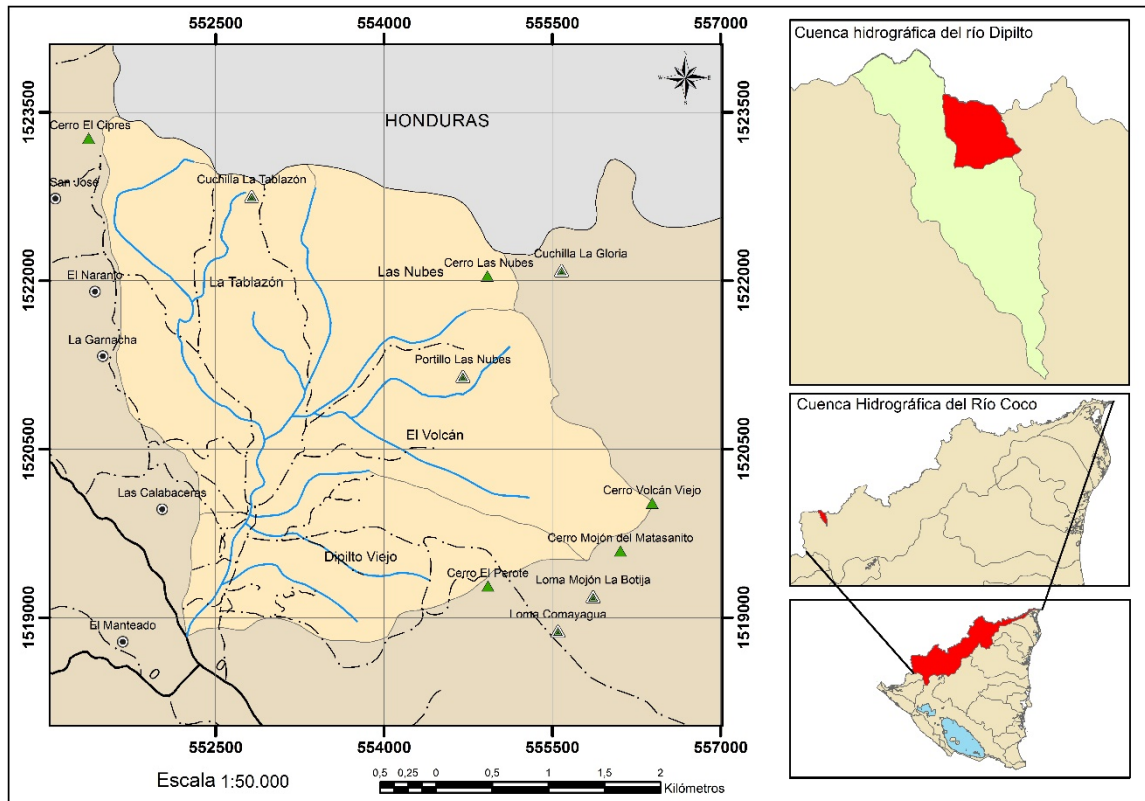


Figura 3. 3 Mapa de ubicación de la cuenca La Tablazón
Adaptado de: Alcaldía de Dipilto (2014)

3.3.2. Características Socioeconómicas del municipio de Dipilto

El municipio de Dipilto con un área total de 108 km², está dividido en la zona urbana y 4 micro regiones. Se ubica a una altura de 822 msnm. Según el censo poblacional y de viviendas (INIDE, 2008), Dipilto cuenta con una población de 5 207 habitantes, de los cuales 178 son residentes del área urbana y 5 209 residen en el área rural. El nivel de crecimiento poblacional es mayor en el área urbana. En los últimos años hay una pérdida poblacional por emigración en el municipio, que va de 5,3 hasta 6,2%.

De la población total, entre un 30 a 37% son analfabetos, de los cuales la mayor parte se encuentra ubicada en el área rural y en su mayoría son varones. Sus principales actividades económicas provienen del aprovechamiento forestal y de la producción de café.

3.3.2.1. Agricultura

De acuerdo al Ministerio Agropecuario y Forestal y al Instituto Nacional de Información de Desarrollo (MAGFOR & INIDE, 2013), las actividades agropecuarias en el municipio de Dipilto se desarrollan en 64,42 km² (9 145,1 mz) y 1 040 fincas. El 90%

de estas fincas se dedica a la producción agrícola, el 9% a la producción pecuaria y el 1% restante son áreas ocupadas por instalaciones como corrales, bodegas, entre otros y por la red vial.

En la siguiente tabla, se detalla la producción agropecuaria del municipio de Dipilto, incluyendo el tipo de cultivo y el porcentaje que ocupa del total. Según se muestra en la Tabla 3.2, los cultivos permanentes o semipermanentes son dominantes en el área dedicada a la agricultura en el municipio con el 48,7% del total de manzanas.

Tabla 3. 2 Cantidad de área de cultivo en el municipio de Dipilto

Tipo de cultivo	Área (km ²)	%	Detalle		Área (km ²)
Cultivos anuales y temporales	1,070	1,7	Granos básicos	Maíz	0,505
				Frijol	0,396
				Sorgo	0,017
			Yuca		0,005
			Malanga		0,008
			Tomate		0,010
			Otros		0,029
Cultivos permanentes o semipermanentes	31,371	48,7	Café		29,509
			Musáceas		4,571
			Caña de azúcar		0,008
			Cítricos		0,029
			Otros		0,105
Pastos sembrados o cultivados	1,871	2,9			
Pastos naturales	3,669	5,7			
Tierras en descanso o tacotales	6,405	9,9			
Bosques	19,515	30,3			
Instalaciones	0,461	0,7			
Pantanos o pedregales	0,050	0,1			
Total	64,42	100,0			

Adaptado de: MAGFOR & INIDE (2013)

El municipio de Dipilto se caracteriza por una producción mayoritaria de café, ocupando el 46% de la producción agrícola total del municipio. No obstante, también se siembran cultivos anuales y temporales de granos básicos, tales como el maíz, el frijol y el sorgo, así como otros cultivos minoritarios de cítricos, yuca, entre otros. De igual manera, se destacan las plantaciones forestales que representan un 30,3% del total. La actividad agrícola es altamente dependiente de las precipitaciones, tan solo 0,316 km² (45 mz) de las 9 145 reportadas utilizan riego.

3.3.2.2. Ganadería

La segunda actividad económica de mayor importancia en el municipio es la pecuaria, con un total de 1 040 fincas. El 72,9 % de las fincas se dedican a la producción avícola, en menor medida se presenta la producción del ganado bovino con un 10,6%, seguido de la producción porcina y apícola con un 4,8% y 1% respectivamente (Tabla 3.3).

Tabla 3. 3 Actividad ganadera en el municipio de Dipilto

Tipo de ganado	Número de fincas	%	Cantidad de ganado	%
Bovino	98	10,6	1 311	10,9
Porcino	44	4,8	83	0,7
Avícola	673	72,9	10 180	84,8
Apícola	9	1,0	19	0,2
Otros	99	10,7	408	3,4
Total	923	100,0	12 001	100,0

Adaptado de: MAGFOR & INIDE (2013)

3.3.3. Características Socioeconómicas de la cuenca La Tablazón

La cuenca La Tablazón, con alrededor de 2 099 habitantes, tiene una tasa de crecimiento anual de 1,4%. Gran parte de su población es joven, el 49% de los habitantes es menor de 19 años.

Tabla 3. 4 Características sociodemográficas de la cuenca La Tablazón

Variables poblacionales		Datos	Fuente
Número de habitantes en 2016		2 099	Alcaldía de Dipilto (2016)
Tasa de crecimiento anual (2015-2020)		1,4	INIDE (2008)
Población menor de 19 años		1 025	Alcaldía de Dipilto (2016)
Distribución poblacional	Hombres (%)	46,5%	
	Mujeres (%)	53,5%	

En la cuenca, se ubican 4 comunidades, Dipilto Viejo, El Volcán, La Tablazón y Las Nubes, siendo la de mayor tamaño Dipilto Viejo y también en donde se concentra la mayor cantidad de población. A continuación, se expone la distribución demográfica de números de mujeres y hombres, así como cantidad de habitantes menores y mayores de edad de cada comunidad presente en la cuenca (Tabla 3.5).

Tabla 3. 5 Distribución de habitantes según edad y sexo

Comunidad	Familias	Menor de 19 años		19 años o más		Total		
		H	M	H	M	H	M	T
Dipilto Viejo	291	335	380	343	418	678	798	1476
El Volcán	50	46	57	49	54	95	111	206
La Tablazón	61	57	70	53	72	110	142	252
Las Nubes	41	38	42	56	29	94	71	165
Total	443	476	549	501	573	977	1 122	2 099

Adaptado de: Alcaldía de Dipilto (2016)

Como se muestra en la Tabla 3.6, alrededor del 32% de las viviendas en la cuenca son inadecuadas, 18% no cuentan con servicios de agua potable y 39% no cuentan con energía eléctrica. En la tabla siguiente se presentan los principales indicadores sociales de la población que habitan las comunidades en la cuenca La Tablazón.

Tabla 3. 6 Indicadores sociales por comunidad

Comunidad	Población Económicamente Activa		Total de viviendas	Viviendas inadecuadas	Vivienda sin agua potable	Viviendas sin energía eléctrica	Sin servicio higiénico	Cocinan con leña
	H	M						
Dipilto Viejo	288	119	305	82	31	86	11	244
El Volcán	56	7	101	41	33	65	11	68
La Tablazón	20	5	32	11	2	11	3	31
Las Nubes	31	3	37	17	19	23	6	24
Total	395	134	475	151	85	185	31	367

Adaptado de: INIDE (2008)

3.3.4. Características Biofísicas de la cuenca La Tablazón

3.3.4.1. Clima

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (2005) señala que el clima de la cuenca La Tablazón se clasifica como Clima Templado Lluvioso (A(Cam)), según el Sistema de Köpen Modificado. La precipitación media anual oscila entre los 1 000 y 1 400 mm y la temperatura media anual se registra entre 20°C y 22°C.

3.3.4.2. Cobertura Forestal

Los suelos de la zona son aptos para uso forestal, el bosque de Pinares y Latifoliado indican la vocación de la cuenca, principalmente la parte alta y media de la cuenca que están cubiertas por pinos de edades avanzadas entre los 28 y 30 años (Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS), 2012).

La Alcaldía de Dipilto (2014) indica que en la cuenca se encuentran dos tipos de bosque, el bosque de pinar abierto (con especies como el *Pinos oocarpa Schiede ex Schlecht* y el *Pinus patula ssp*) y el bosque latifoliado. Según el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), Ministerio Agropecuario (MAG) e Instituto Nacional Forestal (2015), el Bosque de Pinar abierto está presente en la parte media y baja de la cuenca en un área de 2,76 km² (cubriendo el 19,26% del área de la cuenca). En el caso del bosque latifoliado, este cubre un área de 1,32 km² (es decir, el 9,23% del área total), en la que predominan especies como Guabas (Guaba negra, blanca y paterna), palo blanco, cedros, madero negro, caoba, roble encino, entre otros. Cabe destacar que 9,11 km² (63,89%) del área total de la cuenca La Tablazón esta siendo utilizada para el cultivo de café con sombra y 0,8 km² (5,67%) está cubierto de pasto (Figura 3.4).

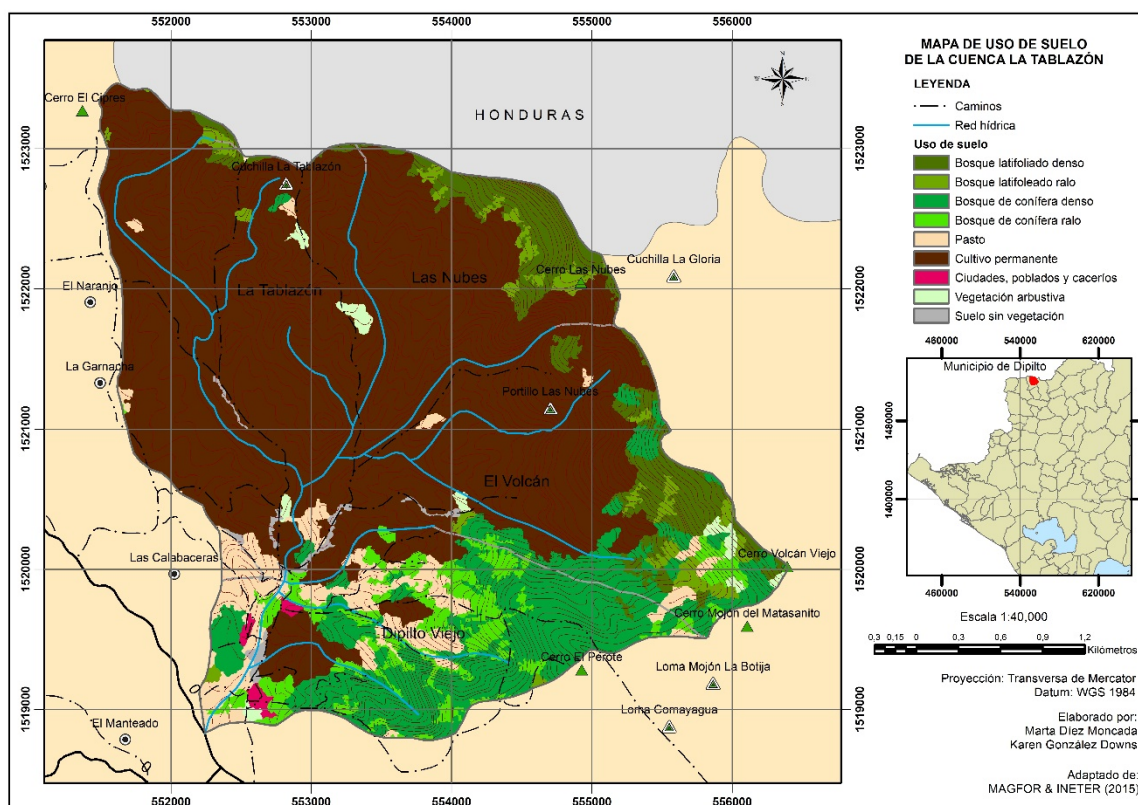


Figura 3. 4 Mapa de cobertura forestal de la cuenca La Tablazón a 2015
Adaptado de: MAGFOR & INETER (2015)

3.3.4.3. Textura del suelo

Los suelos de la cuenca son pocos profundos con pendientes mayores a 45% y aptos para uso forestal. En la zona predominan los suelos entisoles de textura franco arenosa a arena franco con espesor de 20 a 40 cm y abundantes gravas de cuarzo (Cruz, 2005).

Según el mapa de texturas de suelo del municipio de Dipilto, elaborado por la Oficina de Servicios para Proyectos de las Naciones Unidas (UNOPS) (2011), el 58,1% del área total de la cuenca son suelos francos, mientras que, en menor escala, se corresponden los de textura franco arcillosa con el 25% del área y los de arena franco con el 16,9% (Figura 3.5).

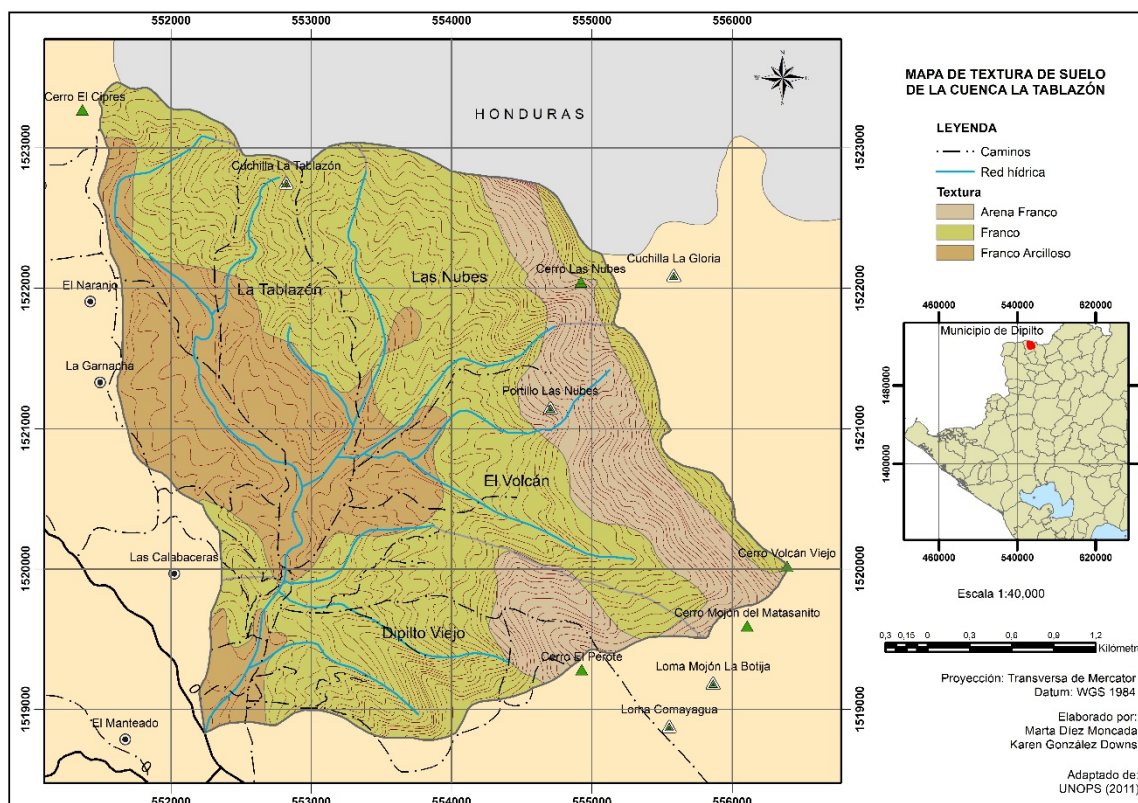


Figura 3. 5 Mapa de texturas de suelo de la cuenca La Tablazón
Adaptado de: UNOPS, (2011)

3.3.4.4. Geomorfología

En este aspecto, Cruz (2005) reconoce tres unidades geomorfológicas en la cuenca La Tablazón, desde las más antiguas a las más jóvenes, presentadas en la Figura 3.6.

- **Montañas**

Esta unidad geomorfológica probablemente proviene de una antigua superficie de penillanura y fuertemente modificada por metamorfismo regional ocasionado por el levantamiento del intrusivo. En las rocas metamórficas, los cerros tienen formas redondeadas, cuchillas alargadas, con flancos de fuerte pendiente y el drenaje es del tipo dendrítico muy fino. Los suelos tienen poco espesor. En las rocas intrusivas, los cerros son redondeados, aislados y con flancos de pendiente media. Los suelos en esta superficie son gruesos y uniformes.

- **Valles de erosión**

Esta unidad geomorfológica genéticamente es posterior a las montañas, pero aún continúa modelando la superficie mencionada. Se caracteriza por quebradas relativamente jóvenes, de cauces profundos, encañonados, cuya sección transversal tiene forma de “V” y taludes de fuertes pendientes, casi verticales que se originan en las partes altas de las montañas. Durante el huracán Mitch (1988), estas quebradas fueron severamente erosionadas, notándose una considerable ampliación de su cauce original.

- **Terrazas aluviales**

Las terrazas se caracterizan por presentar superficies planas, tienen pendientes suaves y se han originado posterior a la formación de los valles por acumulación o sedimentación de materiales arrastrados por las corrientes y depositados en las partes más bajas. Un ejemplo de este tipo de unidad lo constituyen las pequeñas terrazas aluviales de la quebrada La Tablazón, ubicadas aguas abajo y a lo largo de la cual se asienta el poblado Dipilto Viejo.

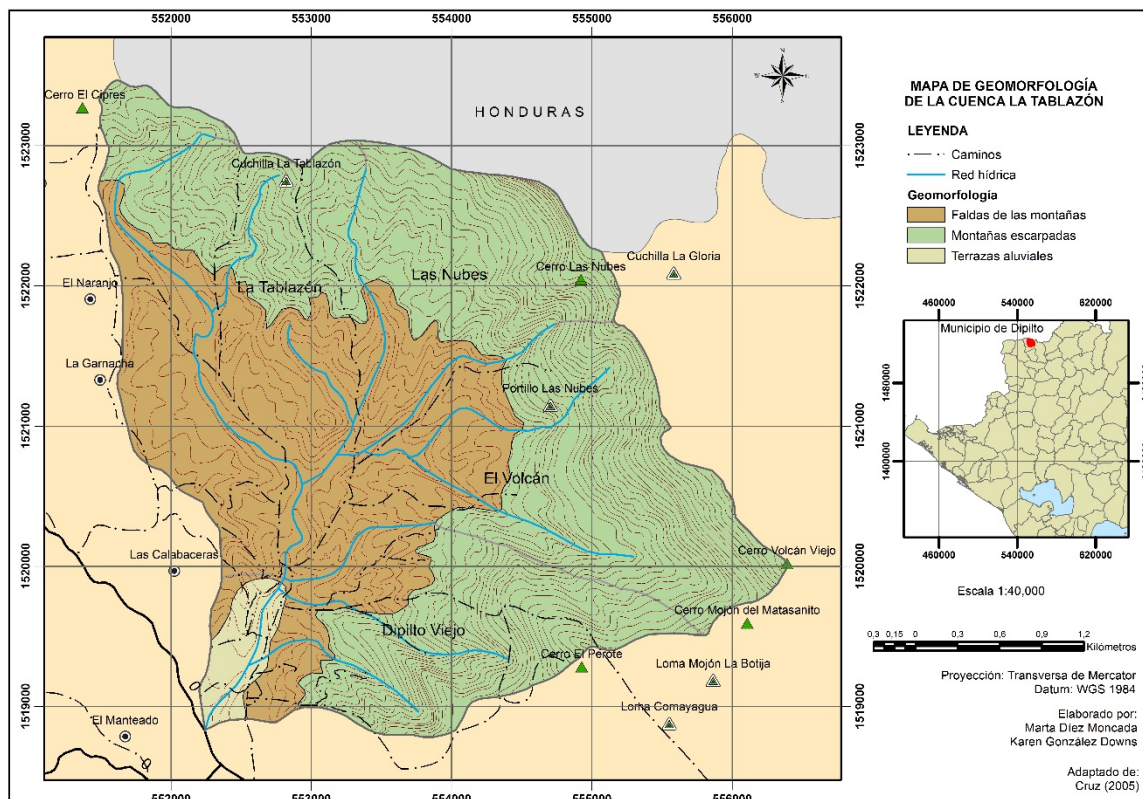


Figura 3. 6 Mapa de geomorfología de la cuenca La Tablazón

Adaptado de: Cruz (2005)

3.3.4.5. Geología

Cruz (2005) especifica que la cuenca en estudio forma parte de la Plataforma Paleozoica y Mesozoica. Esta comprende gran parte del Norte de Nicaragua, su basamento es metamórfico, con rocas intrusivas pertenecientes al período cretácico, cubiertas por rocas sedimentarias del período Cenozoico y/o Mesozoico y también sedimentos aluviales del cuaternario reciente.

Cruz (2005) identificó tres formaciones geológicas en el área, que se describen a continuación (Figura 3.7).

- **Depósitos aluviales**

Estos depósitos corresponden a sedimentos aluviales del cuaternario reciente, depositados en los valles. Algunos de estos depósitos corresponden a deslizamientos antiguos que han alcanzado las riberas de las quebradas, son alongados y con abundante matriz arcillosa. El grado de compactación hace la diferencia entre los depósitos recientes y antiguos.

- **Rocas intrusivas del cretácico**

Estas rocas corresponden al período cretácico superior, presentando una litología dominante constituida principalmente por granitos alterado, pertenecientes al batolito granítico de Dipilto. Este tipo de litología predominante se encuentra fuertemente alterada y erosionada, cuyas partículas, en forma de arena, han sido transportadas fluvialmente a grandes distancias, observándose los granos de cuarzo, plagioclasas, micas y minerales accesorios en las riberas de ríos grandes como El Dipilto y El Coco en Ocotal.

- **Rocas metamórficas**

Finalmente, las rocas metamórficas corresponden al período Paleozoico, constituidas por esquistos micáceos y grafiticos. Se han formado a partir de sedimentos arcillosos como lutita o arcilla con moscovita y biotita junto con cuarzo en cantidades variables. Son de color gris a gris oscuro y gris verdosos, plegados y fuertemente diaclasados, alterados, quebradizos. Entre los planos de foliación se encuentran oxidados; en partes, se forman pequeñas vetas de cuarzo de origen hidrotermal.

En la siguiente figura se muestran las principales formaciones geológicas del área de estudio.

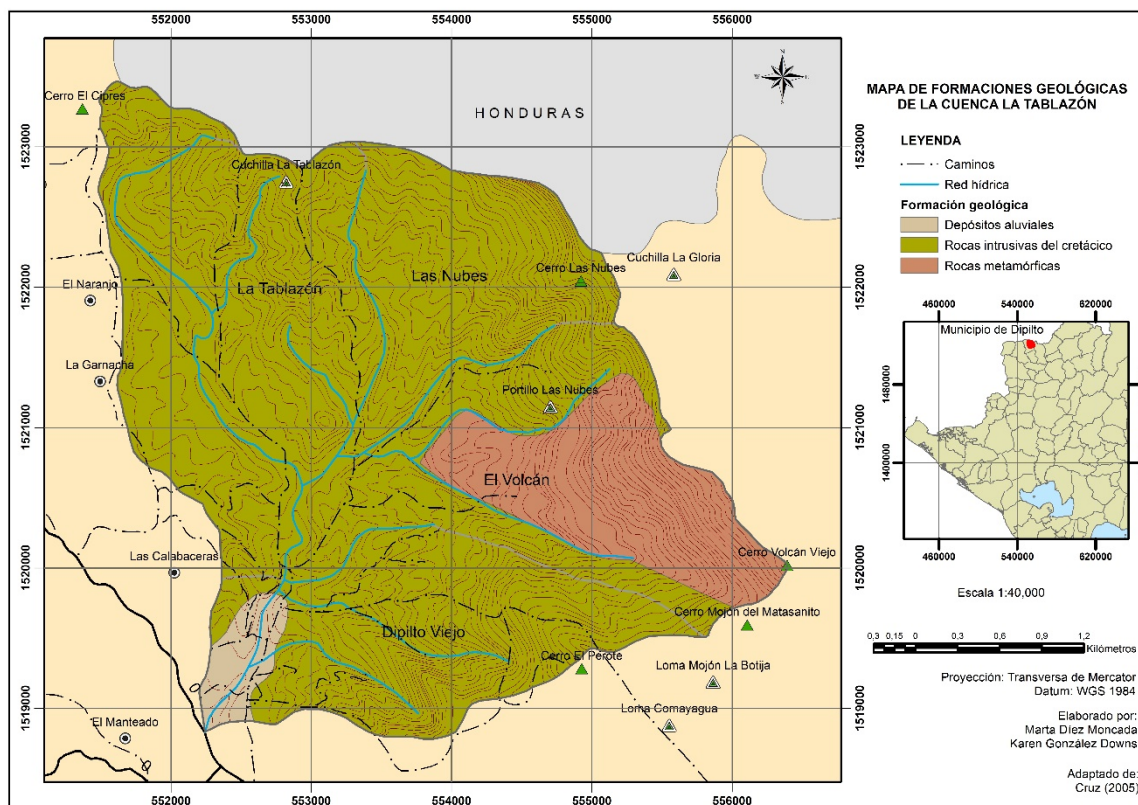


Figura 3. 7 Mapa de geología de la cuenca La Tablazón
Adaptado de: Cruz (2005)

3.3.4.6. Hidrología

De acuerdo a la Alcaldía de Dipilto (2014), la cuenca La Tablazón tiene un área de 14,17 km² y un perímetro de 17 km. La longitud máxima es de 4,54 km. En la Tabla 3.7 se presenta un resumen de las características de la cuenca.

Tabla 3. 7 Características morfométricas de la cuenca La Tablazón

Características	Descripción	Características	Descripción
Área (km ²)	14,17	Pendiente del cauce principal (%)	20,82
Perímetro (km)	17	Factor de forma	0,69
Elevación máxima (msnm)	1867	Índice de Gravelious (k)	1,03
Elevación mínima (msnm)	920	Longitud de corrientes (km)	20,53
Altitud más frecuente (msnm)	1 100-1200	Número de corrientes	16
Elevación media (msnm)	1393,5	Densidad de corrientes/km ²	1,05
Forma de la cuenca	Redonda	Densidad de drenaje km/km ²	1,45
Pendiente promedio (%)	66,83	Long. del río principal (km)	4,54
Orden de Corrientes	3		

Fuente: Alcaldía de Dipilto (2014)

3.3.4.7. Hidrogeoquímica y calidad de las aguas superficiales

Según el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) & Cooperación Suiza para América Central (COSUDE) (2004), el tipo hidrogeoquímico predominante en la cuenca La Tablazón son las aguas bicarbonatadas, cubriendo la totalidad del área de estudio (Figura 3.8). Este tipo de aguas se caracteriza por tener un tiempo de tránsito corto, que no permite la evolución geoquímica natural del agua subterránea a través del intercambio catiónico. Las aguas bicarbonatadas se localizan en la zona de recarga, por tanto, la infiltración del agua es reciente, con poco tiempo de circulación que no facilita la disolución de los materiales de las rocas.

En relación al contenido de cationes, se presentan el calcio y el magnesio. Sus concentraciones no exceden las máximas permitidas en las normas del Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica (CAPRE) y es probable que la presencia de estos se deba a que en la zona se encuentra el batolito granítico de Dipilto, cuyas rocas están compuestas por calcio, magnesio y sodio (Burianek & Zacek, 2015).

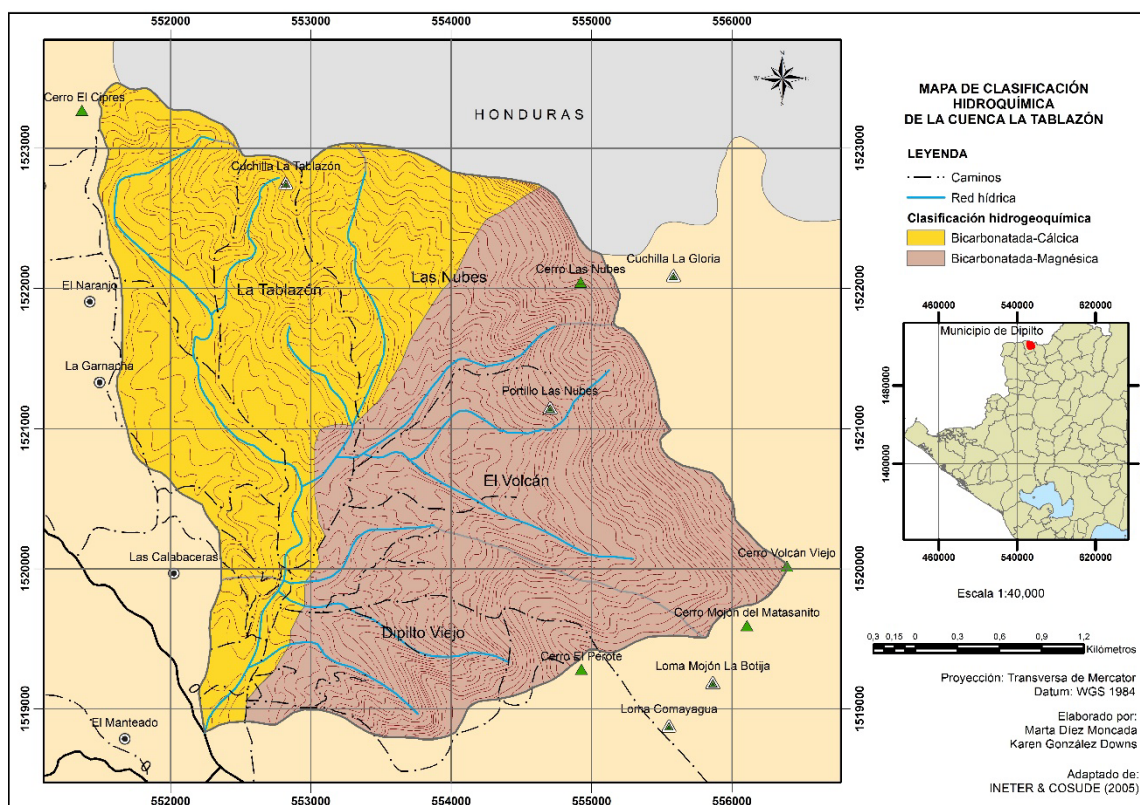


Figura 3. 8 Mapa hidrogeoquímico de la cuenca La Tablazón
Adaptado de: INETER & COSUDE (2004)

En relación a la calidad de las aguas superficiales, en abril de 2011 la Oficina de Servicios para Proyectos de Naciones Unidas (UNOPS) realizaron estudios en la zona de descarga del río principal de la cuenca. En este punto se registró una concentración de nitratos de 1,67 mg/L y coliformes fecales de 15 UFC/100 mL.

3.4. Área de Sensibilidad Ambiental y Social (ASAS)

Brown, Orozco, Roa & Schreier (2009) exponen que:

Un área de sensibilidad ambiental y social es una porción del paisaje que contiene rasgos naturales o culturales que son importantes para el funcionamiento del ecosistema, y que puede ser afectada negativamente por actividades humanas. Una ASAS puede incluir rasgos físicos, biológicos, culturales o sociales. El principal objetivo del análisis y mapeo de ASAS es contribuir a la planeación pro-activa a través de la designación de áreas sensibles (p.1).

La determinación de las áreas de sensibilidad ambiental y social se origina en Ontario, Canadá, que Eagles (1981) define bajo el enfoque de “planificación y administración municipal, con una relación particularmente estrecha a la planificación de las políticas de gobiernos regionales” (p. 313).

Al respecto, Dorney & Hoffman (1979) señalan que, para estos niveles de planificación territorial, el uso adecuado de los mapas base de biofísica, características culturales e históricas, y agrícolas, junto con el uso de la evaluación ambiental y diseño ambiental, puede facilitar la intervención de la gestión ambiental en momentos críticos. Estos mapas son generados mediante la identificación de las áreas ambientalmente sensibles (Figura 3.9).

Anexo al contexto de la sensibilidad ambiental y social, Bastedo, Nelson & Theberge (1984) diseñaron un enfoque de reconocimiento de los recursos abióticos, bióticos y culturales, llamado método ABC. Este método conlleva un “resumen del valor de los recursos en términos del mantenimiento de procesos ecológicos esenciales, sistemas de soporte vital, y el patrimonio cultural” (p. 127).

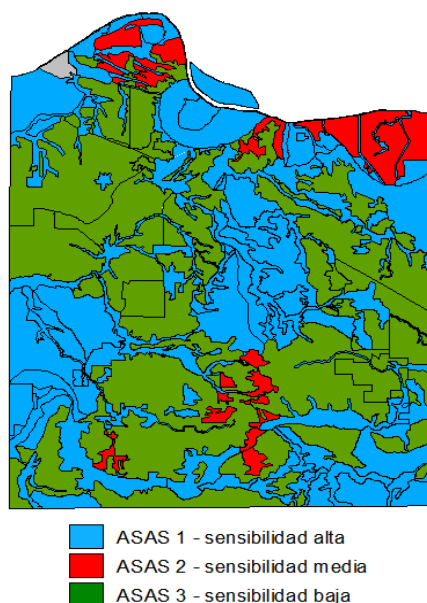


Figura 3. 9 Ejemplo de un mapa de ASAS en la municipalidad de Langley, Canadá

Fuente: Brown, et. al. (2009)

3.4.1. Indicador de sensibilidad ambiental y social

Un área sensible ambientalmente es una zona delimitada del paisaje que cumple con uno o más criterios, que pueden ser zona de recarga del acuífero, cabeceras de río, plantas inusuales, vida silvestre, o formas de relieve, cría o hábitat de los animales que pasan el invierno, funciones ecológicas vitales, especies en peligro de extinción, entre otros. Estos criterios pueden o no ser significativamente afectados por ciertas actividades humanas y pueden o no requerir administración intensiva para restaurar, mantener o mejorar el estado de su valor natural (Eagles, 1981).

Bastedo, et. al. (1984) refiere estos criterios como “limitaciones ambientales que reflejan los riesgos y las sensibilidades, biofísicos y conflictos de uso del suelo (p. 127)”.

3.4.2. Ordenamiento territorial

Es una zonificación cuyo objetivo es garantizar la seguridad ciudadana y el aprovechamiento racional de los recursos de las cuencas (forestal, agua, minería, materiales de construcción, turismo, recreación, etc.). Este ordenamiento debe contemplar las necesidades futuras y el crecimiento poblacional de acuerdo a la capacidad de carga y tecnificación posible en la cuenca. Constituye una estrategia para la gestión de cuencas (Faustino, 1996).

4. METODOLOGÍA

4.1. Etapas de la Investigación

4.1.1. Recopilación Bibliográfica

Se realizó una recopilación de información y bibliografía existente para conocer a fondo la situación del área de interés, mediante visitas a la Alcaldía de Dipilto, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) y el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). Se solicitaron datos de población, precipitación anual, puntos de captación de agua potable y estudios previamente realizados en la zona. Además, se realizó una revisión de bibliografía actualizada disponible en sitios web y libros.

4.1.2. Giras de Campo

Se realizaron tres giras de campo a las comunidades de la cuenca La Tablazón que permitieron conocer las condiciones ambientales y de vida de los pobladores, mediante la aplicación de encuestas, observación visual para la verificación de la geología, riesgo de deslizamiento y uso de suelo con apoyo de un experto.

Asimismo, se midieron parámetros físico-químicos de las aguas superficiales en su mayoría utilizadas como fuente de abastecimiento por los pobladores de la cuenca La Tablazón. Para esto, se utilizó un equipo Multiparamétrico, proporcionado por la Universidad Centroamericana (UCA), con el que se registraron parámetros como la turbiedad, conductividad, sólidos disueltos, temperatura, pH y oxígeno disuelto.

4.1.3. Análisis e interpretación de información recopilada

Finalmente, se procedió a ordenar, analizar e interpretar la información recopilada tanto en campo como bibliografía. Para esto se hizo uso de metodologías específicas como el Método de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica y la metodología de COSUDE para la determinación de zonas de susceptibilidad a inestabilidad de laderas, además, programas especializados como el SPSS para el análisis estadístico y el ArcGIS 10.2 para la elaboración de los mapas temáticos.

4.2. Descripción de la muestra estudiada

Se aplicaron encuestas a los pobladores de la cuenca La Tablazón para conocer su capacidad económica, nivel de educación, acceso a los servicios básicos, riesgo a deslizamiento, así como la percepción de la población sobre la calidad de las fuentes de agua superficiales.

El universo de la investigación corresponde al total de las 443 familias de las 4 comunidades que conforman la cuenca La Tablazón, según la información proporcionada por la Alcaldía de Dipilto.

Por lo tanto, basándose en un muestreo estratificado por comunidad se tomó una muestra de 198 familias, es decir, un 44,69% del total, con un nivel de confianza del 95% y un error del 5%. En la Tabla 4.1, se muestra el número de encuestas aplicadas por comunidad.

Tabla 4. 1 Número de encuestas en cada comunidad de la cuenca La Tablazón

Nº	Comunidad	Familias	Nº de encuestas
1	Dipilto Viejo	291	130
2	El Volcán	50	22
3	La Tablazón	61	27
4	Las Nubes	41	19
Total		443	198

Adaptado de: Alcaldía de Dipilto (2016)

4.3. Métodos y procedimientos

4.3.1. Determinación del tamaño de la muestra

Se aplicó el método de muestra probabilística estratificada porque el estudio se enfocó en el análisis socioeconómico de las familias, siendo distribuidas en subgrupos y tomando como variable auxiliar la comunidad de residencia. Luego, a cada subgrupo se le determinó el tamaño de la muestra de forma aleatoria. La estratificación permite aumentar la precisión de la información recolectada.

Para ello, se utilizó la siguiente ecuación, usando como referencia a Scheaffer (1986):

$$N = \frac{N \times \sum N_n \times P_n \times q_n}{N^2 D + \sum N_n \times P_n \times q_n}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

N_n: Número total de familias de la comunidad 1, 2... n

P_n: Probabilidad de representatividad de la muestra en la comunidad (0,5)

q_n: Probabilidad no haber representatividad de la muestra en la comunidad (0,5)

D: Margen de error determinado a través de la siguiente ecuación

$$D = \left(\frac{d}{z} \right)^2$$

Donde:

d: Límite de error seleccionado (0,05)

z: Valor estadístico de la curva normal de frecuencias (1,96)

Seguidamente, se utilizó un muestreo sistemático para garantizar la aleatoriedad de la información a recolectar en las comunidades. Se utilizó un factor proporcional definido por la siguiente ecuación

$$\text{Factor proporcional} = \frac{n}{N}$$

Dónde:

n: Tamaño de muestra

N: Número total de familias en la comunidad

Luego, se multiplicó el factor proporcional por la cantidad de familias correspondiente a cada comunidad, con el fin de obtener la muestra de familias a ser encuestadas por comunidad.

4.3.2. Determinación de parámetros morfométricos

Para el cálculo y análisis de las características morfométricos de la cuenca La Tablazón se utilizaron las clasificaciones dadas por el Instituto Nacional de Ecología (2004).

4.3.2.1. Área de la cuenca

El área de una cuenca es la proyección horizontal de la superficie de drenaje de un sistema de escorrentía y se relaciona con los procesos que en ella ocurren. Se establecen cuatro clases de tamaño de cuencas desde muy pequeña hasta grande (Tabla 4.2).

Tabla 4. 2 Clasificación de tamaño de una cuenca

Rango de áreas (km ²)	Clases de tamaño
12,5 – 35	Muy pequeña
35,5 – 58	Pequeña
58,5 – 81	Mediana
81,5 - 103,5	Grande

Adaptado de: Instituto Nacional de Ecología (2004)

4.3.2.2. Longitud del cauce principal

Corresponde a la longitud del cuerpo de agua principal de la cuenca, medido desde la parte más alta hasta el punto de cierre. Este parámetro influyó en el tiempo de concentración y en la mayoría de los parámetros morfométricos. La longitud del cauce principal se puede clasificar en tres clases (Tabla 4.3).

Tabla 4. 3 Clasificación de longitud del cauce principal

Rangos de longitud	Clases de longitud del cauce
6,9 - 10,9	Corto
11 - 15	Mediano
15,1 - 19,1	Largo

Adaptado de: Instituto Nacional de Ecología (2004)

4.3.2.3. Pendiente del cauce principal

La pendiente del cauce principal se calculó tomando como base la diferencia de altura que existe entre el punto más alto y el más bajo del río para luego dividirlo entre la longitud del mismo, es decir:

$$S = \frac{H}{L}$$

Donde:

S: Pendiente media del cauce

H: Diferencia de altura

L: Longitud del cauce

La siguiente tabla muestra las diferentes clases de valores de pendiente del cauce.

Tabla 4. 4 Clasificación de pendiente del cauce principal

Rangos de pendiente	Clases
1,01 - 1,05	Suave
1,06 - 1,11	Moderada
1,12 - 1,17	Fuerte

Adaptado de: Instituto Nacional de Ecología (2004)

4.3.2.4. Densidad de drenaje

Este índice permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. En general, una mayor densidad de escurrimientos indica mayor estructuración de la red fluvial, o bien que existe mayor potencial de erosión. La densidad de drenaje se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Donde:

L: Longitud de las corrientes de la cuenca (km)

A: Área total de la cuenca (km²)

En la siguiente tabla, se muestran los rangos de densidad y las clases.

Tabla 4. 5 Clasificación de densidad de drenaje

Rangos de densidad	Clases
0,1 - 1,8	Baja
1,9 - 3,6	Moderada
3,7 - 5,6	Alta

Adaptado de: Instituto Nacional de Ecología (2004)

4.3.2.5. Coeficiente de forma de Horton (K_f)

Este se estimó a partir de la relación entre el ancho promedio del área de captación y la longitud máxima de la cuenca. Para calcular el coeficiente de forma se utilizó la siguiente formula:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

L: Longitud de la cuenca

A: Área de la cuenca

Se ha clasificado la cuenca de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 4. 6 Clasificación de forma de una cuenca según K_f

Rango de K_f	Clases de forma
1,01 - 1,18	Muy poco achatada
1,8 - 1,36	Ligeramente achatada
1,36 - 1,54	Moderadamente achatada

Adaptado de: Instituto Nacional de Ecología (2004)

4.3.2.6. Coeficiente de compacidad (K_c)

El coeficiente de compacidad o coeficiente de Gravelius indica la tendencia de la cuenca a concentrar fuertes volúmenes de agua de escurrimiento, incrementándose cuando más cercano a uno sea, es decir habrá una mayor concentración de agua.

Para calcular el coeficiente de compacidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$K_c = \frac{P}{P_c}$$

Dónde:

P: Perímetro de la cuenca

P_c: Perímetro de la circunferencia

De acuerdo al resultado obtenido, se ha clasificado la cuenca según la siguiente tabla.

Tabla 4. 7 Clasificación de forma de una cuenca según Kc

Valores de Kc	Forma
1,00 - 1,25	Redonda a oval redonda
1,25 - 1,50	De oval redonda a oval oblonda
1,50 - 1,75	De oval oblonda a rectangular oblonda

Adaptado de: Instituto Nacional de Ecología (2004)

4.3.2.7. Tiempo de concentración (Tc)

Es el tiempo transcurrido o que demora en viajar una partícula de agua desde el punto más remoto de la cuenca hasta el punto de cierre. Para calcular el tiempo de concentración, se utilizó la siguiente formula, planteada por Gámez (2009):

$$T_c = 0,000325 \times \left(\frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \right) \times 60$$

Dónde:

Tc: Tiempo de concentración (min)

L: Longitud del cauce principal (m)

S: Pendiente del cauce principal (m/m)

La Tabla 4.8 muestra la clasificación de los valores de concentración para las cuencas.

Tabla 4. 8 Clasificación de tiempo de concentración

Rangos de tiempo de concentración (min)	Clases
0 - 41,5	Rápido
41,6 - 83,2	Moderado
83,3 - 125,1	Lento

Adaptado de: Instituto Nacional de Ecología (2004)

4.3.2.8. Curva Hipsométrica

La curva hipsométrica representa gráficamente la distribución de la cuenca en tramos de alturas y las respectivas áreas bajo la curva. Esta indica el estado de equilibrio dinámico de la cuenca. La siguiente figura muestra tres tipos de curvas hipsométricas.

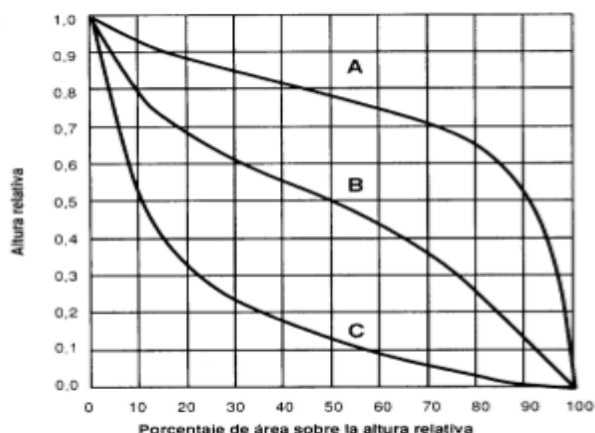


Figura 4. 1 Tipos de curvas hipsométricas
Fuente: Londoño Arango (2001)

Donde, la curva A refleja una cuenca con gran potencial erosivo en fase de juventud; la curva intermedia o curva B es característica de una cuenca en fase de madurez y en equilibrio y la curva inferior o curva C es típica de una cuenca sedimentaria en fase de vejez.

4.4. Determinación de indicadores y criterios para la evaluación de áreas de sensibilidad ambiental y social (ASAS)

Los indicadores definidos para la evaluación de áreas de sensibilidad ambiental y social se seleccionaron considerando los siguientes criterios generales.

1. Estado y manejo actual de los recursos naturales en la cuenca La Tablazón.
2. Principales problemas ambientales y sociales tomando como base la caracterización biofísica y socioeconómica de la cuenca de estudio.
3. Información antecedente referente a los principales problemas socioeconómicos de las familias que habitan en la cuenca.
4. Importancia ambiental y social de los recursos utilizados en la satisfacción de necesidades básicas de los pobladores de la cuenca.

Una vez seleccionados los indicadores, se delimitaron criterios tomando en cuenta las metodologías correspondientes o los resultados derivados de la caracterización socioeconómica. Los criterios se definieron en tres niveles de sensibilidad: baja, media y alta; niveles que se ponderaron de 1 a 3, siendo 3 el valor para el mayor nivel de sensibilidad.

4.4.1. Metodologías utilizadas en la evaluación de las ASAS

Para calcular los indicadores propuestos en esta investigación, se utilizaron una serie de metodologías validadas por diferentes organismos e instituciones descritas a continuación: el índice de calidad de agua (ICA), susceptibilidad a inestabilidad de

laderas, zonas de potencial de recarga hídrica, acceso a servicios básicos, capacidad económica y educación.

4.4.1.1. Índice de Calidad de Agua (ICA)

El Índice de Calidad del Agua (ICA) es una forma de agrupación simplificada de algunos parámetros que muestra los indicadores de un deterioro en calidad del agua, es una manera de comunicar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua. Sin embargo, para que dicho índice sea práctico debe de reducir la enorme cantidad de parámetros a una forma más simple, y durante el proceso de simplificación algo de información se sacrifica. Por otro lado, si el diseño del ICA es adecuado, el valor arrojado puede ser representativo e indicativo del nivel de contaminación y comparable con otros para enmarcar rangos y detectar tendencias.

La evaluación numérica del ICA se realizó con técnicas multiplicativas y ponderadas con la asignación de pesos específicos, obteniéndose a partir de una media geométrica. La siguiente ecuación para la determinación del ICA es explicada por Abbasi & Abbasi (2012).

$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Donde:

W_i : pesos específicos asignados a cada parámetro (i), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno.

Q_i : calidad del parámetro (i), en función de su concentración y cuya calificación oscila entre 0 y 100.

Se utilizó la calificación de los parámetros W_i y Q_i según el índice de calidad de agua desarrollado por Dinius (1987), llamado el Segundo Índice de Dinius. En la siguiente tabla se muestra los pesos y las funciones que determinaron los parámetros mencionados anteriormente.

Tabla 4. 9 Pesos ponderados de parámetros para Índice de Calidad de Agua

Parameter	Dimension	Weight	Function
DO	%Saturation	0.109	$0.82DO + 10.56$
5-Day BOD	mg/L, at 20 °C	0.097	$108(BOD)^{-0.3494}$
Coli	MPN–Coli/100 ml	0.090	$136(COLI)^{-0.1311}$
<i>E. coli</i>	Faecal–Coli/100 ml	0.116	$106(E-COLI)^{-0.1286}$
Alkalinity	ppm CaCO ₃	0.063	$110(ALK)^{-0.1342}$
Hardness	ppm CaCO ₃	0.065	$552(HA)^{-0.4488}$
Chloride	mg/L, fresh water	0.074	$391(CL)^{-0.3480}$
Sp. Conductance	µmhos/cm 25 °C	0.079	$506(SPC)^{-0.3315}$
pH	pH < 6.9		$10^{0.6803 + 0.1856(pH)}$
	pH – units (6.9 – 7.1)	0.077	1
	pH > 7.1		$10^{3.65 - 0.2216(pH)}$
Nitrate	as NO ₃ , mg/l	0.090	$125(N)^{-0.2718}$
Temperature	°C	0.077	$10^{2.004 - 0.0382(T_s - T_o)}$
Colour	Colour units – Pt std	0.063	$127(C)^{-0.2394}$

Fuente: Abbasi & Abbasi (2012)

Finalmente, el ICA que arrojó la ecuación anterior es un número entre 0 y 100 que califica la calidad, a partir del cual y en función del uso del agua, se permitió estimar el nivel de contaminación. Las clasificaciones de rangos de ICA se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. 10 Clasificación de rangos de ICA

Rangos de valores ICA	Clasificación
0 – 40	Inaceptable su consumo
40 – 50	Dudoso para su consumo
50 – 70	Tratamiento de potabilización necesario
70 – 80	Dudoso consumo sin tratamiento
80 – 90	Tratamiento menor requerido
90 – 100	No requiere tratamiento para consumo

Fuente: Cruz, Patiño & Torres (2009)

4.4.1.2. Metodología para la elaboración de mapas de amenazas por inestabilidad de laderas

Para determinar el indicador referido a la susceptibilidad de deslizamientos, se utilizó la Metodología para la Elaboración de Mapas de Amenazas por Inestabilidad de Laderas desarrollada por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) en el marco del proyecto MET-ALARN con el auspicio de la Cooperación Suiza en América Central (COSUDE), con el fin de ofrecer criterios técnicos y sencillos de aplicar, congruentes con experiencias internacionales que, con un alto nivel de

confianza, puede ser aplicada por instituciones y especialistas que desarrollan mapas de amenazas.

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2005) propone los siguientes pasos para la elaboración del mapa de amenazas por inestabilidad de laderas:

- Recopilación y valoración de bibliografía

Se recopilaron mapas topográficos, datos históricos sobre geología, suelo, uso de suelo, hidrología y climatología. En el caso de Nicaragua no todos los municipios cuentan con información, sin embargo, en la zona de interés sí existen estudios sobre evaluación del grado de amenaza por inestabilidad de ladera.

- Elaboración de un mapa de inventario de eventos o de fenómenos de inestabilidad de laderas ya ocurridos

Para la elaboración del mapa de inventario de eventos de inestabilidad, se identificaron las zonas de interés partiendo de consultas a las autoridades municipales y encuestas a los pobladores. Además, se acompañó con el análisis de mapas topográficos y fotos aéreas donde se identificaron zonas con discontinuidades en las curvas de nivel que se relaciona con terrenos inestables. Otro factor que se tomó en cuenta fueron los perfiles topográficos y geológicos de mapas tanto antiguos como recientes para comparar e identificar si hubo cambios.

- Evaluación y mapeo de la susceptibilidad

Una vez obtenido el Mapa de fenómenos, y como paso previo a la Evaluación del Nivel de Amenaza, se realizó la evaluación y zonificación de la susceptibilidad a los movimientos de ladera.

Para la elaboración del mapa de susceptibilidad se seleccionaron criterios como la pendiente, geología, tipo de suelo, uso de suelo y el mapa de fenómenos previamente realizado. Con base a estos criterios, se elaboran mapas y capas que luego se sobreponen con ayuda del programa ArcGis 10.2.

Por cada criterio a evaluar se definieron clases, asignándole según el criterio del especialista y lo observado en campo, a cada una un peso porcentual que puede variar entre el 2 (muy bajo) y 5 (alto). Finalmente, la suma de los pesos de las diferentes capas y clases dio como resultado la susceptibilidad del terreno a deslizamientos.

4.4.1.3. Metodología de identificación de zonas con potencial de recarga hídrica

Esta metodología desarrollada por Matus (2009) para el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) establece que cada uno de los elementos que integran el modelo se evalúa a través de métodos prácticos y de fácil uso por los actores locales en todas las zonas identificadas. Se validó esta metodología a través de su aplicación práctica en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua.

El modelo utilizado está formado por los elementos descritos a continuación, en los que su ponderación va de 1 a 5, donde 1 es el valor más bajo. Es decir, el que presenta las características menos favorables para que ocurra la recarga hídrica y 5 la puntuación más alta.

1. Pendiente y microrrelieve (Pend)

La pendiente está directamente relacionada con la escorrentía superficial e influye en la recarga hídrica. Tomando en cuenta relieves con elevaciones altas, escarpados y de rápido escurrimiento superficial, el proceso de infiltración y recarga disminuye; por el contrario, en lugares con relieves planos, semi-planos y cóncavos se favorece el proceso de infiltración y recarga hídrica, al permitir un mayor tiempo de contacto del agua con el suelo. Este parámetro se determinó utilizando la siguiente tabla.

Tabla 4. 11 Clasificación de pendiente para potencial de recarga hídrica

Microrrelieve	Pendiente (%)	Posibilidad de recarga	Ponderación
Suelo plano o casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5
Suelo moderadamente ondulado / cóncavo	6 - 15	Alta	4
Suelo ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3
Suelo escarpado	45 - 65	Baja	2
Suelo fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1

Fuente: Matus (2009)

2. Tipo de suelo (Ts)

La alta capacidad de infiltración de las zonas de recarga depende del tipo de suelo, textura gruesa, poroso, es decir, suelos permeables. Por el contrario, los suelos de textura fina, arcillosos, pesados y compactados impiden o dificultan la recarga hídrica. A través de la Tabla 4.12, se determinó la capacidad de recarga hídrica del suelo según su textura.

Tabla 4. 12 Clasificación de textura del suelo para potencial de recarga hídrica

Textura	Posibilidad de recarga	Ponderación
Suelo franco arenoso a arenoso, con tamaño de agregados o partículas de gruesos a medios y muy rápida capacidad de infiltración (mayor de 25 cm/h)	Muy alta	5
Suelo franco, con partes iguales de arena, limo y arcilla y rápida capacidad de infiltración (12,7 – 25 cm/h)	Alta	4
Suelo franco limoso, con partículas de tamaño medio a finas y moderada a moderadamente rápida capacidad de infiltración (2 – 12,7 cm/h)	Moderada	3
Suelo franco arcilloso, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados, con muestras de compactación y lenta a moderadamente lenta capacidad de infiltración (0,13 – 2 cm/h)	Baja	2
Suelo arcilloso, muy pesados, con partículas muy finas, compactados, con muy lenta capacidad de infiltración (menor de 0,13 cm/h)	Muy baja	1

Fuente: Matus (2009)

3. Tipo de roca (Tr)

Al igual que con el tipo de suelo, las características de las rocas que determinan la recarga son la porosidad y permeabilidad. Para la evaluación de las características de las rocas se empleó la siguiente tabla.

Tabla 4. 13 Clasificación de tipo de roca para potencial de recarga hídrica

Rocas	Posibilidad de recarga	Ponderación
Rocas muy permeables, muy suaves, constituidas por cristales o agregados gruesos, con macroporos interconectados; p.e., arena gruesa, piedra pómez, grava o cascajo.	Muy alta	5
Rocas permeables, suaves, constituidas por cristales o agregados medianos, con poros interconectados, con poca cementación; p.e., arena fina, arenisca.	Alta	4
Rocas moderadamente permeables,	Moderada	3

Rocas	Posibilidad de recarga	Ponderación
semisuaves, con regular interconexión de poros.		
Rocas poco permeables, algo duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, con presencia de fracturas interconectadas; p.e., grava combinada con arcilla.	Baja	2
Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	Muy baja	1

Fuente: Matus (2009)

4. Cobertura vegetal permanente (Cve)

La cobertura vegetal influye en la infiltración del agua al permitir mayor contacto con el suelo y disminuir la velocidad de escorrentía y la erosión, favoreciendo la recarga en el medio. En la Tabla 4.14 se muestra la ponderación que determinó la capacidad de recarga hídrica según la cobertura vegetal.

Tabla 4. 14 Clasificación de cobertura vegetal según potencial de recarga hídrica

Porcentaje de cobertura vegetal	Posibilidad de recarga	Ponderación
> 80%	Muy alta	5
70 – 80%	Alta	4
50 – 70%	Moderada	3
30 – 50%	Baja	2
< 30%	Muy baja	1

Fuente: Matus (2009)

5. Uso de suelo (Us)

Influye en el deterioro de las características del suelo (erosión y compactación), como en la reducción de la capacidad de infiltración y de recarga hídrica. La ponderación se encuentra en la siguiente tabla.

Tabla 4. 15 Clasificación de uso del suelo para potencial de recarga hídrica

Uso del suelo	Posibilidad de recarga	Ponderación
Bosque que presentan los tres estratos: árboles, arbustos y hierbas o zacate denso.	Muy alta	5
Sistemas agroforestales o silvopastoriles	Alta	4
Terrenos cultivados y con obras de	Moderada	3

conservación de suelo.		
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua.	Baja	2
Terrenos agropecuarios, con manejo intensivo.	Muy baja	1

Fuente: Matus (2009)

Las zonas de recarga se definieron mediante la siguiente ecuación.

$$ZR = (0,27(Pend) + 0,23(Ts) + 0,12 (Tr) + 0,25(Cve) + 0,13(Us))$$

Para determinar la posibilidad de recarga hídrica de cada zona identificada, se multiplicó el resultado obtenido en la evaluación por su factor correspondiente y se sumaron los elementos. La sumatorias de las ponderaciones alcanzadas por todos los elementos arrojó un valor que representa las posibilidades de que ocurra recarga hídrica en un sitio dado (Tabla 4.16).

Tabla 4. 16 Clasificación de potencial de recarga hídrica

Posibilidad de recarga	Rango
Muy alta	4,1 – 5,0
Alta	3,4 – 4,09
Moderada	2,6 – 3,49
Baja	2 – 2,59
Muy baja	1 – 1,99

Fuente: Matus (2009)

4.4.1.4. Metodología de las necesidades básicas insatisfechas (NBI)

Se tomó como base la identificación de un nivel mínimo de satisfacción de necesidades básicas y el grado económico de las familias, a través de la metodología descrita por Ferez & Mancero (2001). De esta metodología se evaluaron tres indicadores: acceso a servicios básicos, educación y capacidad económica.

- Acceso a servicios básicos

El análisis de las condiciones sanitarias de una vivienda se realizó a través de dos indicadores: la disponibilidad de agua potable y el acceso a servicios sanitarios para el desecho de excretas.

El primero de los indicadores se refiere al abastecimiento permanente de agua de buena calidad en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de alimentación e higiene. La medición del indicador generalmente hace una distinción entre la fuente de origen del agua y la forma en que ésta es suministrada a la vivienda. En lo que respecta a la infraestructura sanitaria de la vivienda, también se suelen distinguir dos

características: por un lado, la disponibilidad de un servicio higiénico y, por otro, el sistema de eliminación de aguas servidas.

Para la evaluación de este indicador en el presente estudio, se tomó como referencia el criterio usado en el censo de Nicaragua de 1995, en el que se clasificó como estado crítico a aquellos hogares sin inodoro o letrina y que deben acarrear el agua de un río, manantial u ojo de agua para satisfacer la demanda de agua potable en la familia.

- Capacidad económica

Para determinar el grado de capacidad económica de los miembros del hogar (CE), la variable que se utilizó es la relación del número de personas que no reciben ingresos entre el número de perceptores de ingresos. En general, la capacidad económica se considera crítica si el número de miembros dependientes es de 3 o más.

- Educación

Constituye un requerimiento mínimo para que las personas puedan incorporarse adecuadamente a la vida productiva y social. Son algunas las variables que determinan la capacidad de la educación para llevar a cabo adecuadamente su rol de integración social.

El nivel educacional del jefe del hogar es altamente determinante en su probabilidad de competir adecuadamente en el mercado laboral. Mientras menos años de educación haya aprobado un individuo, menores son los ingresos que este posiblemente obtendrá. El nivel educativo del jefe del hogar se midió a partir de los años de educación aprobados por el mismo. Generalmente, la determinación de un nivel crítico de este indicador es sensible al tipo de entorno del hogar, ya que la participación en el mercado laboral en zonas rurales no requiere de niveles educativos tan altos como en zonas urbanas.

4.4.2. Metodología de ASAS

Seguidamente, con base a la información de la caracterización biofísica y socioeconómica, se generaron mapas temáticos por cada indicador evaluado.

Cada mapa temático consiste en vectores clasificados según el nivel de sensibilidad. Se utilizó el método de multiplicación de mapas, utilizando la herramienta “Raster Calculator” del programa ArcGIS 10.2. En la sobreposición de mapas se sumaron las ponderaciones por cada indicador. Finalmente, se clasificaron los valores resultantes de la suma de indicadores en los tres niveles de sensibilidad.

4.5.Limitaciones encontradas en la realización de la investigación

Entre las limitaciones encontradas durante la realización de esta investigación, se incluye la falta de datos diarios de precipitaciones necesarios para analizar cómo podría afectar este factor en las zonas susceptibles a deslizamientos.

Además, no se lograron analizar todos los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos necesarios para determinar de manera más precisa la calidad del agua en el periodo lluvioso debido a los altos costos de los estudios.

5. IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL Y SOCIAL

5.1. Caracterización biofísica y socioeconómica

5.1.1. Caracterización biofísica

5.1.1.1. Clima

5.1.1.1.1. Precipitación

Los resultados del análisis de precipitación indican una precipitación media anual en la cuenca La Tablazón de 1621,3 mm (Tabla 5.1). Las mayores precipitaciones se registran entre los meses de mayo a octubre, abarcando el 77,7% de la precipitación media anual, donde se destaca junio como el mes más lluvioso. Durante el período lluvioso, se presenta una disminución de las precipitaciones en julio y agosto, meses que corresponden al período de canícula. Por otra parte, el período seco se presenta de noviembre a abril, con precipitaciones que van desde 37,9 a 96,9 mm, donde el mes más seco corresponde a febrero. En la Figura 5.1 se muestra la variación de la precipitación a lo largo del año.

Tabla 5. 1 Datos de precipitaciones registradas en la cuenca La Tablazón

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Las Nubes (2004 – 2012)	81,3	50,8	57,1	51,4	221,0	318,5	239,6	239,0	252,2	227,2	124,5	111,7	1 974,2
La Tablazón (2004 – 2012)	74,2	44,9	53,7	41,4	193,4	257,1	221,8	216,9	229,0	199,4	103,2	88,9	1 723,7
El Volcán (2004 – 2012)	43,0	25,0	36,5	36,5	192,4	278,7	192,1	210,0	270,9	221,6	70,5	63,0	1 640,5
Los Planes (1972 – 2012)	57,5	34,7	25,7	31,9	127,5	192,2	178,1	183,8	211,6	181,7	85,6	66,1	1 376,2
Dipilto (1984 – 2011)	59,3	34,2	39,1	39,0	128,0	182,3	157,6	171,9	219,4	186,2	100,6	74,6	1 392,1
Promedio	63,1	37,9	42,4	40,0	172,5	245,8	197,8	204,3	236,6	203,2	96,9	80,9	1 621,3

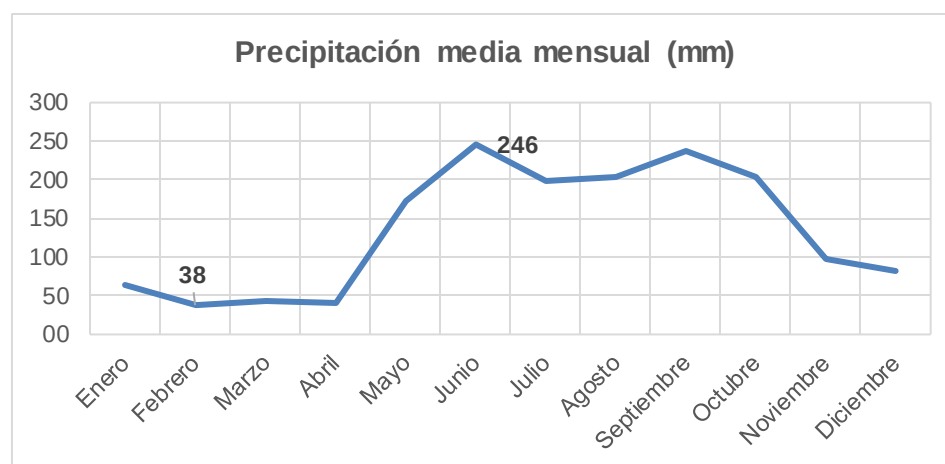


Figura 5. 1 Variación de la precipitación media mensual a lo largo del año

La Figura 5.2 muestra la distribución de la precipitación media anual en la cuenca La Tablazón. Los mayores valores se concentran en la parte alta de la cuenca, registrando valores de 2 240 mm en las zonas altas de las comunidades Las Nubes y La Tablazón. De igual manera, también se muestra que las menores precipitaciones se presentan en la parte baja de la cuenca, en concreto, la comunidad de Dipilto Viejo, donde las precipitaciones se registran desde los 1 350 a 1 500 mm.

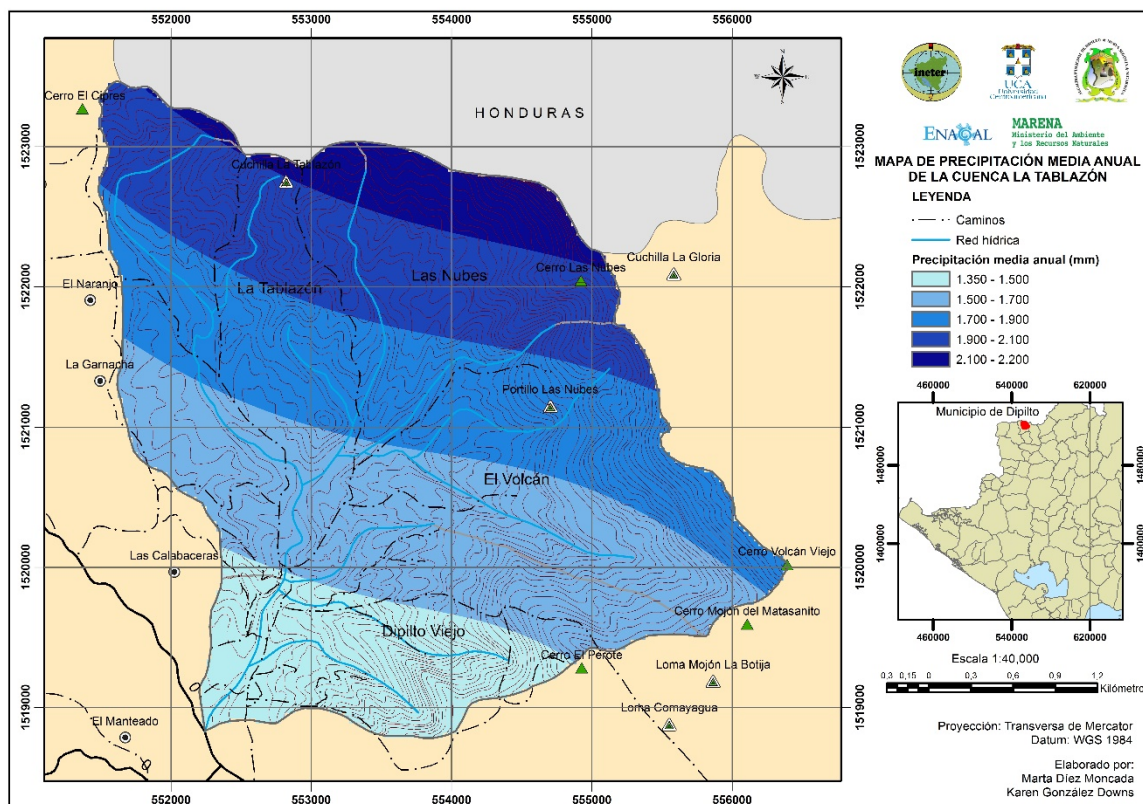


Figura 5. 2 Mapa de isoyetas de precipitación en la cuenca La Tablazón

5.1.1.1.2. Temperatura

La media anual de temperatura se registra en 24,5°C, observándose que la temperatura varía muy poco a lo largo del año. En la Tabla 5.2 se detallan los datos de temperatura media mensual en la cuenca La Tablazón. El mes de abril se registra como el mes más cálido en la cuenca, con 26,7°C. En contraste, diciembre es el mes con temperaturas más bajas, mostrando un promedio de 22,7°C.

Tabla 5. 2 Datos de temperatura media mensual de la estación meteorológica Ocotal (1958 – 2014)

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Temperatura (°C)	22,9	23,8	25,3	26,7	26,4	25,0	24,4	24,7	24,4	24,1	23,2	22,7	24,5

En la Figura 5.3 se muestra gráficamente la variación de temperatura a lo largo del año, que corresponde a los períodos seco y lluvioso, siendo de 3°C, y la máxima diferencia de temperatura entre el mes más cálido (abril) y el más frío (diciembre) es de 4°C.

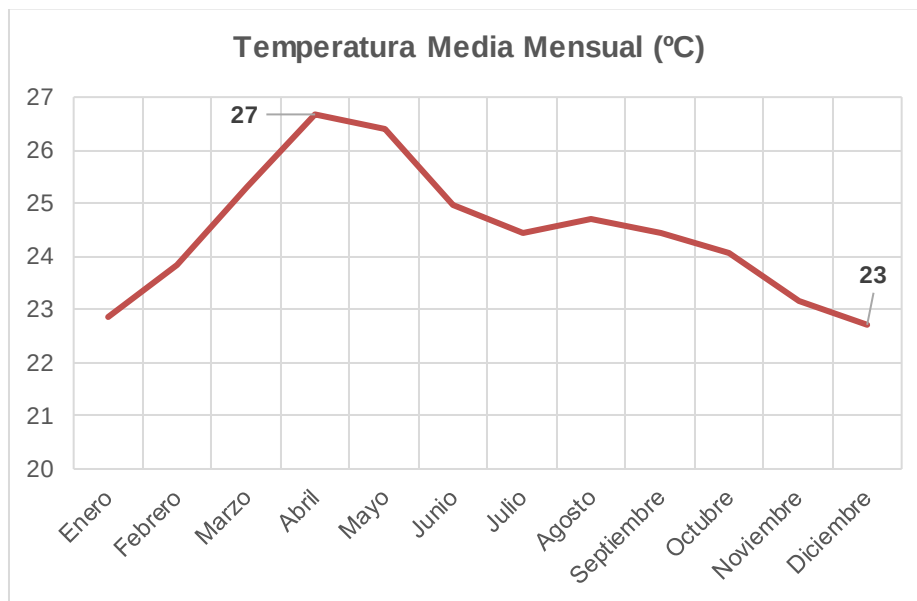


Figura 5. 3 Variación de la temperatura media mensual a lo largo del año

5.1.1.2. Características morfométricas

La cuenca la Tablazón corresponde al nivel 7 (Nº 9516946), de acuerdo a la metodología Pfafstetter, siendo esta parte de la cuenca del río Dipilto, de nivel 6 (Nº 951694).

Se calcularon los parámetros morfométricos con el objetivo de determinar el comportamiento de la cuenca y cómo inciden en el escurrimiento superficial.

La cuenca La Tablazón se clasifica como una cuenca pequeña, con un área de 14,32 km², un perímetro de 16,79 km y una longitud máxima o longitud axial de 4,66 km, lo que indica que tiene una menor capacidad de captación de aguas.

En el caso de la forma de la cuenca, los valores de índice de compacidad inferiores a 1 indican mayor concentración de agua. Para el caso de la cuenca La Tablazón, el coeficiente de Gravelius o índice de compacidad es de 1,25 lo que demuestra que la cuenca no tiene tendencia a concentrar grandes volúmenes de aguas de escurrimiento. Además, esta tiene un factor de forma de 0,66, que indica que la cuenca la Tablazón es oval redonda con una forma poco alargada, por lo tanto, el tiempo de concentración o de recorrido de las aguas desde los límites de la cuenca hasta el punto de cierre es menor comparado con una cuenca de área similar, pero de

forma alargada. El tiempo de concentración calculado para la cuenca La Tablazón es de 61,71 minutos.

Este dato fue confirmado al realizar el cálculo con dos métodos adicionales que son las ecuaciones de Kirpich y Pasini, mostrando un error mínimo de 2% entre los tres resultados.

A continuación, se presenta la Tabla 5.3, que consiste en un resumen de las principales características morfométricas de la cuenca La Tablazón.

Tabla 5. 3 Parámetros morfométricos de la cuenca La Tablazón

Parámetro	Valor	Clasificación
Área de la cuenca (km ²)	14,32	Pequeña
Longitud del cauce principal (km)	8,28	Corto
Perímetro de la cuenca (km)	16,80	
Índice de compacidad	1,25	Oval redonda a oval oblonda
Factor de forma	0,66	Moderadamente achatada
Densidad de drenaje	1,45	Baja
Longitud de la cuenca (km)	6,02	
Elevación máxima (msnm)	1840	
Elevación mínima (msnm)	940	
Pendiente del cauce principal	0,056	
Radio	2,14	5,55%
Longitud Axial (km)	4,66	
Perímetro del círculo	13,42	
B	3,08	
Tiempo de concentración (min)	61,71	Moderado

5.1.1.2.1. Curva Hipsométrica

La curva hipsométrica proporciona información sobre el estado de equilibrio dinámico de la cuenca. Esta representa gráficamente la distribución de la cuenca por tramos de altura, es decir, es la relación entre las alturas y la superficie de la cuenca que se halla entre cada cota.

En el caso de la Figura 5.4 se muestra que la cuenca La Tablazón presenta una curva B o intermedia, lo que es característico de una cuenca en equilibrio, es decir, está en su fase de madurez y es más estable, menos propensa a inundaciones en la zona baja y a su vez posee un menor potencial erosivo.

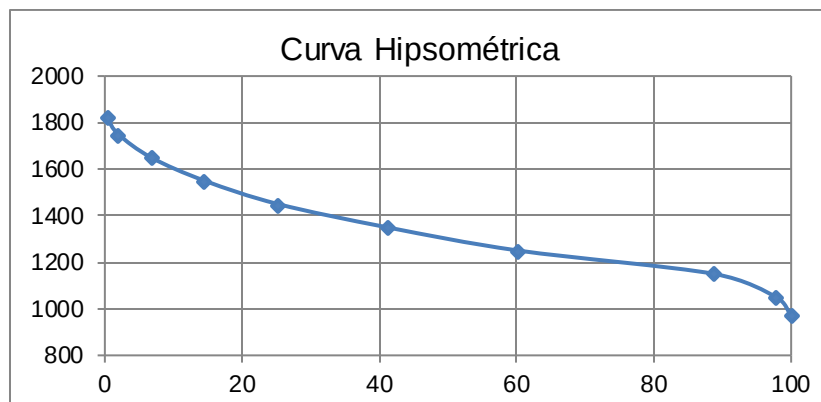


Figura 5. 4 Curva hipsométrica de la cuenca La Tablazón

5.1.1.3. Hidrogeoquímica

Se realizaron pruebas de calidad de agua en cuatro puntos dentro de la zona de estudio, lo que permitió la comparación con el Mapa Hidrogeoquímico de la Región Central de Nicaragua a una escala de 1: 250,000. La Figura 5.5 indica que no ha habido evolución hidroquímica en la cuenca La Tablazón, evidenciando aguas recientes o de poca infiltración, es decir, que han entrado en contacto con la roca por poco tiempo.

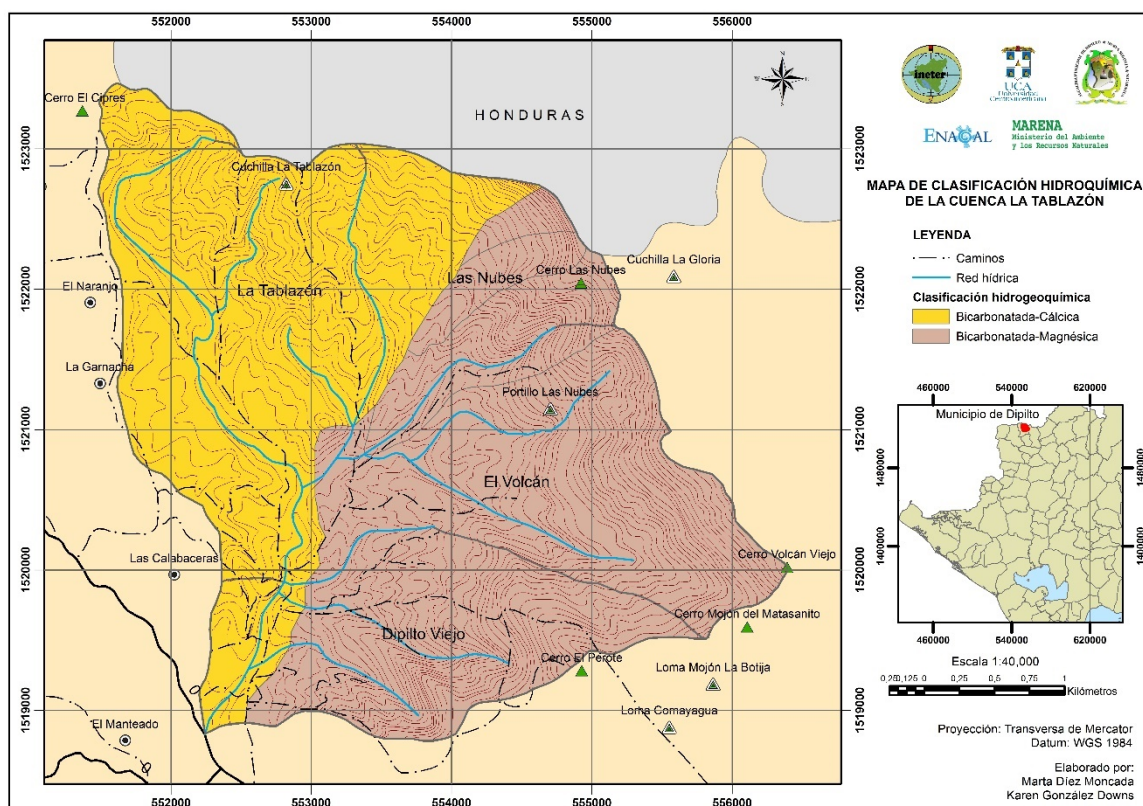


Figura 5. 5 Clasificación hidrogeoquímica de las aguas en la cuenca La Tablazón

5.1.1.4. Formaciones geológicas

Se realizó recorrido de campo con el apoyo de una especialista en geología para verificar e identificar las formaciones geológicas descritas en el acápite 3.1.4 *Características Físico-Naturales*. El mapeo geológico se realizó en el área de estudio con el uso del GPS en coordenadas UTM WGS84 para ubicar geográficamente los puntos donde pudiera haber un cambio o diferir de lo dicho en los antecedentes.

El área de estudio se encuentra al Norte de Nicaragua, por tanto, forma parte de la Plataforma Paleozoica y Mesozoica donde se encuentran las rocas más antiguas del país, con una edad aproximada de 300 millones de años. Durante el recorrido se observaron las siguientes formaciones.

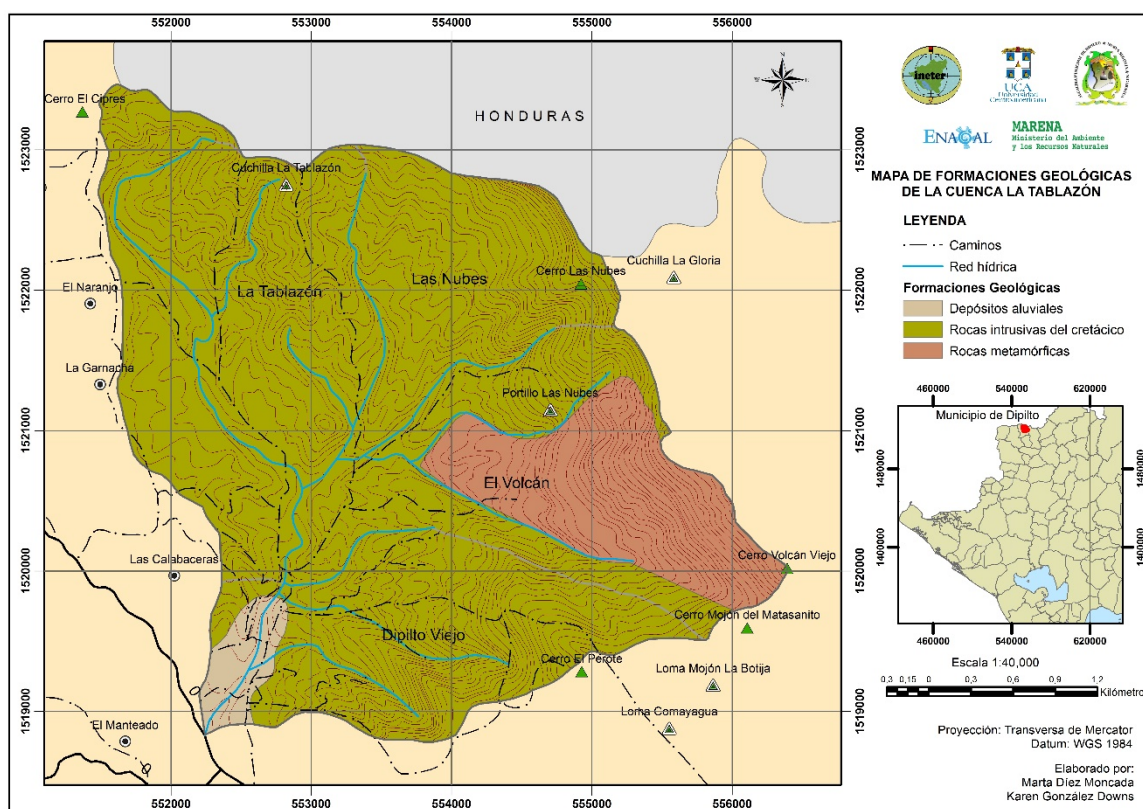


Figura 5. 6 Mapa de formaciones geológicas presentes en la cuenca La Tablazón

Como se observa en la Figura 5.6, en la cuenca La Tablazón se encuentra tres tipos de formaciones geológicas.

- **Depósitos Aluviales:** sedimentos aluviales depositados en los valles, riberas de las quebradas y la zona baja de la cuenca, algunos de estos también provienen de deslizamientos antiguos que tuvieron lugar en las zonas altas de la cuenca (Figura 5.7).



Figura 5. 7 Depósito Aluvial

- **Rocas intrusivas del Cretácico:** Este tipo de rocas pertenecen al Cretácico superior (entre 110 – 120 millones de años), y corresponden al batolito de Dipilto constituido principalmente por granitos y granodioritas fuertemente alteradas, y meteorizadas. Algunos fragmentos han sido transportados por las corrientes de agua por lo que se observan también en las riberas de los ríos y quebradas de la zona (Figura 5.8).



Figura 5. 8 Granitos alterados del cretácico

- **Rocas Metamórficas:** Pertenecen a la era Paleozoica y están constituidas principalmente por esquistos micáceos y grafiticos que se ubican en la parte alta de la cuenca. Estas rocas son de color gris a gris oscuro, algunas de gris verdoso fuertemente alterados y quebradizos intercaladas con estratos de pizarras. Bloques de este material han sido desplazados por deslizamientos, por lo cual fragmentos de estas rocas metamórficas fueron observadas en el lecho del río Dipilto, en la zona baja de la cuenca La Tablazón y en los caminos. (Figura 5.9).



Figura 5. 9 Fragmentos de esquistos

5.1.1.5. Textura del suelo

Para elaborar el mapa de textura de suelo se realizó una verificación en campo del mapa antecedente, mediante observación en campo.

Tabla 5. 4 Texturas de suelo de la cuenca La Tablazón

Textura	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Arena Franco	2,42	16,91
Franco Arcilloso	4,61	32,21
Franco	7,29	50,88
Total	14,33	100,00

Se observó que la textura de suelo predominante en la cuenca La Tablazón es el suelo franco, abarcando el 50,88% de la superficie del terreno (Tabla 5.4). Con menor área, se presentan las texturas franco arcilloso y franco arenoso. En la Figura 5.10, se muestra la distribución de las texturas del suelo observadas en campo.

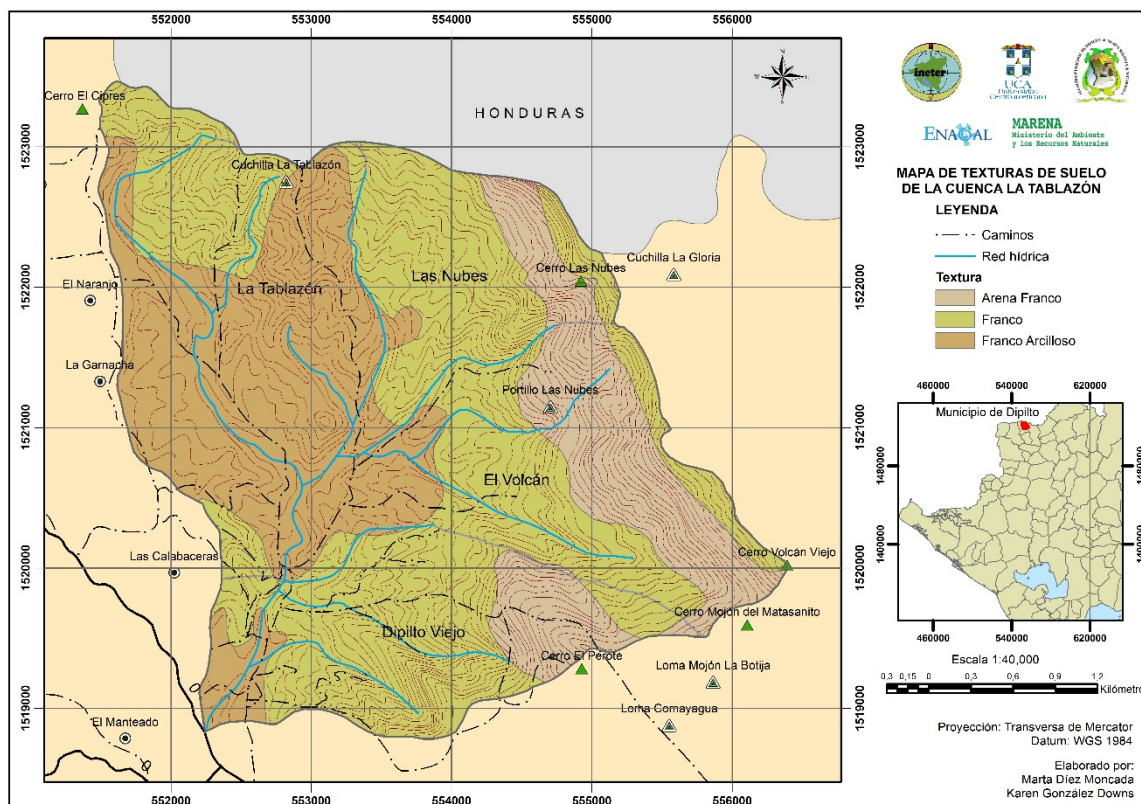


Figura 5. 10 Mapa de texturas de suelo en la cuenca La Tablazón

5.1.1.6. Uso actual del suelo

Los suelos de la cuenca son en su mayoría aptos para uso forestal con pinares, sin embargo, en la actualidad son utilizados para la siembra de cultivos permanentes como el café con sombra, musáceas, cítricos y hortalizas.

Para identificar el uso actual de suelos se recorrió el área de estudio y se comparó con el mapa de uso de suelo del año 2015. Durante la visita de campo se constató que ha habido cambios en el uso de suelo (Figura 5.11).

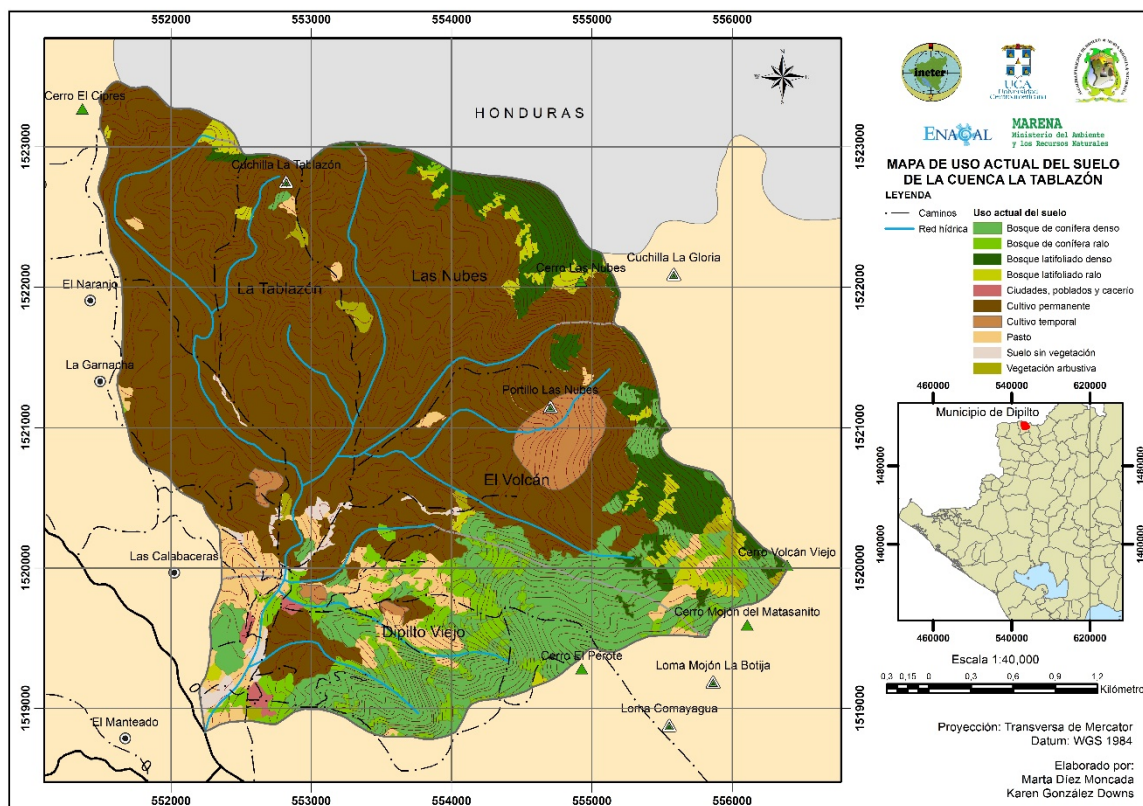


Figura 5. 11 Mapa de uso actual de 2016 de la cuenca La Tablazón

En la zona de la comunidad El Volcán, coordenadas 554127 E – 1520413 N, se observó cultivo de yuca, cálala y maíz mientras que en el mapa del 2015 esta era una zona de café con sombra. Además, sobre los caminos se puede ver cómo ha aumentado la presencia de pasto en comparación con el mapa anterior. Los suelos de la cuenca son en su mayoría aptos para uso forestal con pinares, no obstante, actualmente la gran mayoría están siendo utilizados para la siembra de cultivos permanentes como el café con sombra, musáceas, cítricos y hortalizas. Este cambio de uso, considerando el tipo de suelo que en su mayoría es arenoso y poco profundo, trae consigo erosión y degradación de los suelos.

En la siguiente tabla, se muestran los cambios de uso de suelo observados en campo.

Tabla 5. 5 Cambios de uso de suelo encontrados en la gira de campo

Nº	X	Y	Uso de Suelo
1	554127	1520413	Café con sombra
2	554399	1520748	Café con sombra y plátano
3	554530	1520922	Yuca y Calala
4	554573	1520923	Maíz
5	553171	1522111	Pasto, plátano y café
6	552982	1522301	Café con sombra
7	552200	1523200	Café con sombra
8	552303	1523100	Bosque latifoliado ralo
9	552362	1519160	Suelo sin vegetación
10	553000	1519841	Cultivo temporal
11	553617	1519704	Cultivo temporal
12	553050	1520409	Suelo sin vegetación

5.1.2. Caracterización socioeconómica

Se aplicó el instrumento de encuesta a una muestra representativa de 198 familias para la definición de las particularidades socioeconómicas de la población que habita en la cuenca La Tablazón, las cuales se distribuyen en cuatro comunidades: Las Nubes, El Volcán, La Tablazón y Dipilto Viejo.

5.1.2.1. Datos sociodemográficos

Aspectos demográficos, como edad promedio de jefes de familia y número de habitantes por hogar, se muestran en la Tabla 5.6, en forma de valores promedio.

Tabla 5. 6 Datos sociodemográficos de las comunidades de la cuenca La Tablazón

	Las Nubes	El Volcán	Dipilto Viejo	La Tablazón
Edad promedio del jefe (o jefa) de familia (años)	45	45	46	49
Número de personas en promedio por hogar	4	4	4	4
Número de hombres en promedio por hogar	2	2	2	2
Número de mujeres en promedio por hogar	2	1	2	2
Número de niños menores de 15 años en promedio por hogar	1	1	1	1

El análisis de la información destaca que:

- De las cuatro comunidades, en dos de ellas la edad promedio de jefes de familia es mayor de 45 años, destacándose La Tablazón como la comunidad con la mayor edad promedio, siendo 49 años.

- En promedio, las familias están conformadas por cuatro personas, dos hombres y dos mujeres, de los cuales un miembro es menor de 15 años.

En la cuenca La Tablazón predominan hogares que tienen por jefe un hombre, destacándose la comunidad El Volcán donde 100% de los hogares encuestados tiene como jefe un hombre. La representación de la mujer como jefe de familia es baja, con apenas un 32% en promedio del total. Dipilto Viejo es la comunidad en donde hay mayor porcentaje de jefas mujer, con el 37,4%. En la siguiente figura se expone el porcentaje de hombres y mujeres como jefes (o jefas) de familia en cada comunidad.

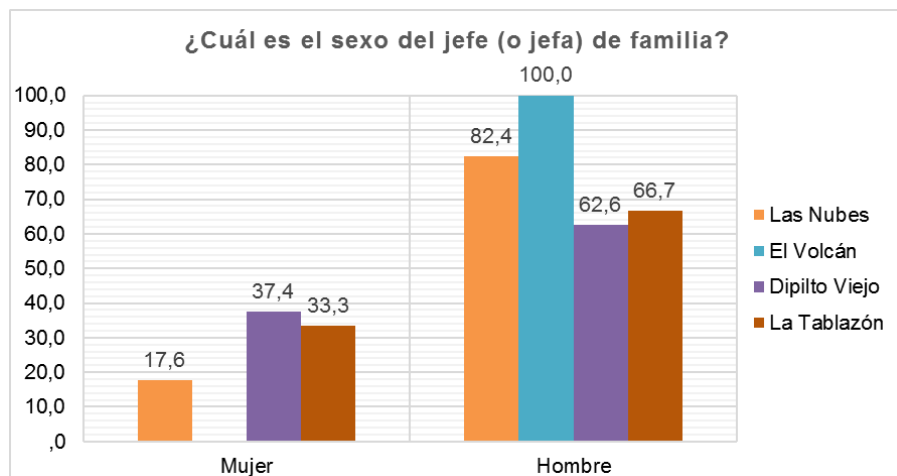


Figura 5. 12 Género del jefe o jefa de familia

5.1.2.2. Vivienda

En relación a la vivienda, los aspectos tomados en cuenta son la tenencia de la propiedad y el sexo del dueño o dueña de la vivienda.

5.1.2.3. Tenencia de la propiedad

La mayoría de las familias encuestadas tienen vivienda propia. La comunidad con el menor porcentaje de viviendas propias es El Volcán (66,7%), seguido de Las Nubes (71%). En ambas comunidades, el porcentaje de casas prestadas es de 33,3% y 24%, respectivamente. Cabe señalar que las viviendas prestadas se refieren a cuidadores de terrenos ajenos o préstamos de casa de familiares cercanos. La Figura 5.13 muestra el estado de la tenencia de la propiedad en los hogares de la cuenca La Tablazón.

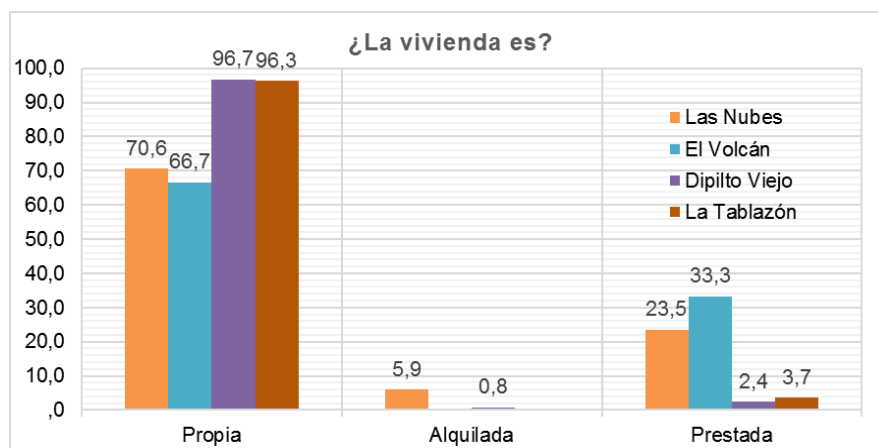


Figura 5. 13 Tenencia de la vivienda

5.1.2.4. Sexo del dueño o dueña de la vivienda

En la Figura 5.14 se presenta que los hombres son propietarios de la mayoría de las viviendas, concretamente del 75% en Las Nubes y el 64% en la comunidad La Tablazón. La presencia de mujeres propietarias de viviendas se destaca sólo en Dipilto Viejo (47%). Por otra parte, la comunidad El Volcán muestra un mayor porcentaje de viviendas con propietarios de ambos sexos (20%), es decir, la vivienda está legalmente a nombre de ambos.

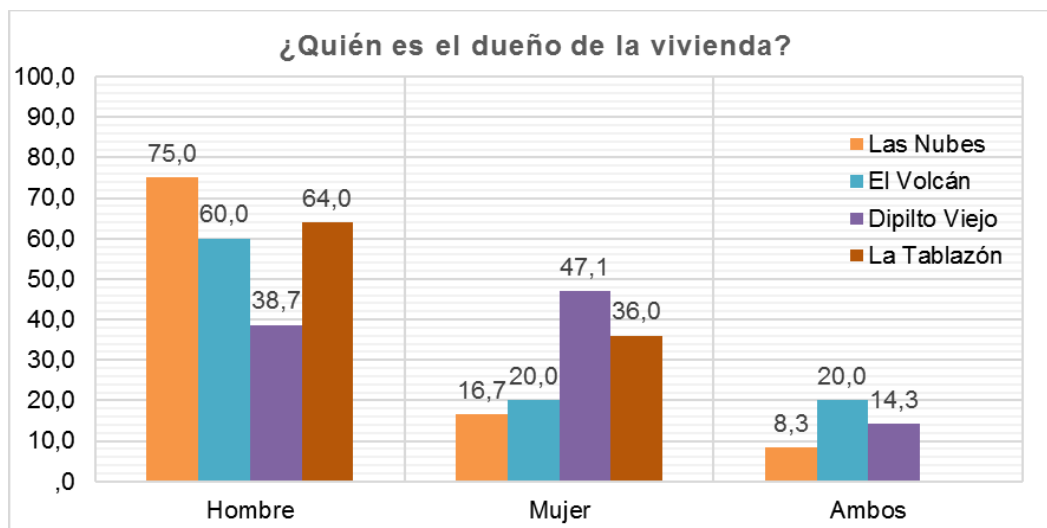


Figura 5. 14 Género del dueño o dueña de la vivienda

5.1.2.5. Servicios básicos

Los principales servicios básicos corresponden a la disponibilidad de agua potable y saneamiento, energía eléctrica y telefonía.

5.1.2.5.1. Cobertura de agua potable

El Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) administra un mini acueducto por gravedad instalado en seis puntos de captación ubicados en La Tablazón, Las Nubes y El Volcán. La mayoría de las viviendas cuentan con conexiones domiciliarias de la red de distribución de agua, manteniendo generalmente un pago por servicio de 20 córdobas al mes.

En la siguiente figura se muestra que las comunidades La Tablazón y Dipilto Viejo son las comunidades con mayor cobertura y que cuentan con conexiones en sus viviendas, con 96,3% y 88,6%, respectivamente, le sigue El Volcán con el 86%.

Una parte de estos hogares está conectada a la red de suministro, pero la mayoría instala un sistema privado a través de tuberías. Finalmente, la comunidad Las Nubes no tiene un sistema de suministro de agua, no obstante, el 82,4% de los hogares ha instalado sistemas privados de extracción de agua directamente de manantiales en la zona.

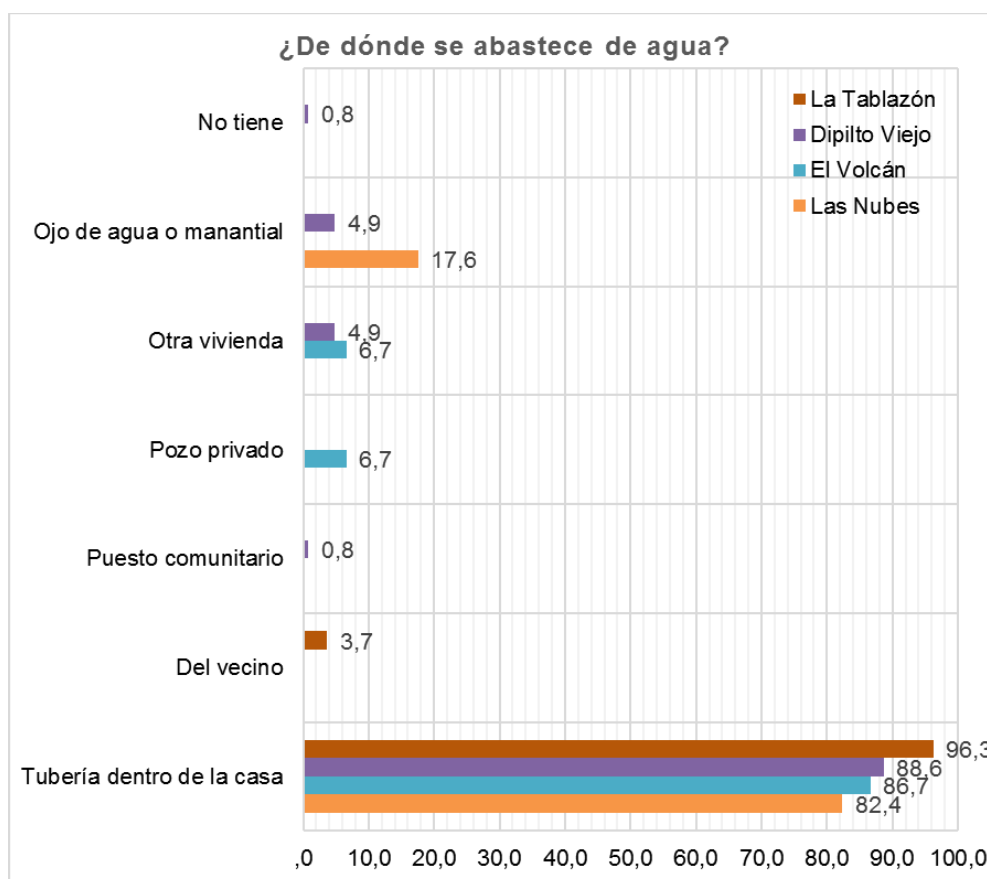


Figura 5. 15 Fuente de abastecimiento de agua en las comunidades

5.1.2.5.2. Tratamiento del agua para consumo humano

El agua utilizada proviene de los manantiales desde la parte alta de la cuenca, es tratada con cloro para el uso potable, y abate aplicado en agua almacenada que sirve para uso doméstico, este último tratamiento proporcionado por MINSA. La mayoría de la población, en las comunidades que utilizan la red de distribución, mencionan que el agua recibe tratamiento, como puede observarse en la Figura 5.16.

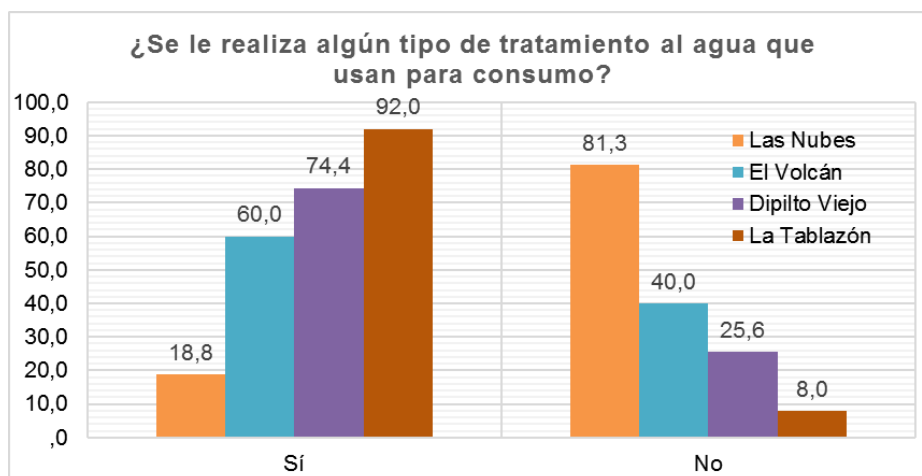


Figura 5. 16 Tratamiento al agua para consumo

Por otro lado, en Las Nubes en donde la población capta de manera privada el agua, apenas el 19% de las familias aplica cloro al agua que usan para consumo.

5.1.2.6. Saneamiento

Sobre el saneamiento en las comunidades, en la Figura 5.17 se expone que el uso de letrinas predomina en Las Nubes y El Volcán, con una cobertura de 94% y 93%, respectivamente. En el resto de las comunidades, se muestra que las familias usan, además de letrinas, inodoros con sumidero, representando un máximo de porcentaje en La Tablazón (37%). Solamente en las comunidades Las Nubes y El Volcán entre el 5.9 y el 6.7% de los hogares indicaron que no contaban con ningún tipo de saneamiento.

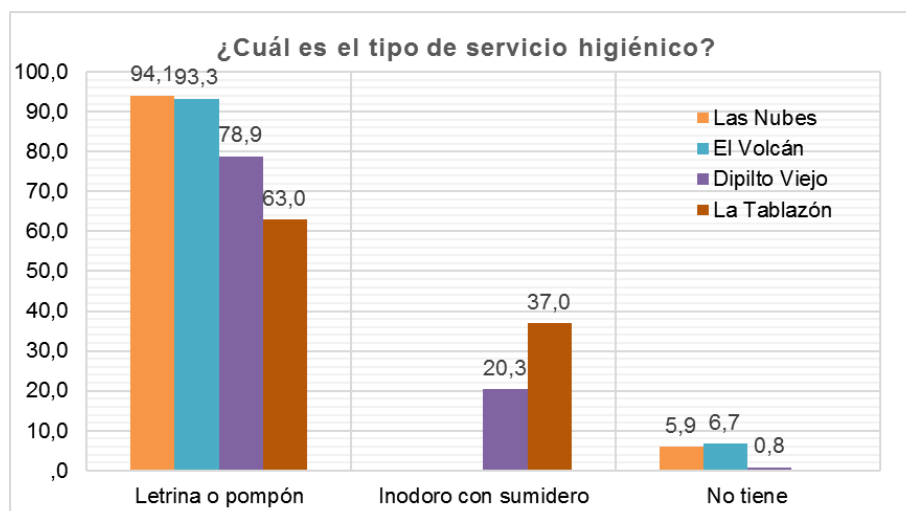


Figura 5. 17 Tipo de servicio higiénico utilizado en las comunidades

5.1.2.7. Servicio de energía eléctrica

La cobertura del servicio de energía en las comunidades es muy alta, especialmente en Dipilto Viejo donde la red logra abastecer a todas las familias encuestadas (Figura 5.18). En contraste, la comunidad El Volcán presenta el menor porcentaje de cobertura de energía eléctrica entre todas las comunidades, aunque sigue siendo un porcentaje alto (80%). Las familias le pagan directamente a la distribuidora del servicio, en este caso Disnorte, o bien comparten el servicio con otra vivienda y le pagan a un vecino o familiar.

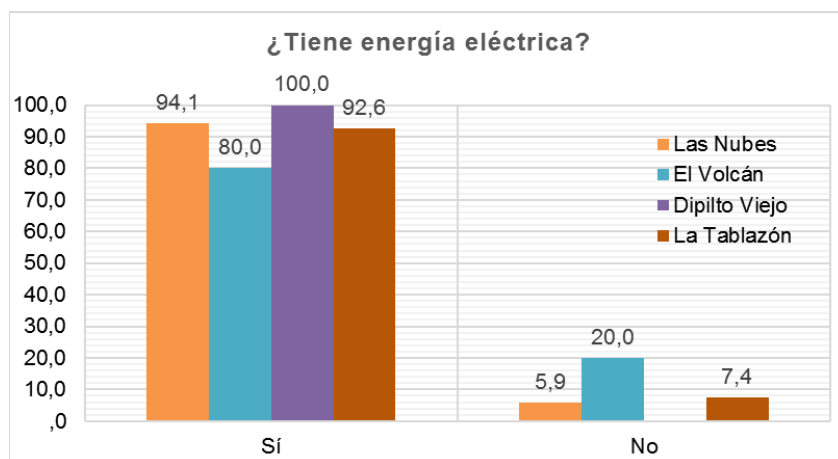


Figura 5. 18 Cobertura de energía eléctrica

5.1.2.8. Servicios de comunicación

Las familias de la cuenca La Tablazón utilizan el teléfono celular como principal medio de comunicación, a como se presenta en la siguiente figura, seguido de televisión y

radio. Finalmente, el uso del internet es muy limitado en estas comunidades, con porcentajes que varían del 2% al 6% (Figura 5.19).

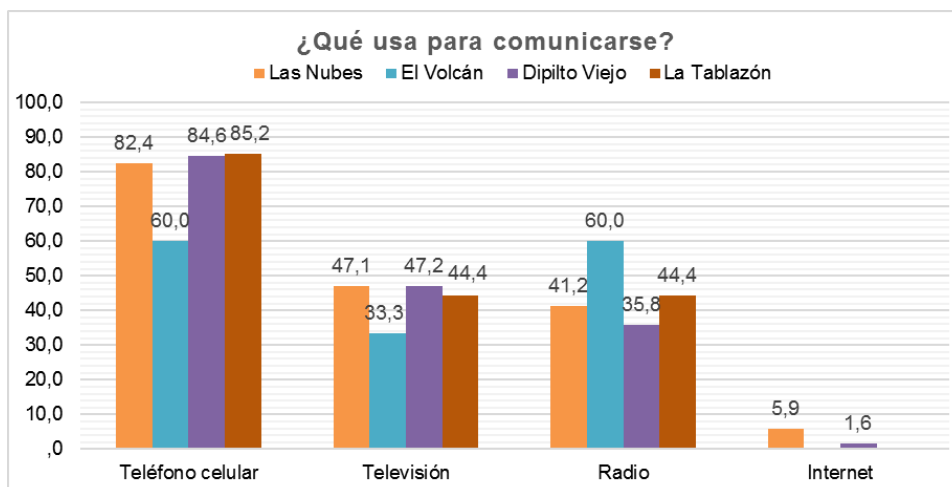


Figura 5. 19 Medios de comunicación usados en las comunidades de Dipilto Viejo

5.1.2.9. Vías de acceso y transporte

En general, las vías de acceso a las comunidades se encuentran en buen estado por el mantenimiento que realiza la Alcaldía de Dipilto de forma sistemática (Figura 5.20).



Figura 5. 20 Estado de las vías de acceso a la comunidad El Volcán

En referencia a los medios de transporte de las familias, no existe servicio público para movilizar a la población hacia el casco urbano de Dipilto o entre las comunidades. Por tal razón, el mayor porcentaje de la población se moviliza a pie para transportarse de un punto a otro, especialmente en El Volcán (100%). Sin embargo, en Las Nubes y Dipilto Viejo hay una parte de las familias que disponen de un vehículo o una moto como principal medio de transporte (Figura 5.21).

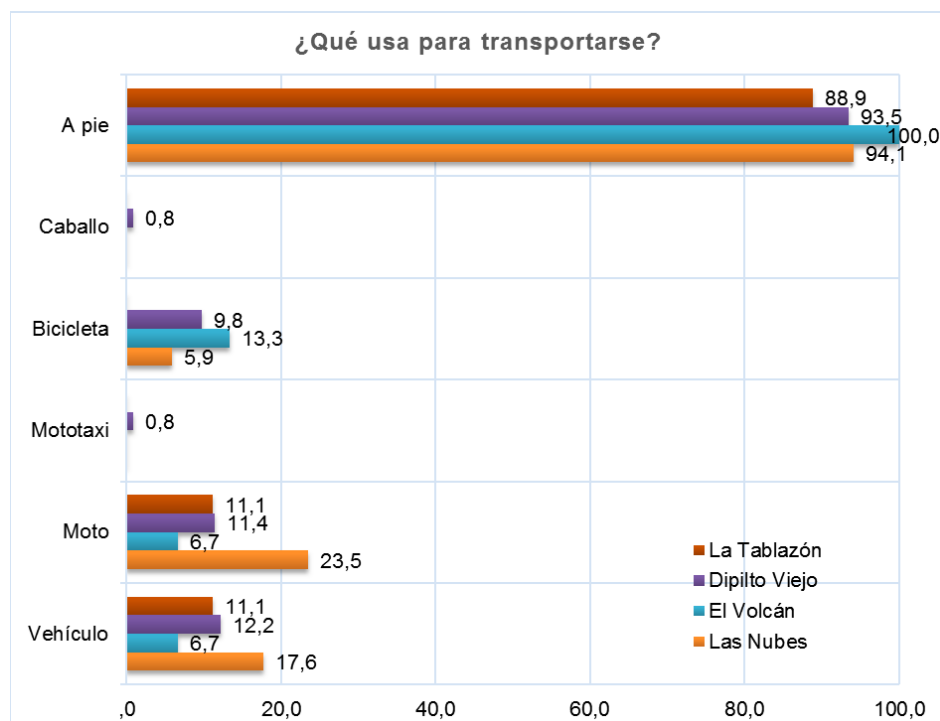


Figura 5. 21 Medios de transporte usados en las comunidades

5.1.2.10. Aspectos económicos

5.1.2.10.1. Miembros de la familia que contribuyen al ingreso familiar

En cuanto al estado socioeconómico, los hogares de la cuenca La Tablazón se sustentan principalmente de los ingresos de los padres tal y como se muestra en la Figura 5.22. Los ingresos provienen en su mayoría de actividades agrícolas. Se presenta que el 100% de las familias encuestadas en Las Nubes dependen del padre para comprar alimentos y satisfacer las necesidades básicas. En segundo lugar, los hijos mayores de edad también aportan a los ingresos familiares mensuales, ya sea como jornaleros en fincas de la zona o profesionales diversos, acentuándose este comportamiento en Dipilto Viejo (36%).

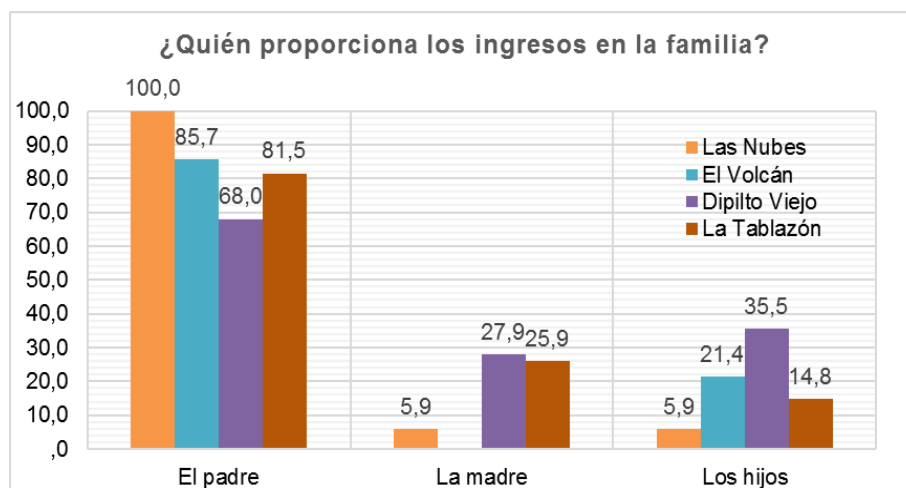


Figura 5. 22 Perceptores de ingresos en la familia

5.1.2.10.2. Actividades productivas desarrolladas por mujeres

En la mayor parte de las familias, las mujeres se dedican al cuido y manejo del hogar, contribuyendo con las tareas domésticas y el cuidado de sus hijos menores. También, se destaca una participación importante de la mujer en las actividades agrícolas (63%) en la comunidad La Tablazón. En menor medida, en Dipilto Viejo y Las Nubes, las mujeres participan de las actividades avícolas, como crianza de gallinas. En la Figura 5.23 se muestra en detalle qué actividades productivas son desarrolladas por mujeres.

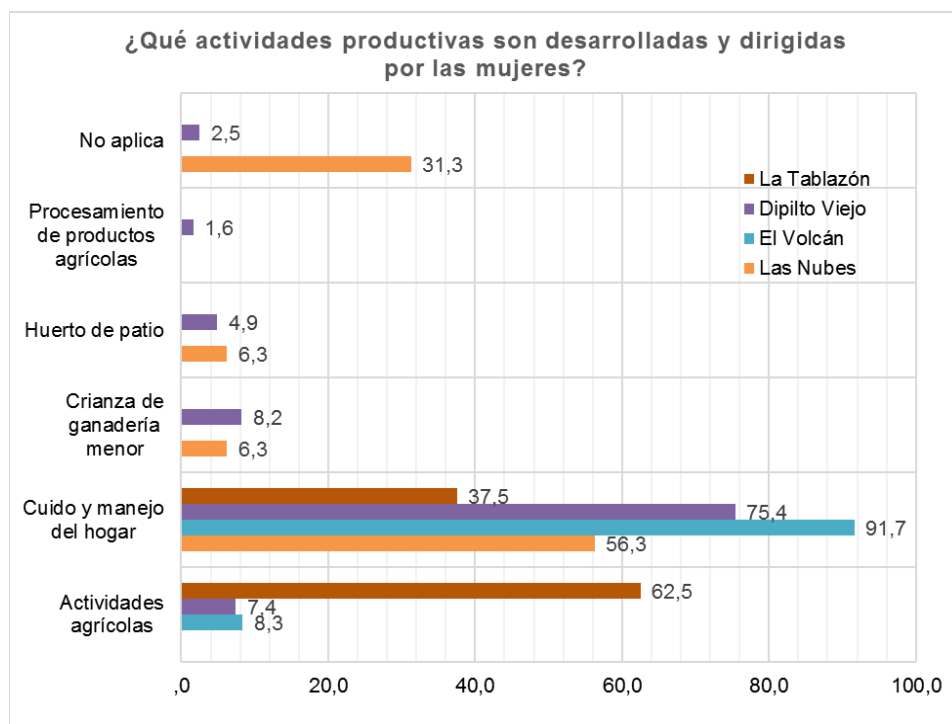


Figura 5. 23 Actividades desarrolladas y dirigidas por mujeres

5.1.2.10.3. Lugar de trabajo del jefe de familia

Según muestra la Figura 5.24, en la mayoría de los casos el jefe de familia trabaja dentro del área de la cuenca, destacándose la comunidad La Tablazón (100% de las familias encuestadas). En menor porcentaje, una parte de jefes de familia de El Volcán y Las Nubes deben viajar a otros departamentos o viven fuera del país. Sin embargo, estos casos son atípicos.

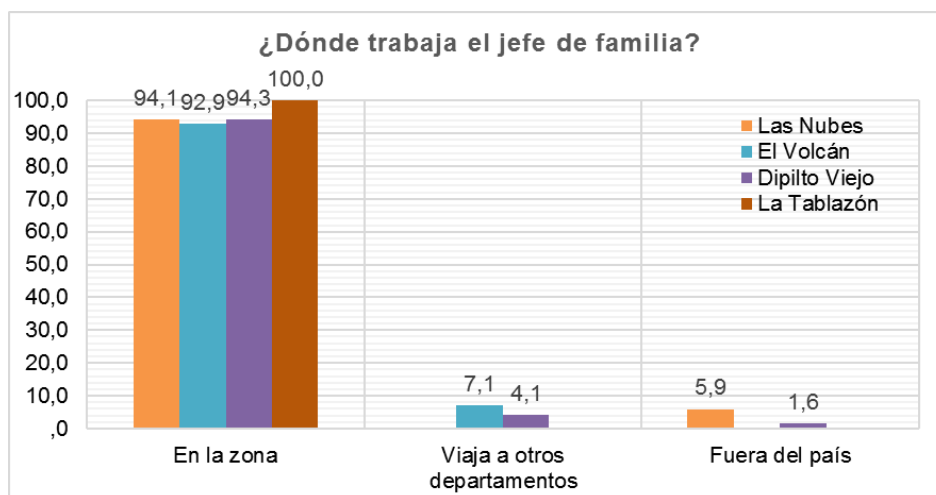


Figura 5. 24 Lugar de trabajo del jefe de familia

5.1.2.10.4. Principal actividad económica

La mayoría de las familias en la cuenca La Tablazón se dedican a la agricultura. La excepción se presenta en Dipilto Viejo, donde se trabaja en otras actividades económicas como pulperías y áreas de trabajo como la docencia y empresas (Figura 5.25).

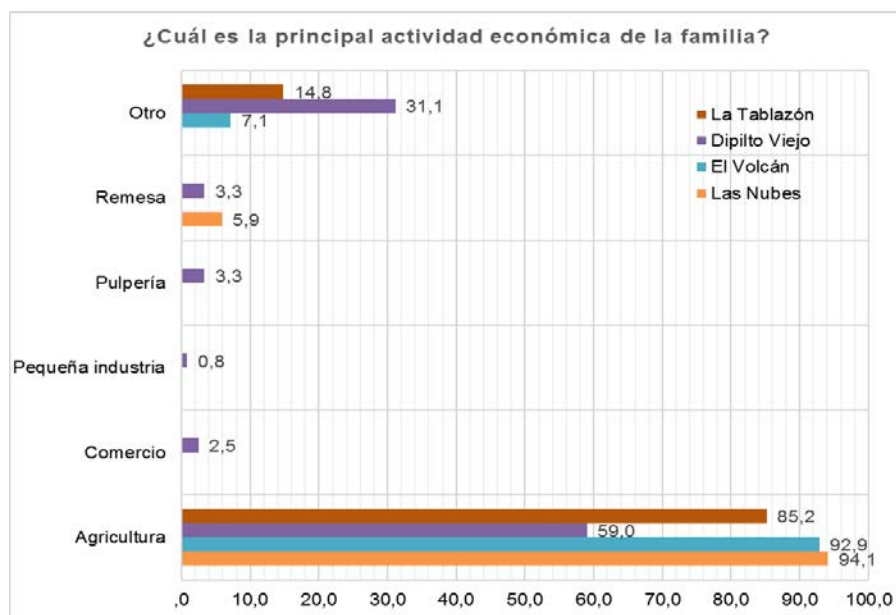


Figura 5. 25 Principal actividad económica de las familias

5.1.2.10.5. Tenencia de las fincas agrícolas

La tenencia de las fincas es alta en todas las comunidades, especialmente en Las Nubes y La Tablazón (100% en ambas). En menor medida, un 22% de agricultores en El Volcán trabajan en tierras alquiladas, mientras que un 17% de los agricultores de Dipilto Viejo trabajan en tierras prestadas (Figura 5.26).

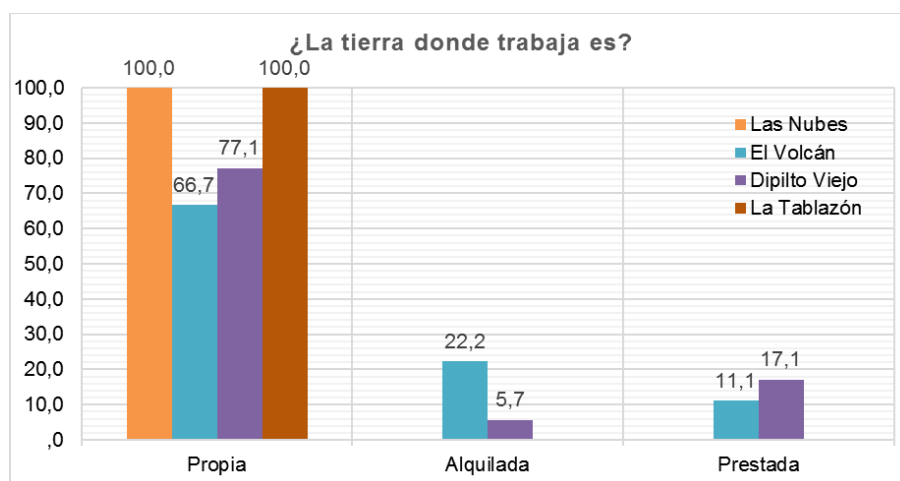


Figura 5. 26 Tenencia de las fincas agrícolas

5.1.2.10.6. Tamaño de las fincas agrícolas

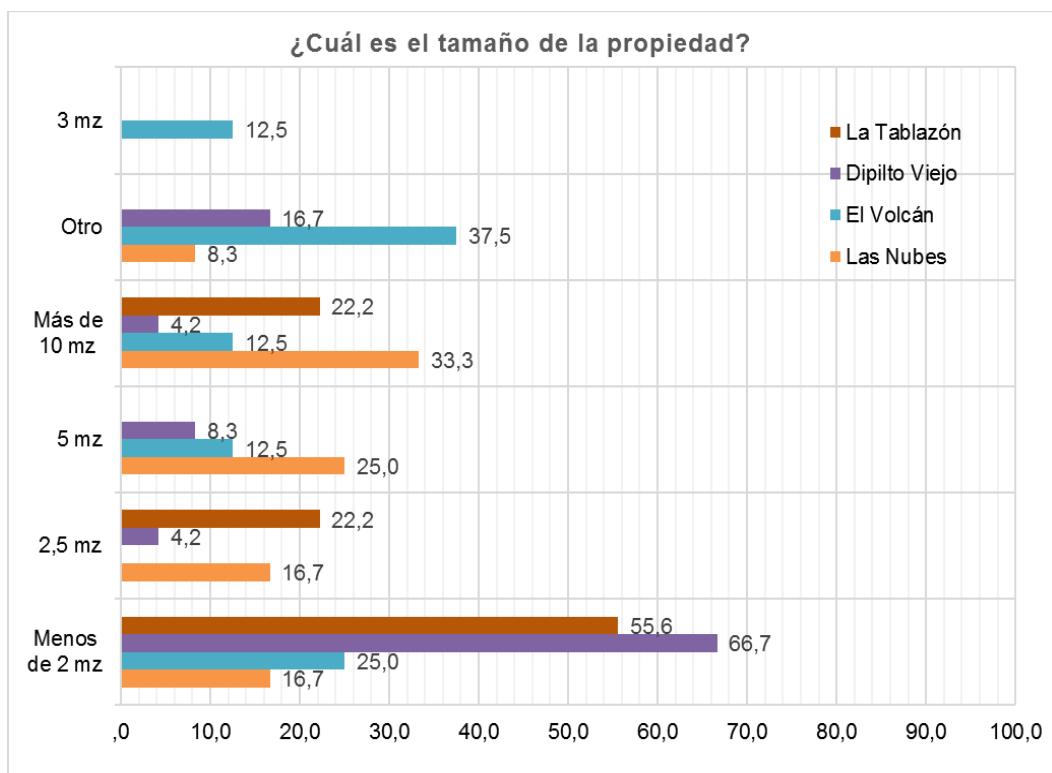


Figura 5. 27 Tamaño de las fincas agrícolas

En relación al tamaño de las propiedades, estas varían de acuerdo al área. Se distingue una tendencia de mayoría hacia terrenos menores de $0,014 \text{ km}^2$ (2 mz) (Figura 5.27). Por ejemplo, en El Volcán se muestra que la proporción de fincas con distintos tamaños está bastante distribuida, mientras que en La Tablazón la mayoría de las fincas (56%) son menores $0,014 \text{ km}^2$ (2 mz), seguido de fincas con área de $0,017 \text{ km}^2$ (2,5 mz) (22%) y mayores de $0,070 \text{ km}^2$ (10 mz) (22%). La comunidad con mayor número de fincas con áreas mayores a $0,070 \text{ km}^2$ es Las Nubes (33%).

5.1.2.10.7. Principales cultivos

El principal rubro de cultivos en la zona corresponde al café, seguido de frutales y hortalizas que solo se cultivan en El Volcán y Dipilto Viejo, como se muestra en la siguiente figura.

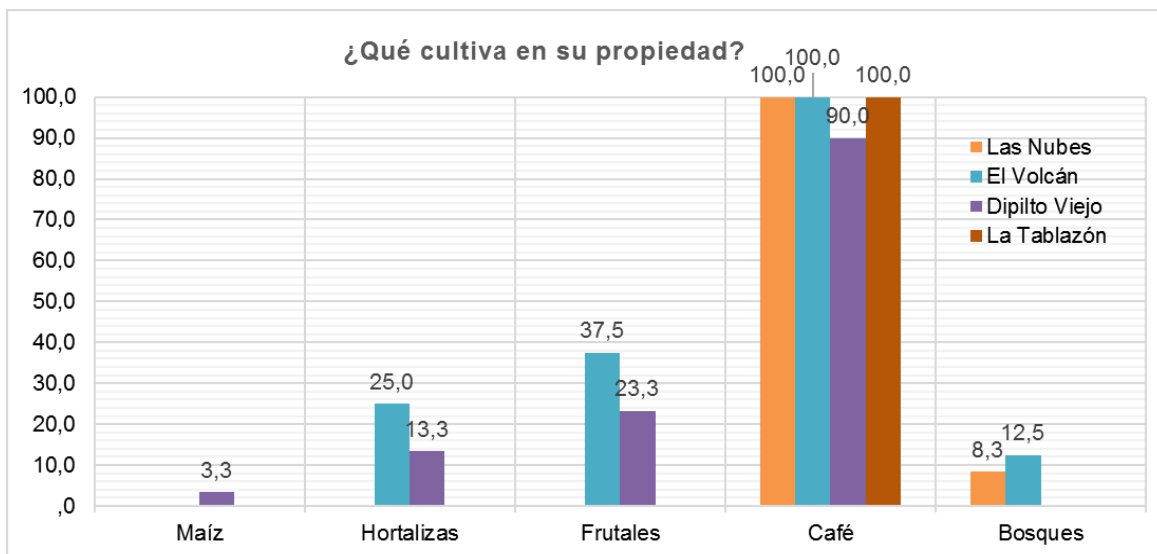


Figura 5. 28 Cultivos presentes en las fincas de la cuenca La Tablazón

El 100% de las fincas encuestadas de El Volcán, Las Nubes y La Tablazón tienen cultivos de café, con diversificación de cultivos como frutales, hortalizas y maíz. En el caso de El Volcán y Las Nubes también se cultivan plantaciones forestales. En la siguiente figura se muestran cultivos de café en una de las fincas de El Volcán.



Figura 5. 29 Cultivos de café con sombra en una finca en el Volcán

5.1.2.10.8. Uso de riego en cultivos

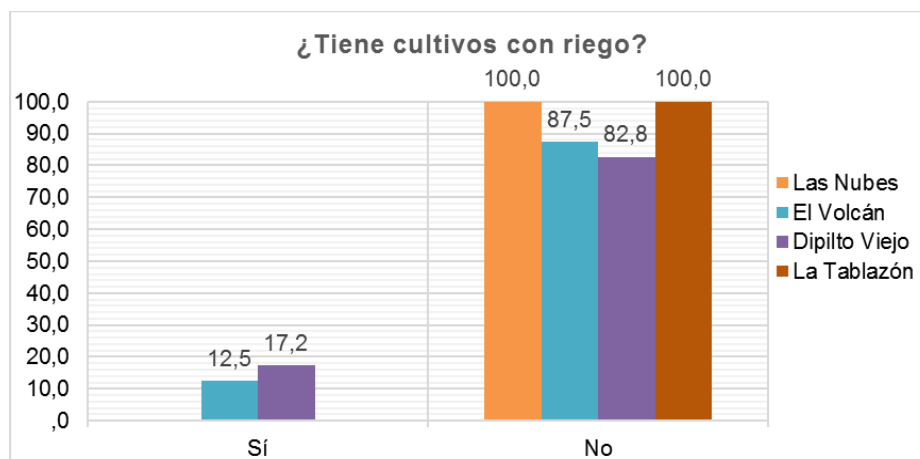


Figura 5. 30 Porcentaje de cultivos que tienen sistema de riego

Los productores agrícolas de las comunidades de la cuenca generalmente no dependen de un sistema de riego porque en la zona hay alta pluviosidad y buena extensión del período lluvioso, tal y como se presenta en la Figura 5.30. La comunidad con mayor porcentaje de fincas con sistema de riego es Dipilto Viejo (17%), donde la mayoría de los terrenos son menores a 0,014 km² (2 mz).

5.1.2.10.9. Aplicación de prácticas de conservación de suelo y agua

Finalmente, en la siguiente figura se muestra que la aplicación de prácticas de conservación de suelo y agua es limitada en las comunidades. Dipilto Viejo se muestra como la comunidad que más aplica este tipo de prácticas, con el 68% de fincas. Sin embargo, se destaca la comunidad de Las Nubes, donde se aplica el menor porcentaje (25%). La mayoría de las prácticas que se implementan son instalación de barreras vivas o muertas, diques de contención y aplicación de abonos orgánicos.

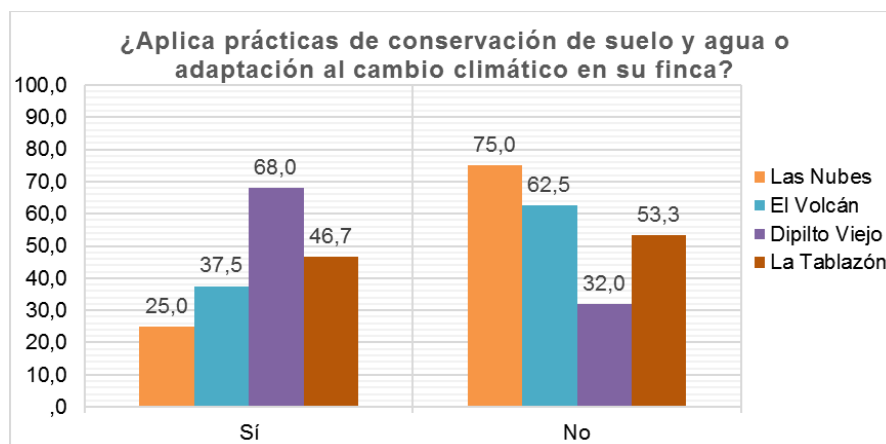


Figura 5. 31 Fincas que aplican prácticas de conservación de suelo y agua

5.1.2.11. Manejo de desechos sólidos

El manejo de los desechos sólidos influye directamente en la salud de los pobladores de la cuenca La Tablazón. Sin embargo, como se puede observar en la siguiente figura, el servicio de recolección de desechos sólidos de la alcaldía no abarca a todas las comunidades. Por ejemplo, en La Tablazón solo un 3,7% de las casas encuestadas hacen uso del servicio de recolección. El resto de las familias en esta comunidad eliminan sus desechos quemándolos (63%), botándolos (33,3%) o enterrándolos (29,6%).

En el caso de la quema de desechos, en las cuatro comunidades se obtuvieron resultados considerablemente altos sobre hogares que queman los desechos sin separarlos o reutilizarlos. Por otro lado, los porcentajes de desechos reutilizados como abono orgánico son bajos en dos de las cuatro comunidades, El Volcán y La Tablazón tiene un 40% y un 33,3% respectivamente.

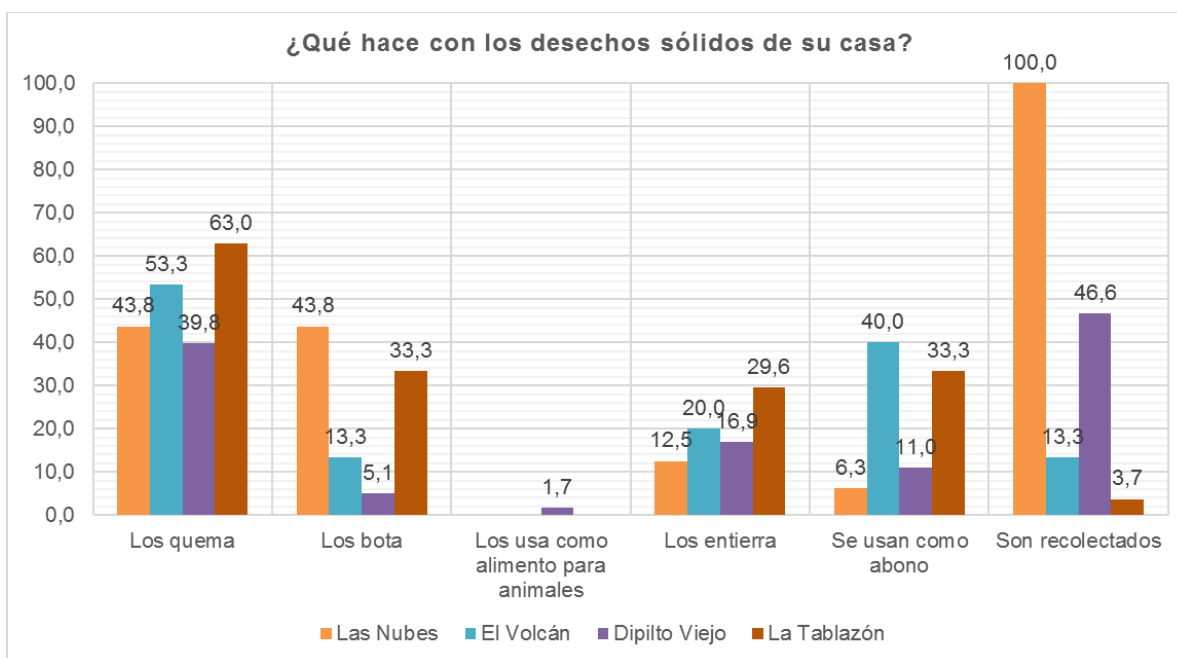


Figura 5. 32 Manejo de desechos sólidos en la cuenca La Tablazón

Cabe destacar que Dipilto Viejo es la única comunidad donde se utilizan los desechos orgánicos como alimentos para animales, concretamente en el 1,7% de las casas encuestadas.

5.1.2.12. Otros aspectos

5.1.2.12.1. Tipo de cocina

Más del 86% de las familias encuestadas de las cuatro comunidades utiliza cocina de leña o fogón. Únicamente en las comunidades de Dipilto Viejo y El Volcán se encontraron familias que utilizan cocina a gas con un 11,4% y 1,6%, respectivamente, además de un 6,7% de familias con cocina mejorada también en la comunidad El Volcán (Figura 5.33).

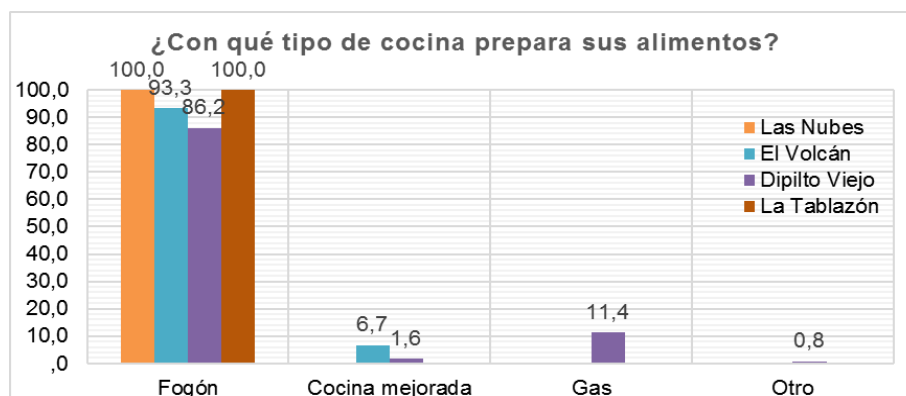


Figura 5. 33 Tipos de cocina que utilizan en los hogares de la cuenca en estudio

5.1.2.12.2. Uso de leña

En el caso del uso de leña, como se observa en la Figura 5.34, la mayoría de los pobladores utiliza fogón, es decir, dependen de la leña para cocinar, siendo el mayor porcentaje en la comunidad Las Nubes (94,1%), seguido de los habitantes de Dipilto Viejo, donde un 23,6% utiliza leña comprada. En el resto de las comunidades los encuestados aseguran recolectar la leña del bosque.

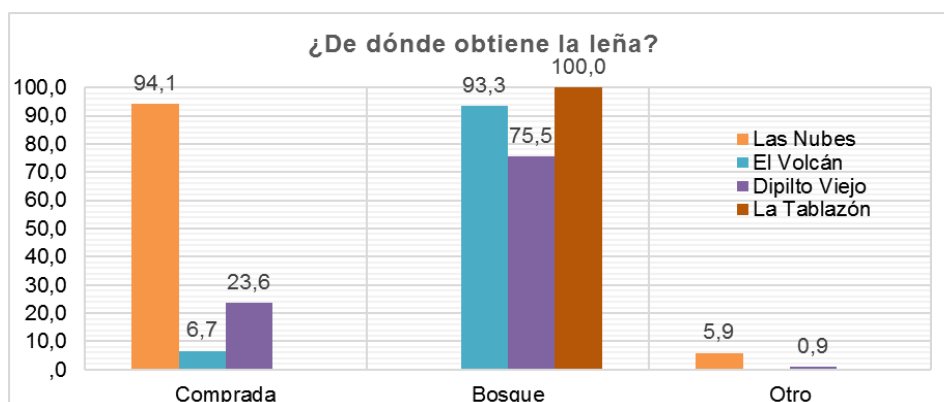


Figura 5. 34 Fuentes de extracción de leña

5.2. Determinación de indicadores y criterios ASAS

La Metodología de Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social (ASAS) requiere de evaluadores de sensibilidad, es decir, indicadores biofísicos y socioeconómicos, que se seleccionaron considerando las particularidades del área de estudio. A diferencia de la metodología original propuesta por el programa PIMCHAS-MARENA, esta investigación integra nuevos indicadores tales como: protección de bosque ripario, calidad del agua superficial, confrontación de uso de suelo, susceptibilidad a la inestabilidad de laderas, potencial de recarga hídrica y educación de jefes de familia que permiten una zonificación de las ASAS con un enfoque más holístico y que permitirá acciones ajustadas a los problemas propios de la cuenca La Tablazón.

5.2.1. Protección de bosque ripario

El agua es un recurso vital para las actividades socioeconómicas de los habitantes de la cuenca La Tablazón. La disponibilidad de este recurso se relaciona directamente con el manejo y conservación del bosque ripario. Por tanto, un manejo inadecuado de este recurso tiene como consecuencia la pérdida de biodiversidad de flora y fauna y el aumento de la vulnerabilidad ante fenómenos naturales y la escasez de agua para uso humano. La Ley 620 “Ley General de Aguas Nacionales”, Título VII “De la protección de las aguas”, en el Capítulo I, arto. 96, establece lo siguiente:

Es de interés social asegurar la calidad de los cuerpos de aguas nacionales, a través de la promoción y ejecución de medidas y acciones necesarias para su debida y permanente protección y conservación. Se prohíbe la tala o corte de árboles o plantas de cualquier especie que se encuentren dentro de un área de doscientos metros a partir de las riberas de los ríos y costas de lagos y lagunas a fin de proteger el recurso hídrico existente (p.91).

El área que abarca este perímetro se considera de alta sensibilidad porque requiere de medidas de conservación y protección que garanticen la calidad y cantidad del recurso hídrico. Es decir, son zonas de amortiguamiento en las que se desarrollan actividades y se debe priorizar la implementación de obras de conservación de suelo y agua. El mapa generado de este indicador se presenta la Figura 5.35.

Tabla 5. 7 Criterios para el indicador de protección de bosque ripario

Indicador	Criterio	Sensibilidad	Valor
Protección de bosque ripario	Área de zona de amortiguamiento tomando una distancia de 200 m a partir de la ribera de ríos	Alta	3
	Área de fuera de la zona de amortiguamiento, con distancia mayor a 200 m a partir de la ribera de ríos	Baja	1

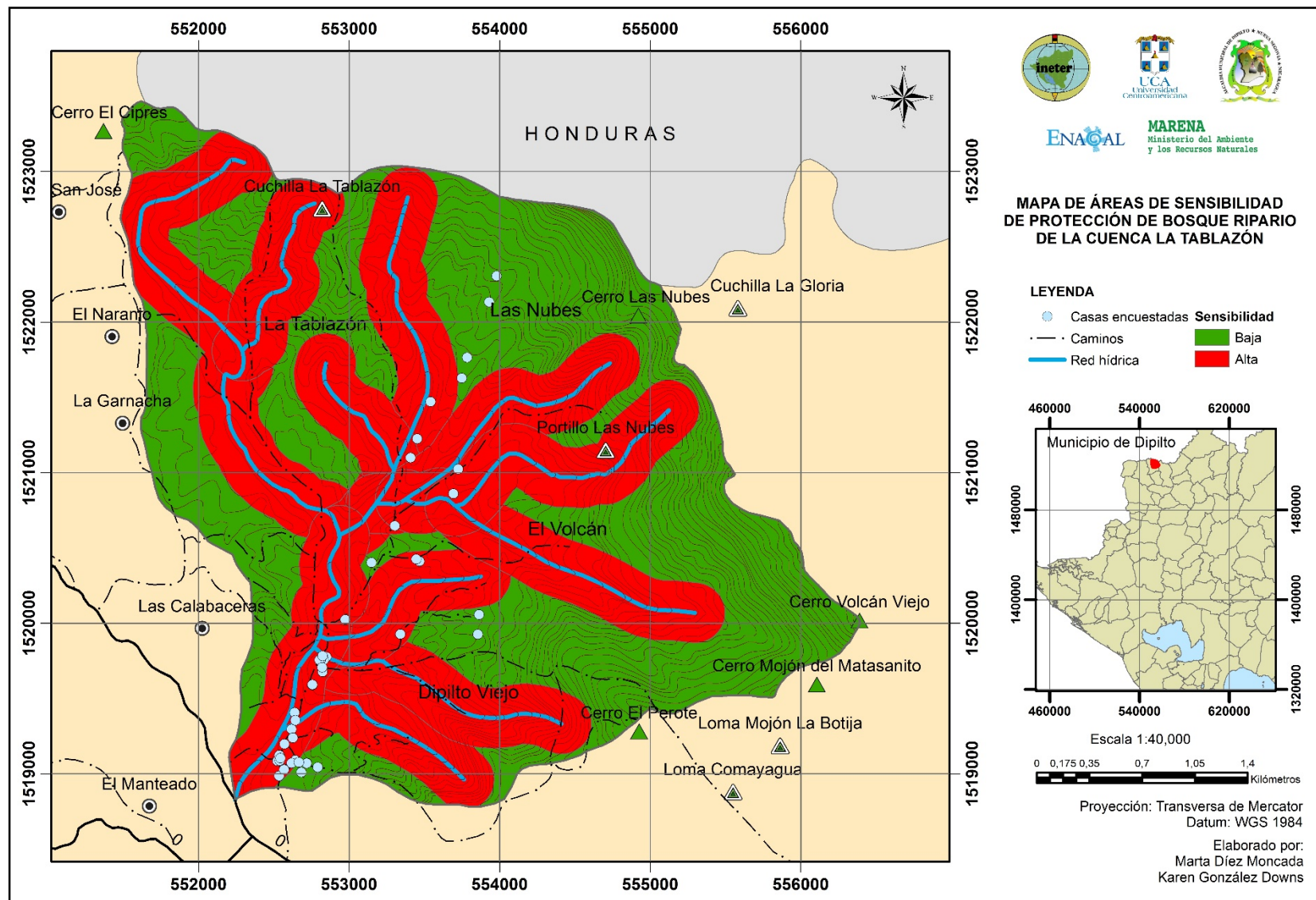


Figura 5. 35 Mapa de sensibilidad de protección de bosque ripario

5.2.2. Calidad de agua superficial

El recurso hídrico también debe ser evaluado en relación a su calidad. Los habitantes de la cuenca La Tablazón se abastecen de agua potable extraída de manantiales, por tanto, es importante valorar la calidad de estas fuentes.

Las actividades agrícolas pueden afectar directamente en las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua, en dependencia de cómo se manejen el suelo y los desechos de cultivos. La mayor parte de la cuenca es usada para cultivos de café, que puede generar aguas mieles y agroquímicos. El vertido directo de estos contaminantes a las quebradas constituye un alto riesgo para la calidad de agua y, en consecuencia, la salud de sus consumidores. No obstante, estudios de muestreo de calidad de agua realizados por ENACAL en 2015 indican que no hay presencia de pesticidas en los puntos de captación de agua.

En función de la dirección de la escorrentía superficial y la ubicación de letrinas, se podría valorar el riesgo de contaminación de las aguas superficiales porque puede causar el aumento de niveles de coliformes fecales y nitratos. En la cuenca de estudio, se determinó que la letrina es la principal forma de saneamiento, por tanto, se analizaron los parámetros vinculados de la posible contaminación en el tercer objetivo.

Se ha realizado la evaluación de este indicador a través de información proporcionada por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), en particular estudios de muestreo de calidad de agua realizados en agosto de 2015, presentados en la Tabla 9.4. Esto ha permitido seleccionar el Índice de Calidad de Agua (ICA) como criterio de este indicador, ya que es una forma de agrupación simplificada de parámetros físico químicos y bacteriológicos. De esta manera, se determinó que en las zonas de mayor sensibilidad se localizan los manantiales con un ICA menor a 80.

La zonificación de la calidad de agua de las fuentes consiste en la delimitación de las cuencas a la que pertenecen los puntos muestreados en las quebradas. El mapa generado a partir de estos criterios se muestra en la Figura 5.36.

Tabla 5. 8 Criterios para el indicador de calidad de agua superficial

Indicador	Criterio	Sensibilidad	Valor
Calidad de agua superficial	ICA menor a 80	Alta	3
	ICA entre 80 y 90	Media	2
	ICA entre 90 a 100	Baja	1

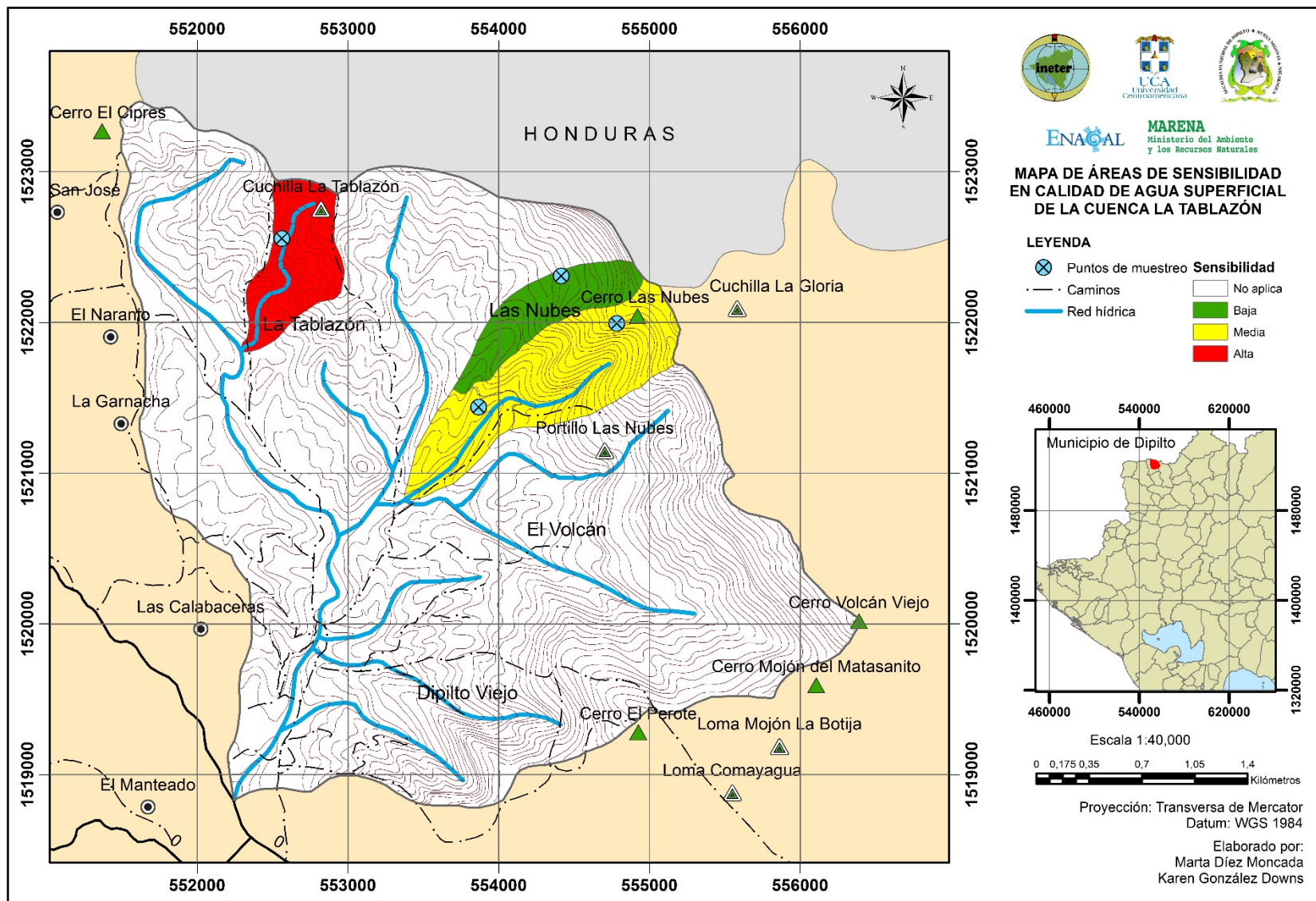


Figura 5. 36 Mapa de sensibilidad sobre calidad de agua superficial

5.2.3. Confrontación de uso de suelo

Un uso adecuado del suelo permite aumentar el rendimiento de los cultivos y disminuir la vulnerabilidad ante desastres, tales como deslizamientos. Sin embargo, si el suelo presenta un uso inadecuado (sobreutilizado o subutilizado), puede provocar erosión y transporte de sedimentos con el escurrimiento superficial. Para evaluar este indicador, se utilizó el Mapa Nacional de Suelos realizado por MAG e INETER en 2015 en escala 1: 750,000, lo que permitió la actualización o verificación en campo in situ en el año 2016 a escala 1: 30,000.

Se generaron las zonas en donde el suelo se encuentra sobreutilizado y subutilizado, que se consideran de alta sensibilidad porque se encuentran más vulnerables a presentar erosión, disminución de infiltración y pérdida de la fertilidad del suelo (Figura 5.37). Por tanto, en estas zonas se debe establecer medidas de conservación de suelo y agua, que garanticen la regeneración de sus propiedades.

Tabla 5. 9 Criterios para el indicador de conflictos de uso de suelo

Indicador	Criterio	Sensibilidad	Valor
Confrontación de uso de suelo	Suelo sobreutilizado	Alta	3
	Suelo subutilizado	Media	2
	Suelo con uso adecuado	Baja	1

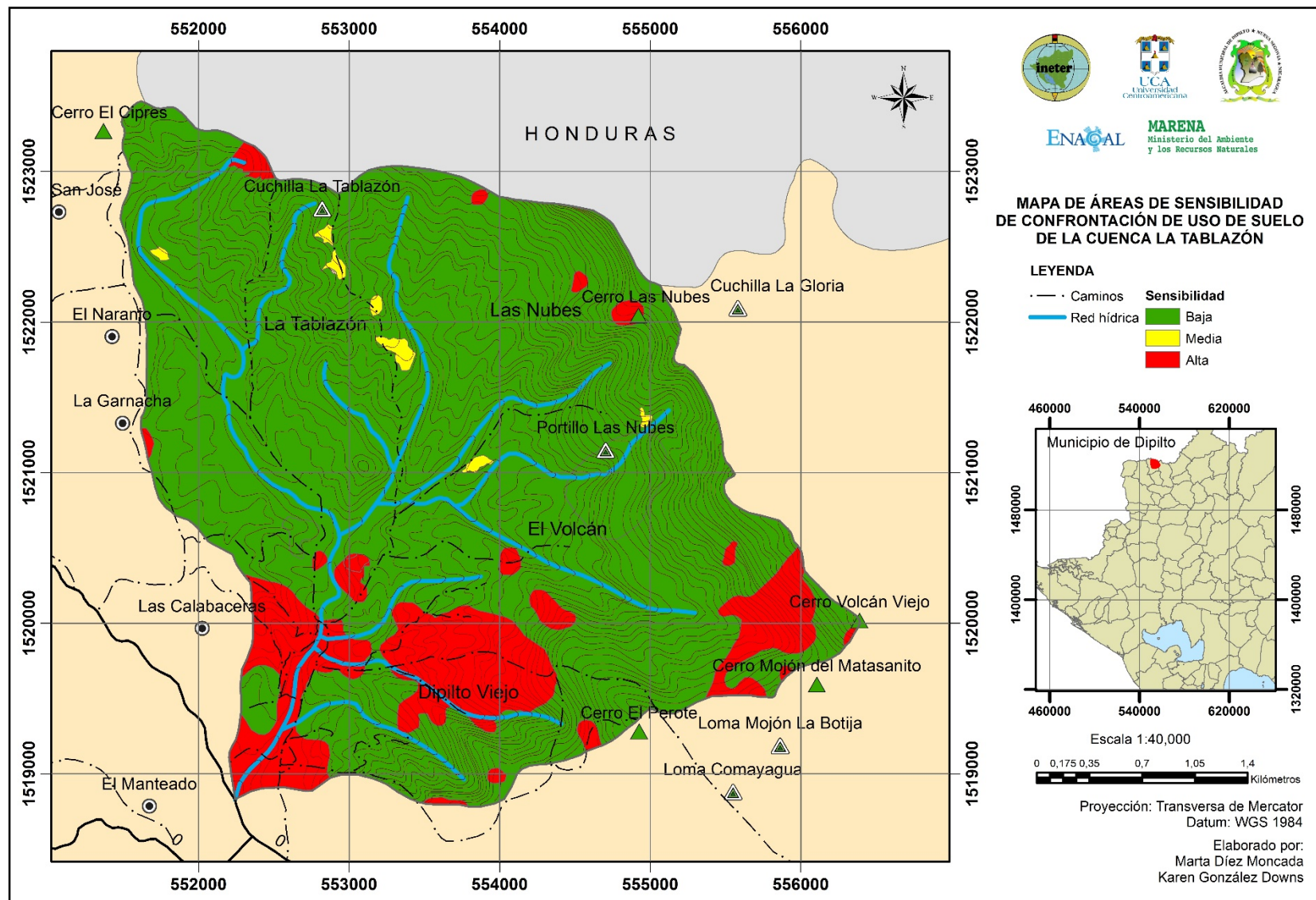


Figura 5. 37 Mapa de sensibilidad de confrontación de uso de suelo

5.2.4. Susceptibilidad a inestabilidad de laderas

La susceptibilidad es la facilidad o propensión de una zona de la cuenca a generar movimientos de ladera o deslizamientos. Las comunidades de la cuenca La Tablazón en años anteriores han sido afectadas por deslizamientos causando pérdidas económicas y dañando viviendas principalmente en la zona de la comunidad El Volcán.

Es debido a estos antecedentes que se considera la susceptibilidad a deslizamiento como un criterio sumamente importante para determinar las zonas ambientalmente sensibles, ya que un mapa de susceptibilidad a deslizamientos sirve para un correcto ordenamiento territorial, debido a que dicho mapa representa la amenaza potencial a movimientos de laderas en ciertas zonas.

Los factores que contribuyen a crear una situación de inestabilidad en una ladera son múltiples ya que rara vez actúa uno solo, entre estos factores condicionantes y desencadenantes se encuentran; los factores geológicos, la geomorfología, y la precipitación además de factores antropogénicos como la deforestación, construcción de carreteras o infraestructuras en las laderas y un uso indebido de los suelos. Cada uno de estos factores posee un grado de influencia que permite calcular y clasificar la susceptibilidad para así zonificar de la zona de estudio en los siguientes criterios.

Tabla 5. 10 Criterios para el indicador de susceptibilidad a deslizamientos

Indicador	Criterio	Sensibilidad	Valor
Susceptibilidad a inestabilidad de laderas	Susceptibilidad alta	Alta	5
	Susceptibilidad moderada	Media	4
	Susceptibilidad baja	Baja	3
	Susceptibilidad muy baja	Muy baja	2

El mapa de zonificación de la susceptibilidad a deslizamiento tomando en cuenta estos criterios se presenta en la Figura 5.38.

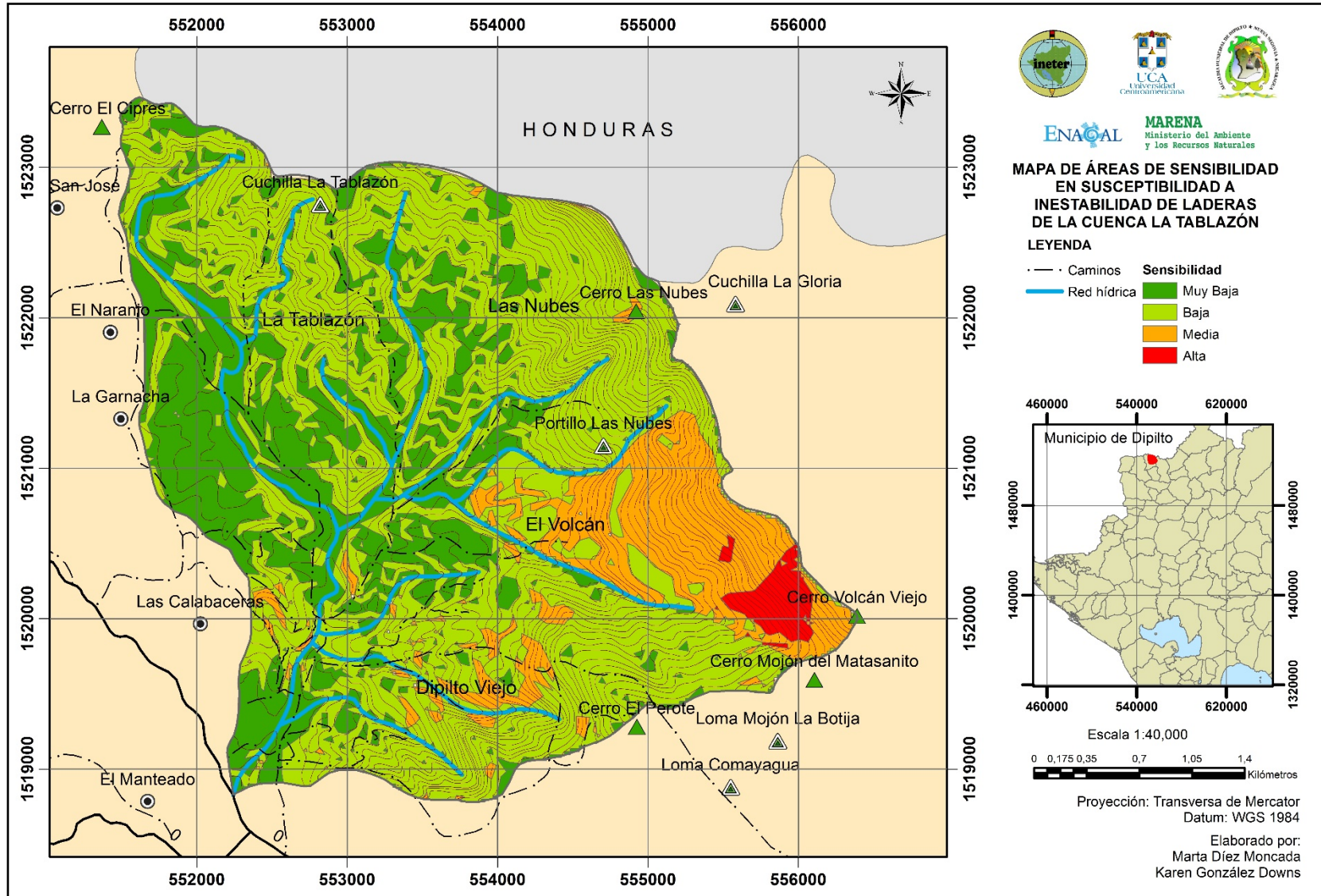


Figura 5. 38 Mapa de sensibilidad ante susceptibilidad a inestabilidad de laderas

5.2.5. Potencial de recarga hídrica

La recarga hídrica es el proceso de incorporación de agua a los acuíferos, esta depende de factores como el clima (precipitación), tipo de suelo, cobertura vegetal y la escorrentía. El medio principal de la recarga son las aguas superficiales, que sirven de abastecimiento para la población de la cuenca.

Debido a la naturaleza del abastecimiento de agua potable en la cuenca, las áreas de mayor recarga son las que más interesa identificar, conservar y manejar correctamente, para evitar que practicas humanas como la agricultura y la generación de contaminantes puedan dañar la calidad y disponibilidad de las aguas. Para identificar y delimitar de manera precisa las zonas de potencial de recarga hídrica según la metodología establecida, se definieron las siguientes clases. El mapa resultado de los criterios seleccionados se presenta la Figura 5.39.

Tabla 5. 11 Criterios para el indicador de potencial de recarga hídrica

Indicador	Criterio	Sensibilidad	Valor
Potencial de recarga hídrica	Alto potencial de recarga hídrica (de 1 a 2,33)	Alta	3
	Moderado potencial de recarga hídrica (de 2,34 a 3,67)	Media	2
	Bajo potencial de recarga hídrica (de 3,68 a 5)	Baja	1

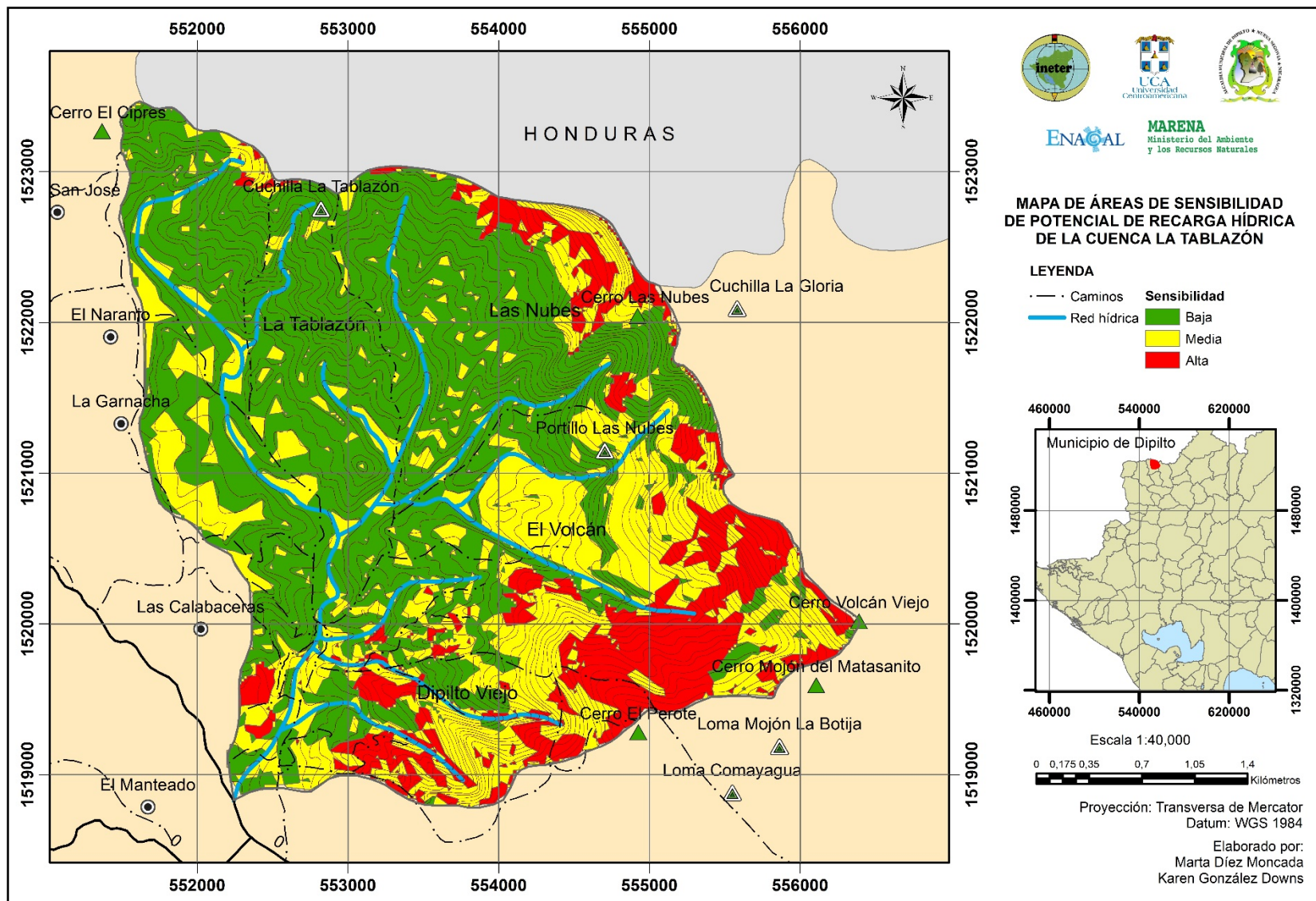


Figura 5. 39 Mapa de sensibilidad sobre potencial de recarga hídrica

5.2.6. Acceso a servicios básicos

El acceso a agua potable y saneamiento se relaciona directamente con el desarrollo humano en la cuenca. El primero se refiere a un abastecimiento permanente o frecuente de agua de buena calidad en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades básicas de los pobladores de la cuenca. En el caso del acceso a servicios sanitarios, el servicio debe estar en buenas condiciones y presente en todos los hogares de la zona para tener un lugar higiénico y privado donde se eliminen los desechos personales.

Para determinar las clases de sensibilidad, se utilizaron los valores de porcentajes obtenidos mediante la aplicación de encuestas a familias en la zona de estudio. Tomando en cuenta la georreferenciación de las casas encuestadas y consultando a la Alcaldía de Dipilto, se determinó la delimitación de las comunidades, abarcando el área de cada comunidad para la valoración de la sensibilidad. La zonificación de la sensibilidad respecto a este indicador se muestra en la Figura 5.40.

Tabla 5. 12 Criterios para el indicador de acceso a servicios básicos

Indicador	Criterio	Sensibilidad	Valor
Acceso a servicios básicos	Más del 50% de la población tiene acceso a agua potable y servicios sanitarios	Alta	3
	Más del 50% de la población no tiene acceso a agua potable y servicios sanitarios	Baja	1

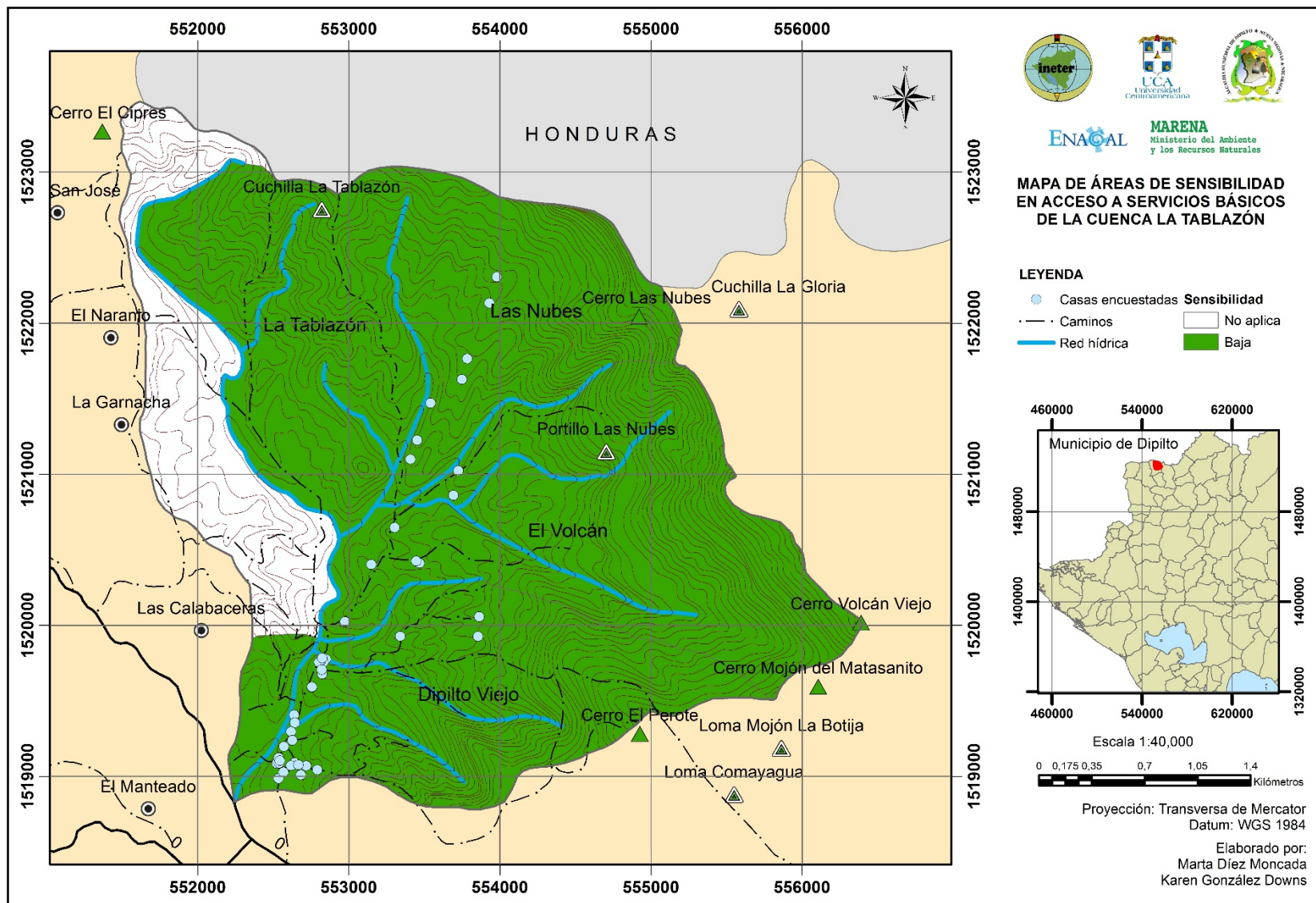


Figura 5. 40 Mapa de sensibilidad sobre acceso a servicios básicos

5.2.7. Capacidad económica

En una familia, la capacidad económica para satisfacer las necesidades básicas (tales como alimentación o educación) depende de la cantidad de miembros que generan ingresos. Para la evaluación de este criterio se retoma la ecuación establecida en el Método de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), en el que, si se genera un valor mayor o igual a 3, se considera que la familia se encuentra, desde el punto de vista económico, en estado crítico.

$$\text{Capacidad económica} = \frac{\text{Nº de personas que no reciben ingresos}}{\text{Nº de perceptores de ingresos}}$$

El grado de capacidad económica de las familias en la cuenca La Tablazón es aceptable. A nivel general, ninguna comunidad supera el 50% de familias en estado crítico. No obstante, para lograr una mayor identificación de la sensibilidad entre comunidades, se eligieron valores de porcentaje derivados de los resultados de la caracterización socioeconómica. El mapa generado a partir de estos criterios se presenta en la Figura 5.41.

Tabla 5. 13 Criterios para el indicador de capacidad económica

Indicador	Criterio	Sensibilidad	Valor
Capacidad económica	Más de 40,1% de familias en estado crítico	Alta	3
	Entre 30% y 40% de familias en estado crítico	Media	2
	Menos de 29,9% de familias en estado crítico	Baja	1

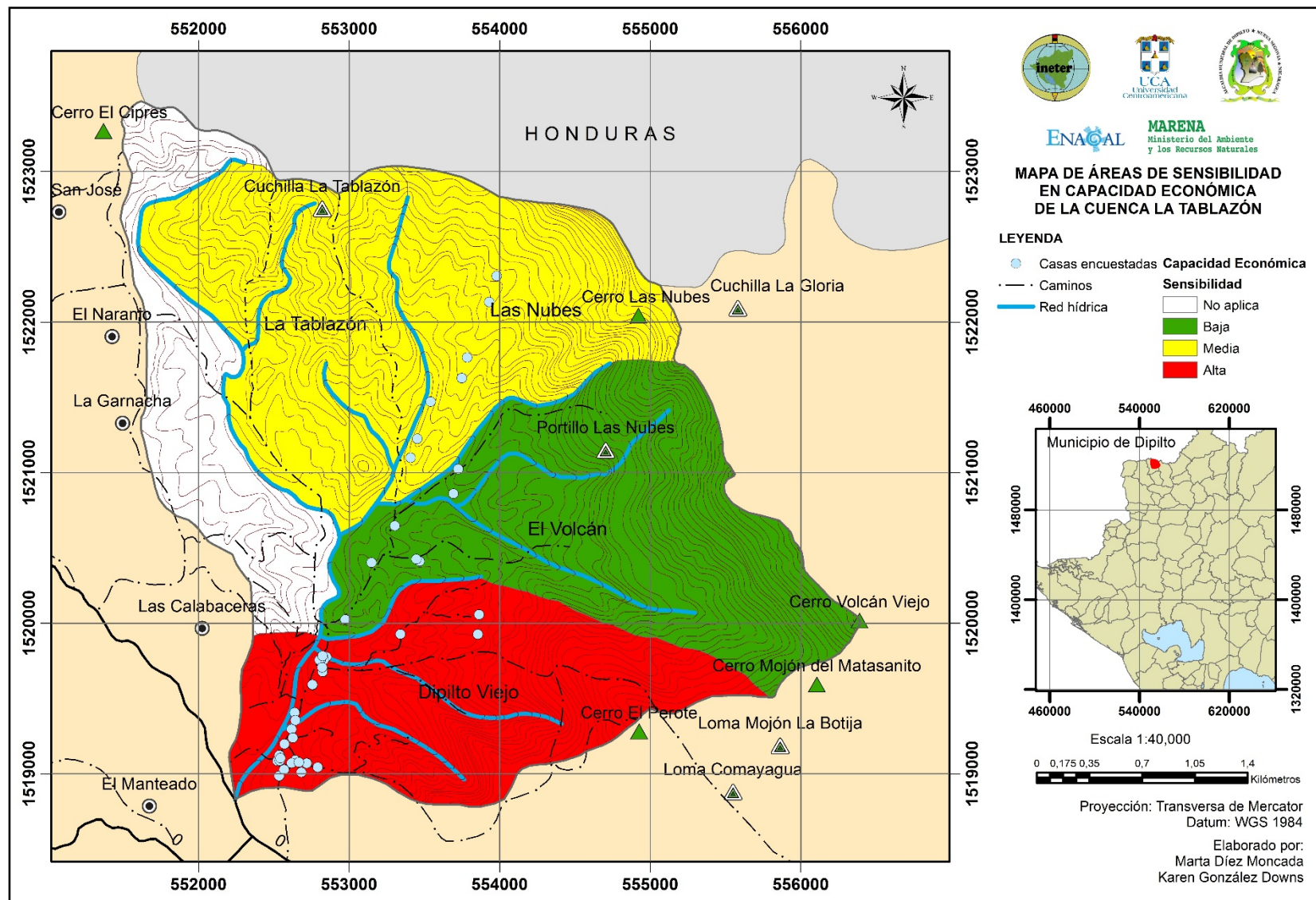


Figura 5. 41 Mapa de sensibilidad en capacidad económica

5.2.8. Educación de jefes de familia

La educación de los miembros de la familia en jóvenes y adultos constituye un factor sumamente importante en la mejora de la calidad de vida. La educación da mejores oportunidades de empleo, ingresos y un mejor futuro. A pesar de que son muchas las variables que condicionan un buen nivel de educación (calidad, tiempo y asistencia) en esta investigación únicamente se toma en cuenta el nivel de escolaridad de los jefes de familia. La zonificación de áreas de sensibilidad respecto a educación se muestra en la Figura 5.42.

Tabla 5. 14 Criterios para el indicador de educación de jefes de familia

Indicador	Criterio	Sensibilidad	Valor
Educación del jefe de familia	Más del 50% de los y las jefes de familia no terminaron la educación primaria	Alta	3
	Más del 50% de los y las jefes de familia terminaron la educación primaria	Baja	1

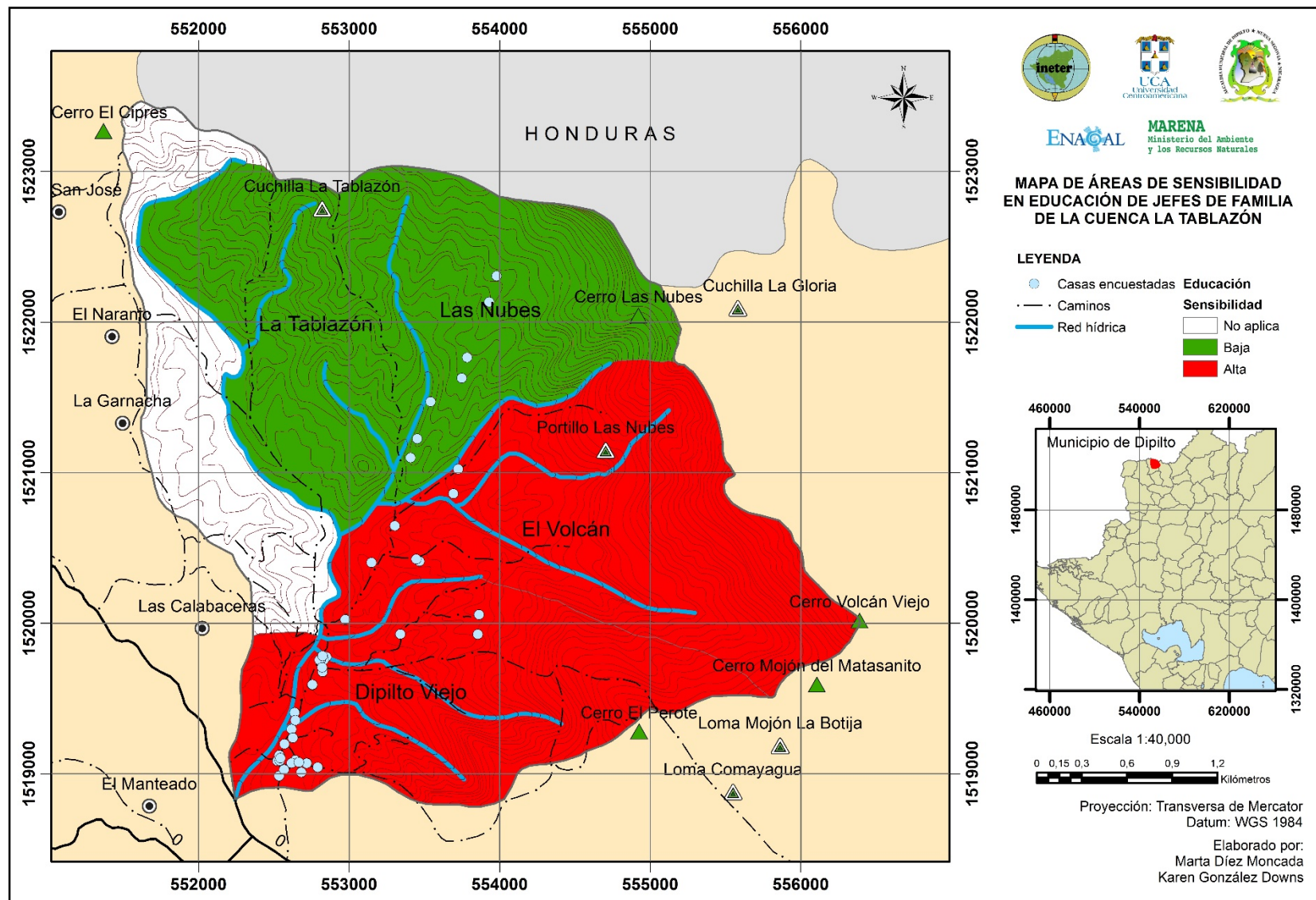


Figura 5. 42 Mapa de sensibilidad en educación de jefes de familia

5.2.9. Migración

La migración de un miembro de familia se da por la búsqueda de mejores oportunidades de empleo, ingresos económicos y mejora de condiciones de vida de su familia. No obstante, la migración también genera escasez de mano de obra en las comunidades y desintegración familiar.

La evaluación de la migración permite obtener una imagen del estado socioeconómico de la cuenca La Tablazón. Bajo este enfoque, se puede determinar que las comunidades donde se presenta un bajo nivel de migración tienen un nivel socioeconómico aceptable. La selección de valores de porcentaje para definir el nivel de sensibilidad de las comunidades se deriva de los resultados obtenidos en la caracterización socioeconómica. El mapa generado a partir de este criterio se presenta en la Figura 5.43.

Tabla 5. 15 Criterios para el indicador de migración

Indicador	Criterio	Sensibilidad	Valor
Migración	Más de 15,1% de familias con un miembro viviendo fuera de la cuenca	Alta	3
	Entre 10% y 15% de familias con un miembro viviendo fuera de la cuenca	Media	2
	Menos de 9,9% de familias con un miembro viviendo fuera de la cuenca	Baja	1

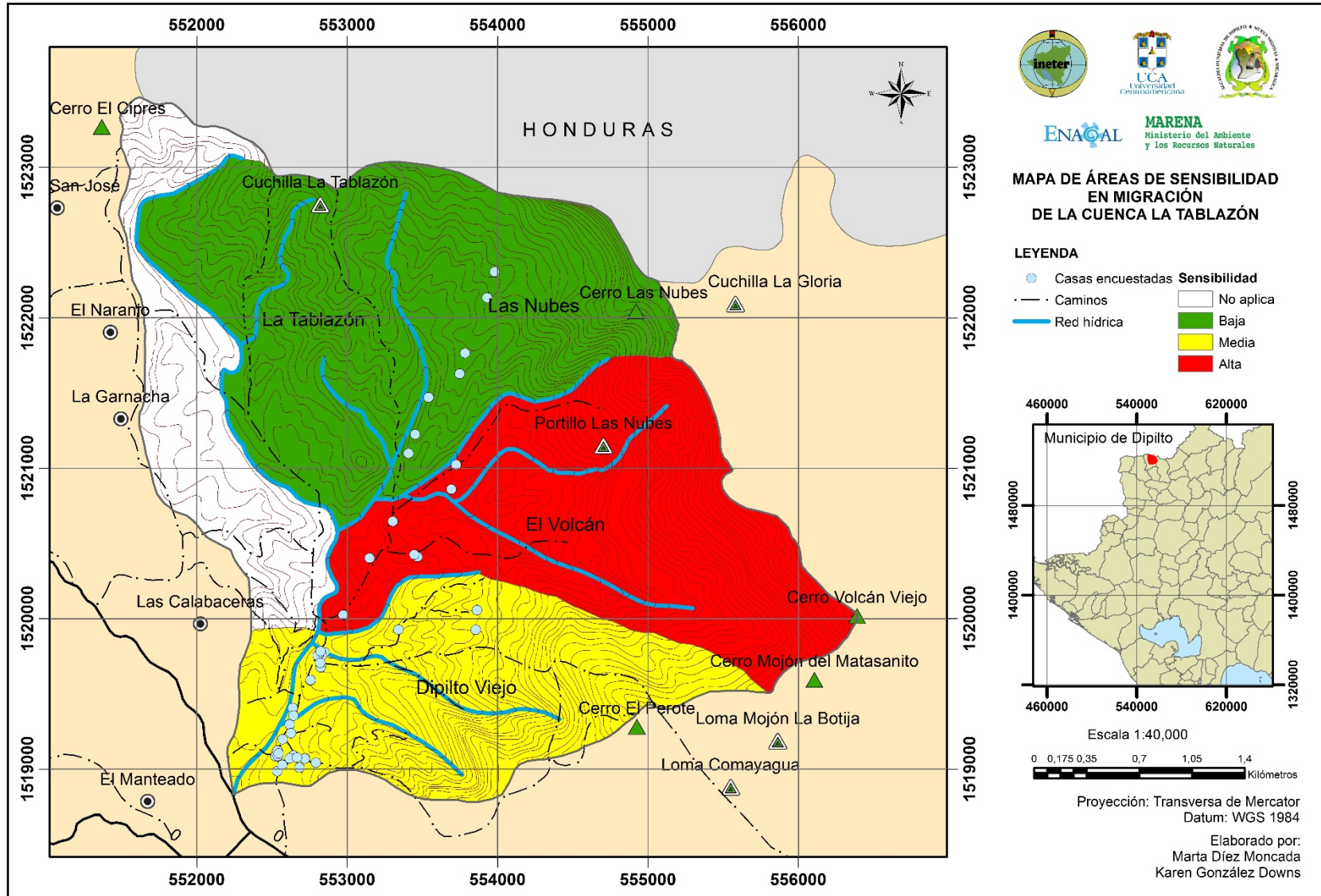


Figura 5. 43 Mapa de sensibilidad de migración

5.3. Zonificación de las Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social

A partir del análisis de los nuevos indicadores anteriormente presentados, se generó el mapa de sensibilidad ambiental y social de la cuenca La Tablazón (Figura 5.44), que muestra la zonificación de las áreas que deben priorizarse en la ejecución de nuevos proyectos y programas (la versión a escala se encuentra en Anexos, Figura 9.10).

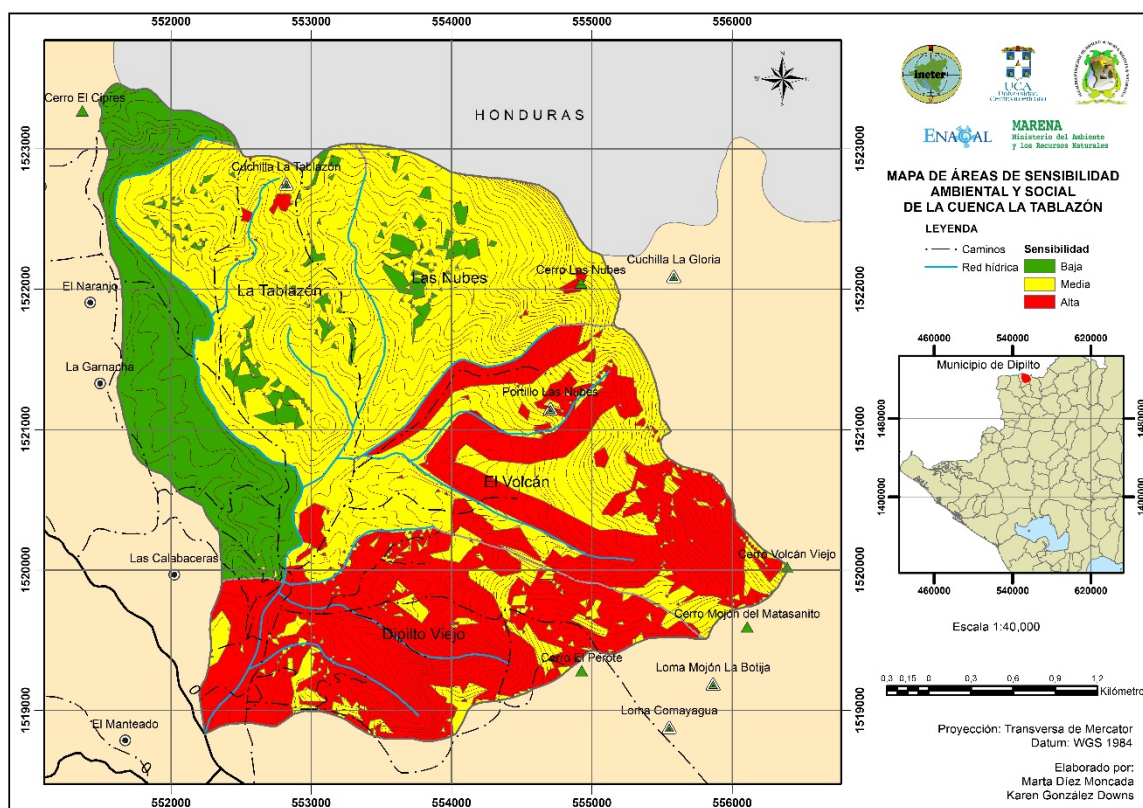


Figura 5. 44 Mapa de Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social de la cuenca La Tablazón

Las comunidades de Dipilto Viejo y El Volcán se presentan como las de mayor sensibilidad con un porcentaje de 32,89%, seguido de Las Nubes y La Tablazón, con sensibilidad media, siendo esta la de mayor área en la cuenca con un 51,72% (Tabla 5.16).

Tabla 5. 16 Porcentaje de áreas de sensibilidad en la cuenca La Tablazón

Sensibilidad	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Baja	2,18	15,39
Media	7,33	51,72
Alta	4,66	32,89
Total	14,17	100,00

5.3.1. Áreas de alta sensibilidad ambiental y social

Como se muestra en la Tabla 5.16, el 32,89% del área de la cuenca La Tablazón presenta alta sensibilidad, y se ubican en la parte Sur y Sureste de la cuenca. Los principales factores están relacionados al uso inadecuado del suelo, presencia de zonas de susceptibilidad a deslizamientos, así como deslizamientos activos y zonas de potencial recarga hídrica en riesgo.

La vocación del suelo en la mayoría de estas áreas es de protección y conservación forestal y sistemas agroforestales. No obstante, actualmente existen cultivos permanentes y bosques de conífera ralos que derivan en la sobreutilización del suelo y la pérdida de sus propiedades naturales. En estas zonas, la cobertura forestal ha disminuido y existen zonas de pasto, cultivos permanentes y temporales, así como vegetación arbustiva, que han reemplazado el bosque de conífera denso (Figura 5.45).



Figura 5. 45 Cambio de uso de suelo en la comunidad El Volcán, de bosque latifoliado denso a cultivo

Las zonas de mayor potencial de recarga hídrica, presenta alto riesgo de reducir su potencial de infiltración de agua, debido a que estas zonas presentan altos niveles de sobreutilización y uso inadecuado de los suelos.

De igual forma, esta zona se caracteriza por tener una mayor susceptibilidad a deslizamientos, debido a la formación geológica del terreno, la pendiente y el tipo de suelo. Esto se comprueba a través de la observación en campo de escarpes y depósitos producidos por deslizamientos (Figura 5.46), así como las encuestas realizadas a la población, que señaló eventos de deslizamiento que se registraron en El Volcán.

Gran parte del territorio de las comunidades de Dipilto Viejo y El Volcán presentan mayor sensibilidad desde el punto de vista **ambiental**.



Figura 5. 46 Zonas de escarpe producto de deslizamientos

Las zonas de protección del bosque ripario se concentran especialmente en la comunidad de Dipilto Viejo, porque ahí se encuentra el río principal y otros tres afluentes. Este indicador es de suma importancia para mantener la calidad de las aguas ya que estos afluentes aportan al río Dipilto, que es la principal fuente de agua de la población de la ciudad de Ocotlán.

Los principales indicadores que influyen desde el punto de vista **social** es que en la zona de la comunidad de Dipilto Viejo se concentra la mayor densidad poblacional de la cuenca, los jefes de familia tienen el menor nivel educación y también habitan el mayor porcentaje de familias en estado crítico a nivel económico.

El nivel de educación y la capacidad económica condicionan el nivel de migración de una comunidad. Aquellos jefes de familia que no puedan satisfacer las necesidades básicas de su hogar son más susceptibles a migrar en búsqueda de mayores ingresos. En la cuenca La Tablazón, la migración se encuentra en porcentajes relativamente bajos (Figura 5.47), sin embargo, se destacan las comunidades El Volcán y Dipilto Viejo como las más sensibles respecto a este indicador.

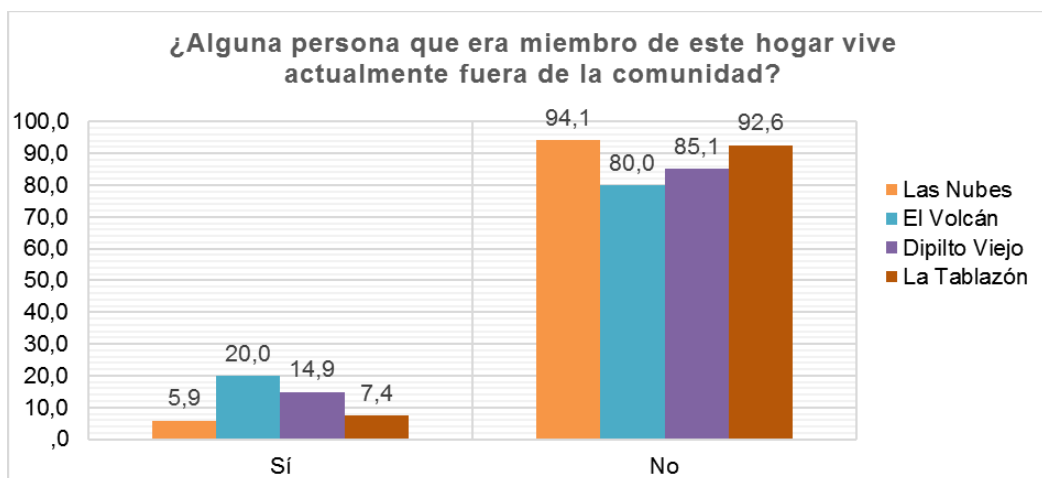


Figura 5. 47 Porcentaje de migración en las comunidades

5.3.2. Áreas de media sensibilidad ambiental y social

Alrededor del 51,72% del área de la cuenca es de sensibilidad media, y se ubica principalmente en la parte central de la misma. Los indicadores **ambientales** que mayor peso tienen para esta clasificación son la moderada calidad del agua y, menores cambios en la confrontación de uso de suelo. Gran parte de esta zona está ocupada por cultivos de café con sombra que de alguna manera protegen el suelo de la erosión y mejoran la capacidad de infiltración.

Por otro lado, los puntos de captación de la comunidad La Tablazón para el suministro de agua son los de menor calidad en la cuenca (Tabla 5.17). En los estudios de calidad de agua, el nivel de coliformes fecales en este punto es el más alto, de 27 UFC/100 mL, excediendo las normas CAPRE lo que puede afectar la salud y calidad de los pobladores de la zona, si no se le da un tratamiento adecuado. Además, en este punto se encuentra la mayor concentración de nitratos (6,14 mg/L), que puede estar relacionado con la presencia cercana de letrinas o abonos utilizados en las plantaciones de café.

Además, en la fuente de captación de La Tablazón existen altas concentraciones de turbiedad, color y sólidos disueltos, lo que indica presencia de materia orgánica. Actualmente, en esta fuente se aplica cloro para disminuir la concentración de coliformes fecales, no obstante, el cloro puede reaccionar con la materia orgánica presente en la fuente, formando cloro metano (CH_3Cl), que puede ser perjudicial para la salud de los consumidores. La calidad de agua superficial en cuatro puntos muestreados se presenta a través de índices de calidad de agua en la Tabla 5.17.

Tabla 5. 17 Estado de calidad de agua superficial en puntos de muestreo

Comunidad	Nombre de la fuente	ICA	Tipo de Agua
Las Nubes	Las Nubes	82,7	Excelente calidad con tratamiento menor requerido
El Volcán	El Volcán	77,5	Buena calidad, pero dudoso consumo sin tratamiento
El Volcán	Cimarrón	73,7	Buena calidad, pero dudoso consumo sin tratamiento
La Tablazón	La Tablazón	66,3	Mediana calidad y tratamiento necesario

En cuanto los aspectos **sociales**, en esta zona, destacan que las familias tienen un mejor nivel de educación, aquí se encuentran profesionales graduados universitarios, y la mayor parte de la población tiene buen nivel de escolaridad. Así mismo tienen mejor capacidad económica, son dueños de la tierra y poseen fincas mayores a 10

manzanas. La densidad poblacional es moderada y hay un buen acceso y cobertura a los servicios básicos.

5.3.3. Áreas de baja sensibilidad ambiental y social

Aproximadamente el 15,39% del área de la cuenca es de sensibilidad baja, y se ubica principalmente en la parte Oeste de la misma. Desde el punto de vista **ambiental** esta zona no presenta cambios de uso de suelo importantes, ni deslizamientos por ser zonas de baja pendiente. Como tampoco presenta áreas con potencial de recarga hídrica.

Con relación a los aspectos **sociales**, en esta zona la densidad población es muy baja, por lo que la intervención antrópica es muy reducida.

En conclusión, la identificación de las áreas de sensibilidad ambiental y social de la cuenca La Tablazón puede servir como punto de partida para la implementación de la metodología ASAS en el resto de área de influencia del Programa de Gestión Comunitaria de la cuenca del río Dipilto. De esta manera, se puede realizar una mejor orientación y planificación de los recursos enfocándose en las zonas de alta sensibilidad como son las comunidades de Dipilto Viejo y El Volcán, donde se deben desarrollar condiciones locales para la gestión integrada de la cuenca La Tablazón y el desarrollo económico de sus habitantes.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos propuestos y resultados alcanzados, se obtienen las siguientes conclusiones, de las cuales las primeras cinco corresponden al objetivo N°1, las siguientes tres al objetivo N°2 y la última al objetivo N°3.

1. De acuerdo a las características morfométricas, la cuenca La Tablazón tiene un área de 14,32 km², se clasifica como una cuenca pequeña nivel 7 según la metodología Pfafstetter y con un tiempo de concentración de 61,71 minutos. La Tablazón es una cuenca en equilibrio, menos propensa a inundaciones en la zona baja y con bajo potencial erosivo. Presenta una temperatura media de 24,5°C y precipitación media anual de 1 621,3 mm registrando las mayores precipitaciones entre los meses de mayo a octubre.
2. La caracterización hidroquímica del agua indica que el tipo de agua predominante corresponde a aguas bicarbonatadas sódicas, representadas en la comunidad Las Nubes, lo que indica una evolución química del agua.
3. Las principales formaciones geológicas corresponden a rocas intrusivas del cretácico, rocas metamórficas y depósitos aluviales con alta susceptibilidad a deslizamientos. Los suelos presentan textura francos y francos arcillosos con vocación forestal que se utilizan actualmente para la siembra de cultivos permanentes.
4. De acuerdo a la caracterización socioeconómica, Dipilto Viejo es la comunidad con mayor población, la capacidad económica de sus pobladores está en estado crítico y los porcentajes de jefes de familia que tienen educación superior es menor del 50%. La principal actividad económica en la cuenca es la agricultura, predominando el cultivo de café con sombra, frutales y hortalizas.
5. Los pobladores de la cuenca no tienen problemas de acceso a servicios de abastecimiento de agua, saneamiento y energía eléctrica porque la cobertura de estos es de más del 80%.
6. Los principales indicadores propuestos en esta investigación para la evaluación de ASAS corresponden a: protección de bosque ripario, calidad de agua superficial, confrontación de uso de suelo, susceptibilidad a inestabilidad de laderas, potencial de recarga hídrica, acceso a servicios básicos, capacidad económica, educación y migración; siendo la herramienta principal la caracterización biofísica y socioeconómica. Estos indicadores son válidos y pertinentes porque permitieron realizar una zonificación ambiental y social adecuada a las particularidades de la cuenca La Tablazón.

7. En las comunidades El Volcán y Dipilto Viejo, los indicadores de recarga hídrica, susceptibilidad a deslizamientos, educación y capacidad económica son de mayor sensibilidad. En el caso de la comunidad La Tablazón, la mayor sensibilidad se presenta en el indicador de calidad de agua superficial.
8. El mapa de sensibilidad ambiental permitió zonificar la cuenca en tres zonas: alta, media y baja; de las cuales la zona alta ocupa el 32,89%, la media 51,72% y la baja el 15,39%. Las comunidades El Volcán y Dipilto Viejo son las de mayor nivel de sensibilidad ambiental y social. Las comunidades Las Nubes y La Tablazón se clasificaron con sensibilidad media. En estas comunidades se requiere implementar medidas de restauración ambiental y social para evitar un deterioro en los recursos de la cuenca e incrementar la capacidad de resiliencia de la población ante los efectos de la variabilidad y el cambio climático.

7. RECOMENDACIONES

Se presentan las siguientes recomendaciones dirigidas a las diferentes instituciones, como MARENA, ENACAL, Alcaldía municipal, CAPS y Nuevo FISE, entre otras:

1. Priorizar las zonas de protección de bosque ripario con obras de conservación de suelo y agua, tales como reforestación, barreras de piedra intercalada con vegetación, a fin de proteger el talud del río, evitar la erosión y socavación del suelo.
2. En las comunidades El Volcán y Las Nubes hay zonas de alto potencial de recarga hídrica por lo que es prioridad implementar obras de conservación de suelo y agua que la favorezcan tales como barreras vivas, reforestación y uso adecuado del suelo.
3. Las casas y fincas que se encuentran en las zonas de protección de bosque ripario y de alto potencial de recarga hídrica deben cumplir con las acciones de conservación para garantizar la cantidad y calidad del río principal, en otras palabras, regular la actividad agropecuaria para evitar el vertido de agua mieles y agroquímicos a las fuentes de agua, así como el manejo adecuado de los desechos sólidos y líquidos.
4. Regular el uso de suelo de acuerdo a su vocación, a través del control del despale indiscriminado, así como implementar sistemas agroforestales, reforestar y promover la regeneración natural de las zonas altas de la cuenca con especies nativas.
5. Implementar obras de conservación de suelo en las zonas susceptibles a inestabilidad de laderas tales como las vallas de retención que permiten el control de la erosión, refuerzan las zonas de pendiente inclinadas y estabilizan la producción de sedimentos; así como zanjas de coronación en las partes altas de la comunidad El Volcán, a fin de evitar que las aguas de lluvia infiltren los terrenos con pendientes fuertes y lo desestabilicen.
6. Reactivar el sistema de monitoreo a deslizamientos establecido en el Plan de Respuestas Multiamenazas del municipio de Dipilto, y la formación y capacitación de brigadas escolares para la gestión de riesgos.
7. Regular los asentamientos humanos en las zonas susceptibles a deslizamiento para evitar futuras pérdidas, específicamente en las cercanías de la comunidad El Volcán.
8. Realizar monitoreos de la calidad de agua en las fuentes de captación de las cuatro comunidades, principalmente en las fuentes más sensibles, como la de la comunidad La Tablazón y El Cimarrón en la comunidad El Volcán, durante el

período seco y lluvioso. Monitorear por lo menos dos veces al año los parámetros bacteriológicos y una vez al año los parámetros físicos y químicos. Analizar específicamente la presencia de pesticidas comparando valores de período seco y lluvioso.

9. Diseñar e implementar un sistema de tratamiento de agua para la fuente de captación de la comunidad La Tablazón, para remover turbiedad, color y materia orgánica. Se sugiere un filtro rápido de arena de bajo costo y cloración para el mini acueducto por gravedad instalado. Esta medida también se podría implementar como prevención en las demás fuentes de abastecimiento de agua.
10. Realizar capacitaciones a los miembros del CAPS y a la población en general para asegurar un mantenimiento frecuente al sistema de mini acueducto, incluyendo el estado de las fuentes de captación y las tuberías que la distribuyen.
11. Promover campañas de sensibilización, en conjunto con los CAPS, para incentivar a la población y productores en el uso racional del agua.
12. Formar y capacitar grupos de mujeres que realicen actividades agrícolas, artesanales y comerciales que les permitan aumentar su capacidad económica.
13. Implementar jornadas de alfabetización y de educación básica a adultos para mejorar el nivel de educación de los jefes de familia, especialmente en las comunidades de Dipilto Viejo y El Volcán.
14. Implementar acciones de capacitación y sensibilización para el manejo adecuado de los agroquímicos, aguas mieles, basura y protección contra incendios forestales.

8. LISTA DE REFERENCIAS

- Abbasi, T., & Abbasi, S. (2012). *Water Quality Indices*. Oxford, Great Britain: Elsevier.
- Alcaldía de Dipilto. (2014). *Plan de Manejo de la microcuenca La Tablazón*. Dipilto.
- Alcaldía de Dipilto. (mayo de 2016). Plan de Respuesta Municipal de Dipilto con Enfoque Multi-Amenazas. Dipilto.
- Bastedo, J. D., Nelson, J. G., & Theberge, J. B. (1984). Ecological Approach to Resource Survey and Planning for Environmentally Significant Areas: The ABC Method. *Environmental Management*, 8(2), 125-134.
- Brown, S., Orozco, P., Roa, M. C., & Schreier, H. (2009). *Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social (ASAS). Manual Técnico*. Managua.
- Burianek, D., & Zacek, V. (2015). Compositional variations in tourmalines from peraluminous rocks of the Dipilto Granitic Batholith, Eastern Choris Terrane, Nicaragua: tracers of magmatic to hydrothermal evolution. *Journal of Geosciences*, 91-112.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2010). *La economía del cambio climático en Centroamérica*. México D.F.: CEPAL.
- Cruz, C., Patiño, P., & Torres, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano, una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(15), 79-94.
- Cruz, L. (2005). *Monitoreo del deslizamiento Cerro El Volcán y evaluación de la vulnerabilidad en cuatro comunidades aledañas, municipio de Dipilto, Nueva Segovia, Nicaragua*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- Dinius, S. (octubre de 1987). Design of an index of water quality. *Water Resources Bulletin*, 23(5), 833-843.
- Dorney, R. S., & Hoffman, D. W. (1979). Development of landscape planning concepts and management strategies for an urbanizing agricultural region. *Landscape Planning*(6), 151-177.
- Eagles, P. F. (1981). Environmentally Sensitive Area Planning in Ontario, Canada. *Journal of the American Planning Association*, 3(47), 313-323.
- Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL). (agosto de 2015). Informes de muestreo de calidad de agua en el municipio de Dipilto.
- Faustino, J. (1996). *Gestión ambiental para el manejo de cuencas municipales*. San José: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Recuperado

el 11 de julio de 2016, de
<https://books.google.com.ni/books?id=kiAPAQAIAAJ&lpg=PA15&dq=manejo%20de%20cuenca&pg=PP2#v=onepage&q&f=true>

Ferez, J. C., & Mancero, X. (2001). *El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Gámez, W. (2009). *Texto Básico de Hidrología* (Primera edición ed.). Managua: UNA.

Germanwatch. (2016). *Global Climate Risk Index 2016*. Berlin: Germanwatch.

Instituto Nacional de Ecología. (2004). *Análisis Morfométrico de cuencas: Caso de estudio del Parque Nacional Pico de Tancitaro*. Ciudad de Mexico.

Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE). (marzo de 2008). Dipilto en cifras. Managua.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) & Cooperación Suiza en América Central. (2004). *Estudio de mapificación hidrogeológica e hidrogeoquímica de la Región Central de Nicaragua*. Managua, Nicaragua.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2005). *Atlas Climático de Nicaragua*. Recuperado el 4 de noviembre de 2016, de <http://webserver2.ineter.gob.ni/mapas/Nicaragua/clima/atlas/index.html>

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2005). *Mapas de Amenazas por Inestabilidad de Laderas*. Managua.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). (2014). *Delimitación de Cuencas Hidrográficas en Nicaragua bajo la metodología de Pfafstetter*. Managua.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), Ministerio Agropecuario (MAG) & Instituto Nacional Forestal (INAFOR). (septiembre de 2015). Mapas Nacionales de Suelo, uso potencial, coberturas y usos de la tierra y conflictos de uso de la República de Nicaragua. Managua.

Londoño Arango, C. H. (2001). *Cuencas Hidrográficas. Bases conceptuales*. Ibagué: Universidad de Tolima.

Matus, O. (2009). *Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica: aplicación práctica en la subcuenca del Río Jucuapa, Nicaragua*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Ministerio Agropecuario y Forestal & Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (2013). *IV Censo Nacional Agropecuario*. Managua.

- Ministerio del Ambiente y Los Recursos Naturales (MARENA). (2010). *Caracterización de la Cuenca No.45* . Managua.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). (2015). *Programa en Gestión Comunitaria de la Cuenca del Río Dipilto*. Managua.
- Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS). (2011). *Subcuenca Río Dipilto, Diagnóstico Biofísico y Socioeconómico*. Managua.
- Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS). (2012). *Estado actual de la Cuenca media y alta del Río Coco*. Managua: Simas.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2007). *Las cuencas y la gestión del riesgo a los desastres naturales en Guatemala*. Guatemala: FAO. Recuperado el 11 de julio de 2016, de <http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/5/12820628912320/fao20manejo20de20cuencas.pdf>
- Sanz, J. I. (2008). *Manejo integrado de cuenca. Enfoque Agroecosistema*. Bogotá.
- Scheaffer, R. L. (1986). *Elementos de muestreo* (Tercera edición ed.). Belmont: Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V.

9. ANEXOS

9.1. Planificación y organización del proceso investigativo

A continuación, se presenta el cronograma de actividades desarrolladas para elaborar la presente investigación:

Tabla 9. 1 Cronograma de actividades realizadas en la investigación

Objetivo	Actividad	Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Caracterizar biofísica y socioeconómicamente a la cuenca La Tablazón	Recolección de información en ENACAL y Alcaldía de Dipilto																								
	Búsqueda de información																								
	Elaboración de encuesta																								
	Aplicación de encuestas para evaluar sensibilidad social																								
	Procesamiento de encuestas de sensibilidad social																								
	Realización de caracterización socioeconómica y biofísica																								
Determinar indicadores y criterios para la evaluación de Áreas de Sensibilidad Ambiental y Social	Determinación de indicadores y criterios de sensibilidad ambiental y social																								
Identificar las ASAS de la microcuenca La Tablazón a través del uso de mapas temáticos de acuerdo a cada criterio seleccionado	Gira de campo para evaluación de zonas de susceptibilidad a deslizamientos y verificación de uso de suelo																								
	Procesamiento de la información																								
	Elaboración de mapas temáticos por indicador y mapa final de áreas de sensibilidad ambiental y social																								
	Redacción de resultados sobre mapas temáticos por indicador y mapa final de áreas de sensibilidad ambiental y social																								
	Redacción de recomendaciones																								
	Entrega de monografía																								

La Tabla 9.1 representa el orden en que se desarrollaron las actividades necesarias para realizar la investigación. La búsqueda y recolección de información bibliográfica tuvo una duración de 4 semanas ya que se realizaron visitas a instituciones como INETER, MARENA y la Alcaldía de Dipilto además de la búsqueda de información en sitios web, libros y documentos actualizados. Finalmente, las visitas de campo se realizaron de manera discontinua con una duración promedio de una semana.

9.2. Instrumento de recopilación de información

ENCUESTA LÍNEA BASE DEL ESTUDIO “EVALUACIÓN DE ÁREAS DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL Y SOCIAL EN LA MICROCUENCA LA TABLAZON”

Buenos días/tardes. Estamos visitándolo(a) para hacerle una encuesta que tiene por objetivo recabar información que se usará como base para el estudio de Evaluación de áreas de sensibilidad ambiental y social de la Microcuenca La TablaZón. El estudio que estamos realizando está vinculado al programa de Gestión comunitaria de la cuenca del Río Dipilto del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) y la Alcaldía Municipal de Dipilto. Quisiera nos cediera unos minutos de su tiempo para responder este cuestionario. De antemano agradecemos su apoyo. Toda la información recopilada será confidencial.

SECCIÓN I. INFORMACIÓN GENERAL

Número de encuesta:

Comunidad:

Nombre del encuestado:

Teléfono:

Coordenadas	
Este (X)	Norte (Y)

SECCIÓN II. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DEL PRODUCTOR (A) Y SU FAMILIA E INGRESO

Nº	Nombres y Apellidos	Edad	Sexo	Escolaridad	Ocupación	Ingreso Mensual
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Total:						

La vivienda es: 1. Propia () 2. Alquilada () 3. Prestada ()	¿Quién es el dueño de la vivienda? 1. Hombre () 2. Mujer () 3. Ambos ()
¿Participan en alguna organización? 1. Cooperativa () 2. Comité de desarrollo Comunitario 3. CAPS (Comité de Agua Potable y Saneamiento) () 4. Grupo de productores () 5. Grupo de mujeres ()	

6. No participa en ninguna organización () 7. Comités de prevención de desastres () 8. Comité de Cuenca ()		
2.1 Acceso a servicios básicos		
2.1.1 Agua		
¿De dónde se abastece de agua? 1. Tubería dentro de la casa () 2. Puesto Comunitario () 3. Pozo privado () 4. Río, quebrada 5. Otra vivienda () 6. Ojo de agua o manantial () 7. No tiene ()		
¿Paga por el servicio? 1. Sí () ¿Cuánto paga? 2. No ()	¿Se le realiza algún tipo de tratamiento al agua que usan para consumo? 1. Si () ¿Cuál? 2. No ()	
¿Qué cantidad de agua utiliza al día? ¿Distancia al punto que toma el agua? 1. Dentro de la vivienda () 2. En el Patio () 3. Menos de 100m () 4. Más de 100m ¿Quién acarrea el agua? 1. Hombre () 2. Mujer () 3. Niños (0-14 años) () ¿Cómo acarrear el agua? 1. A pie () 2. A caballo () 3. Carretón () ¿Cuántos viajes realiza al día para acarrear el agua? ¿Cuánto tiempo tarda en acarrear el agua en cada viaje? ¿Cuántos días a la semana realiza el acarreo?		
¿En qué utiliza el agua? 1. Consumo humano () 2. Uso doméstico (limpiar la casa, lavar la ropa) () 3. Regar plantas () 4. Aguar animales () 5. Otro ()		
¿Cómo considera que es la disponibilidad de agua? 1. Suficiente para todos los usos () 2. Suficiente pero cuesta trabajo conseguirla o es de mala calidad () 3. No es suficiente ()		
2.1.2 Saneamiento		
¿Cuál es el tipo de servicio higiénico? 1. Letrina o pompón () 2. Inodoro con sumidero () 3. Pozo séptico () ¿Cuántos hay en la vivienda?	¿Qué hace con las aguas grises? 1. Usan para riego () 2. No las recogen () 3. Las vierten en calles o quebradas () 4. Producen charcos ()	
2.1.3 Cocina		
¿Con qué tipo de cocina prepara sus alimentos? 1. Fogón () 2. Cocina Mejorada () 3. Gas () 4. Otro () ¿De dónde obtiene la leña? 1. Comprada () 2. Bosque () 3. Otro () ¿Cuánto gasta en leña por día?		

2.1.4 Comunicación y transporte
¿Qué servicio de comunicación utiliza? 1. Teléfono convencional () 2. Teléfono celular () 3. Televisión () 4. Radio () 5. Internet () ¿Qué transporte utiliza? 1. Vehículo () 2. Moto () 3. Moto taxi () 4. Bicicleta () 5. Caballo () 6. Carretones () 7. Pie () 8. Otro ()
2.1.5 Electricidad
¿Tiene energía eléctrica? 1. Sí () 2. No () ¿A quién le paga el servicio? 1. Compañía () 2. Vecino, familiar, amigo () 3. Otro ()
2.1.6 Desechos sólidos
¿Qué tipo de desechos hay en su casa? ¿Qué cantidad por semana? ¿Qué manejo da a los desechos sólidos de su casa? 1. Los quema () 2. Los bota () 3. Alimentos a animales () 4. Los entierra () 5. Abono () 6. Son recolectados ()

SECCIÓN III. Capacidad económica

3.1 Actividad económica	
Trabaja en: 1. La zona () 2. Viaja a otros departamentos () 3. Fuera del país ()	¿Quiénes proporcionan los ingresos en la familia? 1. Padre () 2. Madre () 3. Hijos ()
¿Cuál es la principal actividad económica de la familia? 1. Agricultura () 2. Ganadería () 3. Comercio () 4. Pequeña industria () 5. Pulpería () 6. Remesa () 7. Artesanía () 8. Otros ()	
La tierra donde trabaja es: 1. Propia () 2. Alquilada () 3. Prestada ()	¿Cuál es el tamaño de la propiedad? 1. Menos de 2mz () 2. 2,5 mz () 3. 5mz () 4. 10 mz () 5. Más de 10 mz () 6. Otro
¿Qué cultivo y bosque tiene en la propiedad? (Nota: Por favor indicar el número de manzanas) 1. Maíz () 2. Hortalizas () 3. Frutales () 4. Café () 5. Bosque () 6. Otro ()	Si cultiva café: ¿Dónde tira el agua miel? 1. Quebrada o río () 2. Foso o hueco () 3. Cauce () 4. Otro () ¿Hace tratamientos a las aguas miel? 1. Sí () 2. No () ¿Hace uso de las aguas mieles y la pulpa? 1. Sí () 2. No () ¿Cuál es el volumen de aguas miel?
¿Tiene cultivos con riego? 1. Sí () 2. No () ¿Cuánto es el área que riega? ¿Qué tipo de riego usa? 1. Por aspersión () 2. Por gravedad () 3. Por goteo ()	
¿Aplica prácticas de conservación de suelo y agua o adaptación al cambio climático en su finca? 1. Si () 2. No () ¿Qué tipo de práctica? ¿Para qué la utiliza? ¿Ha visto resultados? ¿Cuáles?	

3.2 Migración	
¿Alguna persona que era miembro de este hogar vive actualmente fuera de la comunidad? ¿Cuántos? 1. Sí () 2. No () ¿Dónde vive actualmente? ¿Quiénes viven fuera? ¿A qué edad emigró? ¿Por qué emigró? ¿En qué utiliza las remesas? 1. Alimentos () 2. Ropa () 3. Pagar deudas () 4. Educación () 5. Diversión () 6. Otro ()	
¿Recibió este hogar remesas en los últimos 12 meses de alguna persona? 1. Sí () 2. No () ¿Cada cuánto recibe remesas? ¿Cuál es el monto que recibe?	

SECCIÓN IV. PARTICIPACIÓN DE LAS MUJERES

Esta sección está dirigida a la mujer jefa de hogar, cónyuge del jefe de hogar, o alguna otra mujer mayor de edad miembro del hogar que cuente con la información.	
¿Qué actividades productivas son desarrolladas y dirigidas por las mujeres? 1. Actividades agrícolas () 2. Cuido y manejo del hogar () 3. Crianza de ganadería menor. () 4. Huerto de patio () 5. Procesamiento de productos agrícolas (secado de granos, conservas, lácteos etc.) () 6. Otro ()	
¿Qué actividades tendría interés en desarrollar? 1. Actividades agrícolas () 2. Cuido y manejo del hogar () 3. Crianza de ganadería menor () 4. Huerto de patio 5. Procesamiento de productos agrícolas (secado de granos, conservas, encurtidos, lácteos etc.) 6. Otro ()	

SECCIÓN V. RIESGO DE DESLIZAMIENTOS

¿Han ocurrido deslizamientos en la comunidad en los últimos años? 1. Sí () 2. No () ¿Ha sido afectado por algún deslizamiento? ¿Cómo? 1. Sí () 2. No () ¿En qué año? ¿Con qué frecuencia se han producido? 1. Varias veces el año () 2. Cada año () 3. Cuando hay fuertes lluvias () 4. Cuando hay huracanes	¿Qué hizo la municipalidad o las ONG? Durante estos eventos ¿Hubo acceso a albergues? 1. Sí () 2. No () ¿Cómo es la accesibilidad a la comunidad? 1. Fácil todo el año () 2. Difícil todo el año () 3. Difícil en invierno () ¿Conoce si hay mapas sobre deslizamientos en su municipio? 1. Sí () 2. No () ¿Sabe qué hacer en caso de deslizamientos? 1. Sí () 2. No ()
---	--

9.3. Mapas generados durante la investigación

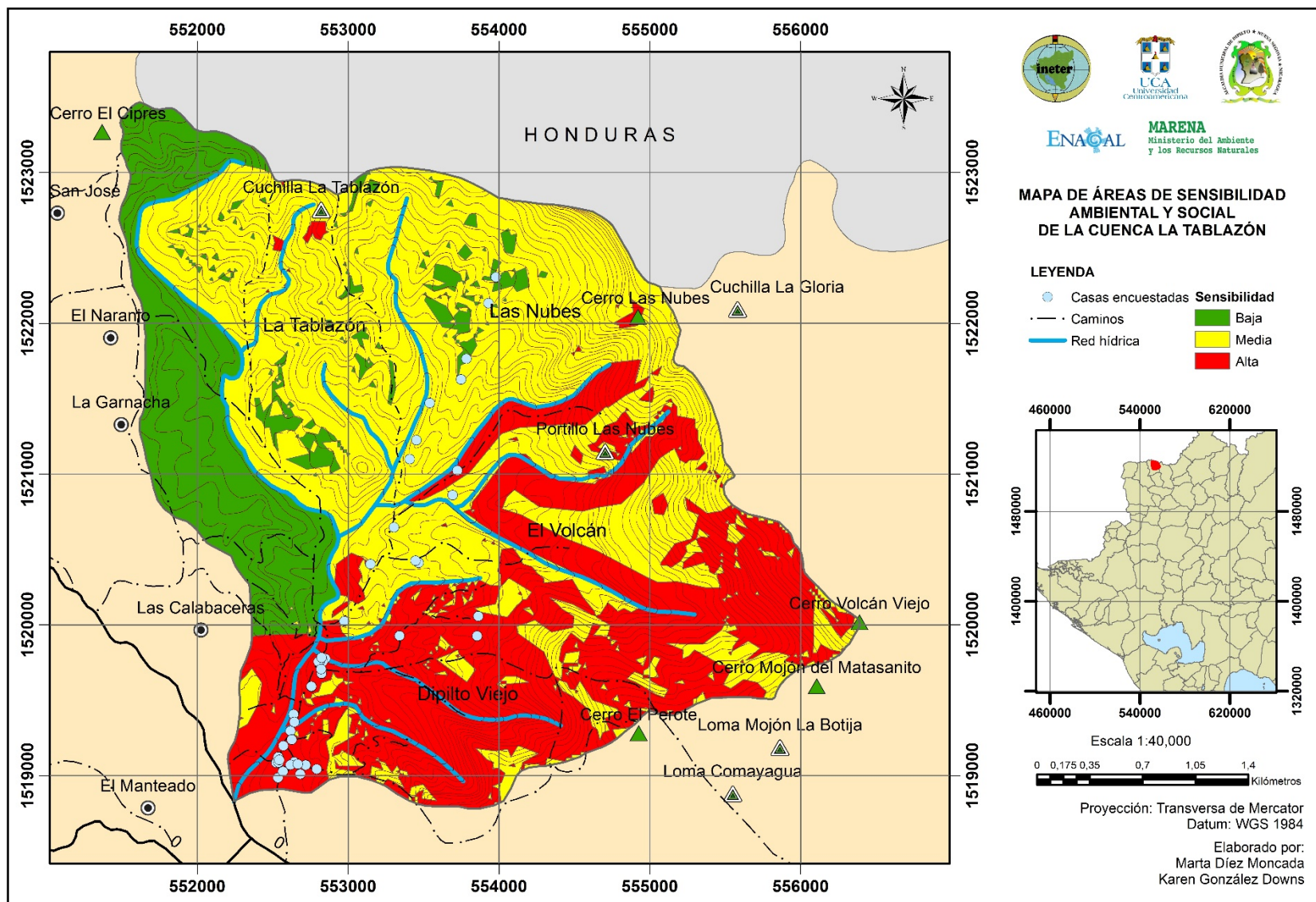


Figura 9. 1 Mapa de áreas de sensibilidad ambiental y social en la cuenca La Tablazón

9.4. Datos para la clasificación hidroquímica en la cuenca La Tablazón

Tabla 9. 2 Concentración de cationes y aniones

Nombre de la Fuente	Ca (meq/L)	Mg (meq/L)	Na (meq/L)	K (meq/L)	Na+K	Total cationes	HCO ₃ (meq/L)	Cl (meq/L)	SO ₄ (mgeqL)	Total aniones
Las Nubes	0,105	0,107	0,115	0,010	0,125	0,337	0,223	0,091	0,054	0,369
Cimarron	0,320	0,214	0,428	0,024	0,452	0,986	0,741	0,151	-0,066	0,827
El Volcán	0,105	0,370	0,167	0,026	0,193	0,668	0,556	0,120	0,093	0,769
La Tablazón	0,640	0,691	0,279	0,038	0,317	1,649	2,111	0,300	0,092	2,504

Tabla 9. 3 Porcentaje de cationes y aniones

Nombre de la Fuente	Ca (%)	Mg (%)	Na+K (%)	Total cationes (%)	HCO ₃ (%)	Cl (%)	SO ₄ (%)	Total aniones (%)
Las Nubes	31,161	31,754	37,085	100,00	60,461	24,794	14,746	100,00
Cimarron	32,457	21,705	45,838	100,00	89,622	18,315	-7,937	100,00
El Volcán	15,711	55,420	28,869	100,00	72,300	15,612	12,088	100,00
La Tablazón	38,819	41,934	19,248	100,00	84,339	11,983	3,678	100,00

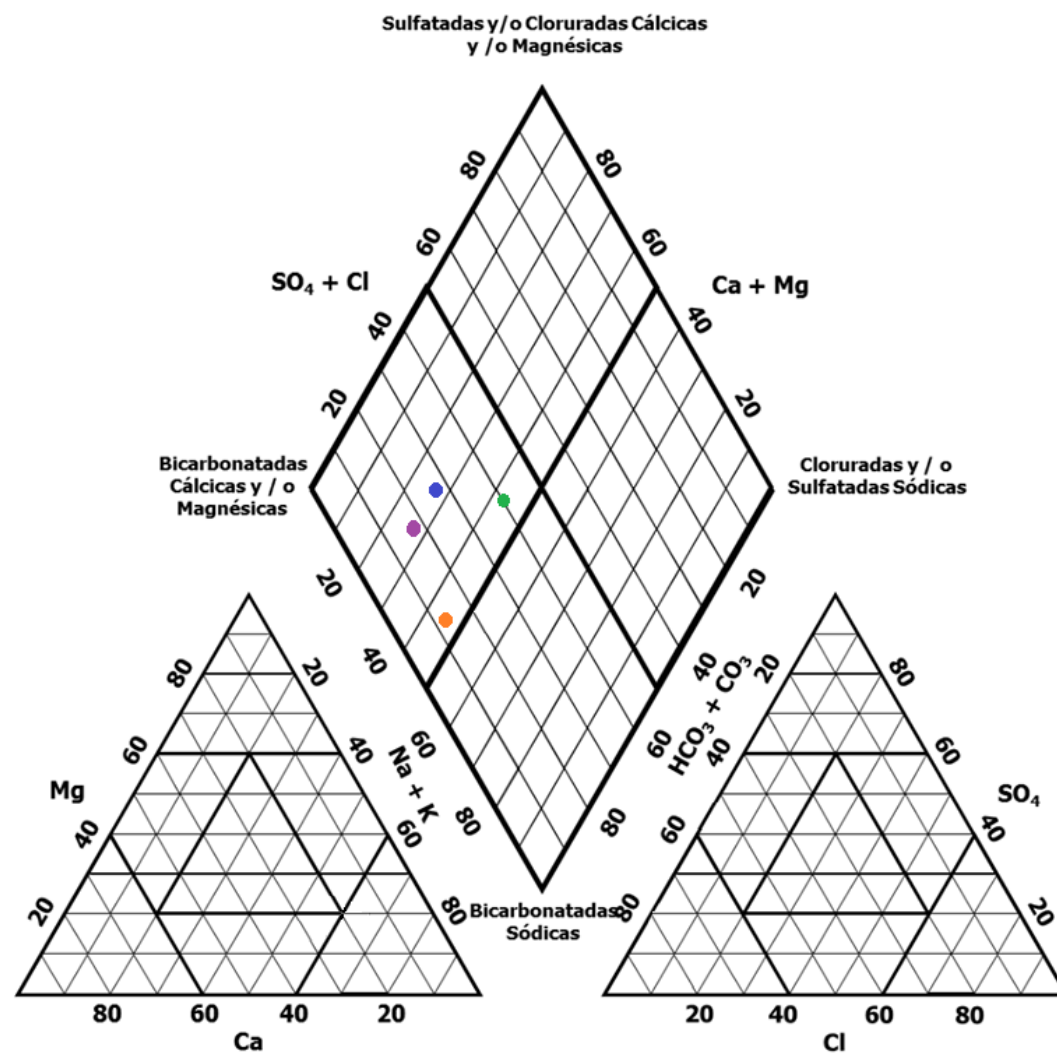


Figura 9. 2 Diagrama de Piper con hidroquímica en puntos de muestreo

9.5. Datos de calidad de agua en puntos de captación

Tabla 9. 4 Datos de calidad de agua en puntos de captación

Nombre de la Fuente	Coordenadas UTM		CF UFC/100 ml	T (°C)	Ph	Conduct (μS/cm)	Asp.	Color (UC)	Turbidez UNT	SSD (mg/L)	Alcalinidad (CaCO ₃) mg/L
	Este	Norte									
Las Nubes	554415	1522309	0	19,7	7,41	30,87	Clara	0,14	0,1	19	11,1
Cimarrón	553867	1521439	0	23,2	6,88	81,8	Clara	3,28	1,2	34	37,1
El Volcán	554784	1521994	10	21,2	8,4	48,16	Clara	2,35	1,12	33	27,8
La Tablazón	552562	1522557	27	23,6	8,04	78,4	Turbia	4,34	8,68	106	105,6
Nombre de la Fuente											
	Na (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	K (mg/L)	Fe ²⁺ (mg/L)	HCO ₃ (mg/L)	Cl (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	NO ₃ (mg/L)	NO ₂ (mg/L)	As, Cu, Mn, Zn, Pb (μg/L)
Las Nubes	2,65	2,1	1,3	0,38	0,06	13,6	3,2	2,61	3,087	0,013	0
Cimarrón	9,84	6,4	2,6	0,94	0,07	45,2	5,3	-3,15	0,542	0,02	0
El Volcán	3,83	2,1	4,5	1,03	0,38	33,9	4,2	4,46	1,218	0,022	0
La Tablazón	6,42	12,8	8,4	1,49	0,43	128,8	10,5	4,42	6,143	0,016	0

Fuente: ENACAL, (2015)

9.6. Evidencias fotográficas



Figura 9. 3 Realización de encuesta socioeconómica a un habitante de la comunidad El Volcán



Figura 9. 4 Realización de encuesta socioeconómica a habitante de la comunidad El Volcán



Figura 9. 5 Medición de parámetros físicos en un punto de captación de agua de la comunidad Las Nubes



Figura 9. 6 Medición de parámetros físicos en la zona de descarga del río La Tablazón, en la comunidad de Dipilto Viejo



Figura 9. 7 Medición de parámetros físicos en un punto de captación de agua en la comunidad La Tablazón



Figura 9. 8 Realización de encuestas socioeconómicas a habitantes de la comunidad Dipilto Viejo

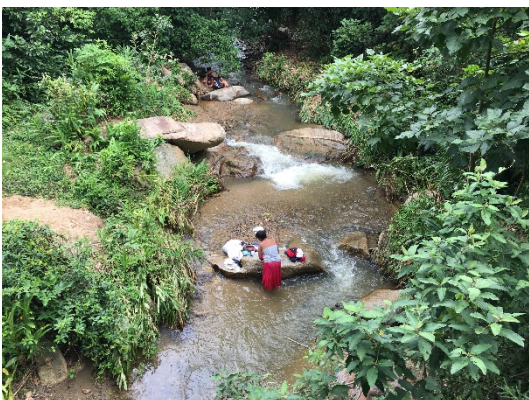


Figura 9. 9 Uso del agua para lavado de ropa en la zona de descarga del río La Tablazón en la comunidad Dipilto Viejo



Figura 9. 10 Realización de encuestas socioeconómicas en la comunidad Dipilto Viejo



Figura 9. 11 Casa vulnerable a inestabilidad de ladera en Dipilto Viejo



Figura 9. 12 Casa vulnerable a inestabilidad de ladera en la comunidad El Volcán