

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE



“ELABORAR CARTOGRAFÍA DE LA RED HÍDRICA, ZONAS DE PROTECCIÓN Y TERRITORIAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA RÍO SENSUNAPAN EN EL MUNICIPIO DE NAHUIZALCO”

POR

BR. TANIA MARGARITA GUILLÉN CRUZ

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE



“ELABORAR CARTOGRAFÍA DE LA RED HÍDRICA, ZONAS DE PROTECCIÓN Y TERRITORIAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA RÍO SENSUNAPAN EN EL MUNICIPIO DE NAHUIZALCO”

POR

BR. TANIA MARGARITA GUILLÉN CRUZ

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2026

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

MAECE. NELSON BERNABÉ GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO

ING. AGR. MSc. EDGAR GEOVANY REYES MELARA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

LIC. DANIEL DE JESÚS PALACIOS HERNÁNDEZ

ASESOR INTERNO

PhD. MIGUEL ÁNGEL HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

ASESOR EXTERNO

ING. AGR. RENE ARÍSTIDES APARICIO GUARDADO

**COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS
NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**

ING. JUAN GERARDO MARROQUÍN REINA

RESUMEN

El desarrollo de la pasantía profesional en la Cruz Roja Salvadoreña tuvo como objetivo principal fortalecer la disponibilidad de herramientas técnicas que permitieran visualizar, a nivel macro, información territorial del municipio de Nahuizalco. Asimismo, buscó contribuir al ordenamiento territorial con un enfoque social, orientado a promover procesos de desarrollo local que mejoren las condiciones de vida de la población.

Como resultado del trabajo realizado en coordinación con la Unidad de Planificación y Desarrollo Institucional, se elaboró un conjunto de documentos digitales en formato *shapefile*, los cuales integran información geoespacial utilizada para la generación de mapas temáticos listos para impresión. Estos mapas reflejan datos clave del territorio, tales como la ubicación de las comunidades, zonas de riesgo y la distribución geográfica de distintos elementos de interés.

La pasantía brindó apoyo técnico al municipio de Nahuizalco en el marco del proyecto Resiliencia Comunitaria Cuenca Sensunapán, orientado a reducir las condiciones de vulnerabilidad de la población residente en la cuenca hidrográfica del río Grande de Sonsonate o Sensunapán, la cual abarca un área aproximada de 221.17 km². El proyecto tiene como propósito fortalecer la capacidad organizativa y de respuesta de las comunidades ante múltiples amenazas que afectan a los municipios de Juayúa, Nahuizalco, Sonsonate y Acajutla.

El proyecto Resiliencia Comunitaria Cuenca Sensunapán contempla la atención directa de aproximadamente 10,803 personas, distribuidas en 3,375 hogares y 32 comunidades de los cuatro municipios mencionados, priorizando a la población en situación de vulnerabilidad frente a riesgos de desastres en la cuenca del río Sensunapán. Su implementación se estructura en tres resultados interrelacionados, orientados a fortalecer la resiliencia comunitaria y el fortalecimiento institucional.

La pasantía se desarrolló durante el período 2022–2023, específicamente entre los meses de octubre a marzo, en la Unidad de Planificación y Desarrollo Institucional de la Cruz Roja Salvadoreña.

DEDICATORIA

Este trabajo de pasantía está dedicado, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza y la sabiduría necesarias para superar cada desafío y permitirme culminar esta etapa.

A mi abuelita Margarita Cruz, que descanse en paz, por su amor incondicional, su infinita paciencia y el apoyo constante que siempre me brindó. Gracias por creer en mí, por sostenerme con tus palabras y enseñanzas en los momentos difíciles, y por motivarme a seguir adelante cuando más lo necesitaba. Aunque hoy no estés físicamente, tu recuerdo y tu ejemplo viven en cada uno de mis logros. Este triunfo también es tuyo.

A mi hijo Adrián Santos, mi mayor inspiración y el motor que impulsa cada uno de mis esfuerzos. Todo sacrificio y cada meta alcanzada llevan tu nombre, porque eres la razón por la que busco ser mejor cada día.

Este logro representa perseverancia, aprendizaje y dedicación, pero, sobre todo, el amor y respaldo de quienes han caminado conmigo en cada paso.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida, la sabiduría y la fortaleza necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación. Por acompañarme en cada desafío y no permitirme rendirme en los momentos difíciles.

A mi familia, especialmente a mi mamá Ivonne Cruz, mis hermanos Victoria y Luis Guillén, mi prima, mi tía y mi primo por ser mi base, mi fortaleza y mi mayor respaldo. Gracias por sus palabras de ánimo, su confianza en mí y por estar presentes en cada etapa de mi crecimiento personal y profesional.

Agradezco profundamente a mi esposo Amilcar Santos, por su amor, paciencia y apoyo incondicional durante todo este proceso. Gracias por acompañarme en cada desafío, por animarme a no rendirme y por celebrar conmigo cada logro alcanzado.

A mi amiga Marielos Hernández, por su apoyo sincero, por escucharme en los momentos de estrés y por motivarme a seguir adelante cuando más lo necesitaba. Tu amistad ha sido fundamental en este camino.

A mis docentes, Miguel Ángel Hernández y Rene Arístides Aparicio, por su orientación, dedicación y acompañamiento durante mi proceso de pasantía. Sus conocimientos, recomendaciones y exigencia profesional contribuyeron significativamente a mi formación.

Y a mi amigo docente Leopoldo Serrano, gracias por su disposición, sus consejos y por compartir su experiencia conmigo, aportando de manera valiosa a mi aprendizaje.

A todos ustedes, gracias por ser parte esencial de este logro.

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS.....	3
2.1.	Objetivo General	3
2.2.	Objetivos Específicos	3
3.	INFORMACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA.....	4
3.1.	Datos generales.....	4
3.2.	Actividades Actuales.....	6
4.	ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DEL SECTOR	8
5.	MARCO TEÓRICO.....	10
6.	METODOLOGÍA	17
6.1.	Metodología de oficina	17
6.2.	Metodología de Campo.....	22
6.3.	Metodología de Laboratorio	23
6.4.	Actividades Emergentes Realizadas	28
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
7.1.	Mapa de Comunidades y Municipios de Cuenca Sensunapán	32
7.2.	Mapa Hidrológico de Cuenca Sensunapán	34
7.3.	Mapa de Agrológico de Cuenca Sensunapán	36
7.4.	Mapa de Geológico de Cuenca Sensunapán	38
7.5.	Mapa Pedológico de Cuenca Sensunapán	40
7.6.	Mapa de Pendientes de Cuenca Sensunapán	42
7.7.	Mapa de Red Vial de Cuenca Sensunapán	44
7.8.	Mapa de Uso de Suelos de Cuenca Sensunapán	46
7.9.	Mapa de Zona de Riesgos de Cuenca Sensunapán	48
7.10.	Mapa de Zonas de Vida de Cuenca Sensunapán	51
7.11.	Mapa de Drenajes de Cuenca Sensunapán.....	53
8.	CONCLUSIONES	55
9.	RECOMENDACIONES.....	57
	BIBLIOGRAFÍA	58

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Lugar de intervenciones y beneficiarios.	18
Cuadro 2. Coordenadas de las comunidades de la Cuenca Sensunapán.	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de Cruz Roja Salvadoreña.	4
Figura 2. Organigrama de Cruz Roja Salvadoreña.	7
Figura 3. Municipios de Cuenca Sensunapán.	17
Figura 4. Delimitación de Cuenca Sensunapán.	20
Figura 5. Intersección de las comunidades con delimitación de Cuenca Sensunapán	21
Figura 6. Mapa de Cuenca del río Sensunapán, listo para comenzar a trabajar en su tabla de contenido cambiando el área parcial y total de cada elemento del shape file.	21
Figura 7. Visita a las comunidades, con apoyo de Protección Civil.	22
Figura 8. Proceso de sistematización de la información.	23
Figura 9. Modelo Digital de Elevación (DEM).	26
Figura 10. Taller de Mapping.	29
Figura 11. Taller de Lecciones Aprendidas.	30
Figura 12. Visita a la comunidad Astillero 2, del municipio de Ilopango.	30
Figura 13. Autoevaluación y áreas de mecanismo de preparación para una respuesta eficaz.	31

1. INTRODUCCIÓN

La cartografía constituye una herramienta fundamental en la investigación geográfica regional, ya que permite representar y analizar fenómenos territoriales de manera visual y estructurada mediante el uso de sistemas de proyección, escalas, simbología y otros elementos propios del mapa. Su mayor riqueza se manifiesta en la cartografía temática, la cual facilita la interpretación de variables específicas y sus relaciones espaciales dentro de un territorio determinado.

En la actualidad, los mapas pueden considerarse una de las bases de datos más utilizadas tanto en contextos técnicos como en la vida cotidiana. Diversos actores, desde turistas hasta especialistas en áreas como la edafología, la planificación territorial o la gestión pública, requieren información cartográfica en distintas escalas y niveles de complejidad. A través de los mapas es posible asociar un espacio geográfico con múltiples fenómenos naturales y sociales, lo que permite comprender su distribución espacial y las interrelaciones entre las variables analizadas y su entorno (Sarría, 2015).

En este contexto, el mapeo del objeto de estudio como la distribución de la vegetación, los tipos de suelo o los patrones de precipitación resulta esencial para el análisis territorial, ya que facilita la comprensión de la dinámica espacial y ambiental del territorio.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han consolidado como una de las herramientas informáticas más relevantes para la gestión y análisis de datos espaciales, siendo ampliamente utilizados en la investigación y en el ejercicio profesional de las ciencias de la tierra y ambientales. Estas herramientas permiten la elaboración de cartografía temática orientada al fortalecimiento de planes de manejo de cuencas hidrográficas y a la planificación del uso sostenible de los recursos naturales (Fallas, 2003). En particular, el uso de software de código abierto ha cobrado relevancia por su accesibilidad, sostenibilidad y potencial de replicabilidad en contextos institucionales y comunitarios.

La cuenca hidrográfica, como unidad territorial, se conforma a partir de procesos geomorfológicos asociados a la erosión, entendida como el conjunto de acciones mediante las cuales agentes naturales como el agua, el viento o el hielo desprenden, transportan y transforman los materiales producto de la intemperización, generando modificaciones en la superficie terrestre (Sarría, 2015). Debido a estas características, la cuenca hidrográfica se considera una unidad idónea para el análisis integral del territorio y la gestión de los recursos hídricos.

En este marco, la Cruz Roja Salvadoreña, a través del proyecto *“Resiliencia Comunitaria Cuenca Sensunapán”*, impulsó la elaboración de una base de datos geoespacial de la red hídrica, zonas de protección y zonas de vida de la cuenca del río Sensunapán. Esta base de datos fue creada en el marco de la pasantía profesional utilizando un software SIG de uso libre, lo que implica que no requiere el pago por descarga ni por licencias de uso en los equipos informáticos, favoreciendo así la sostenibilidad del proyecto y la continuidad de su actualización por parte de las instituciones locales.

La información generada permite caracterizar las condiciones geomorfológicas y fisiográficas que regulan el flujo superficial del agua, contribuyendo al planeamiento integrado del manejo de los recursos naturales y al fortalecimiento de la gestión del riesgo de desastres. Asimismo, la elaboración de esta base de datos facilitará la formulación de futuros proyectos en beneficio de las urbanizaciones y comunidades, así como la mejora del acceso a servicios básicos en el municipio de Nahuizalco. Los resultados se presentan mediante mapas temáticos, los cuales constituyen una herramienta clave para la planificación territorial y la reducción de los riesgos que afectan a la población asentada en las áreas cercanas al río Sensunapán, en el departamento de Sonsonate.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Crear una base de datos cartográfica territorial digital de la cuenca hidrográfica río Sensunapán con énfasis en el municipio de Nahuizalco, para trabajar en Sistemas de Información Geográfica.

2.2. Objetivos Específicos

- Sistematizar una base de datos cartográfica territorial digital de la cuenca hidrográfica río Sensunapán con énfasis en el municipio de Nahuizalco, para trabajar en Sistemas de Información Geográfica.
- Construir la cartografía de la Gestión de Riesgos de Desastres del municipio de Nahuizalco.

3. INFORMACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA

3.1. Datos generales

3.1.1. Localización

Las oficinas centrales de la Cruz Roja Salvadoreña, en el área de Planificación y Desarrollo Institucional, están ubicadas en la 17 Calle Poniente y Avenida Henry Dunant, Centro de Gobierno, San Salvador (coordenadas: 13°42'25"N, 89°11'41"O). En estas instalaciones se llevará a cabo la recopilación de la información necesaria para la elaboración de la base de datos.

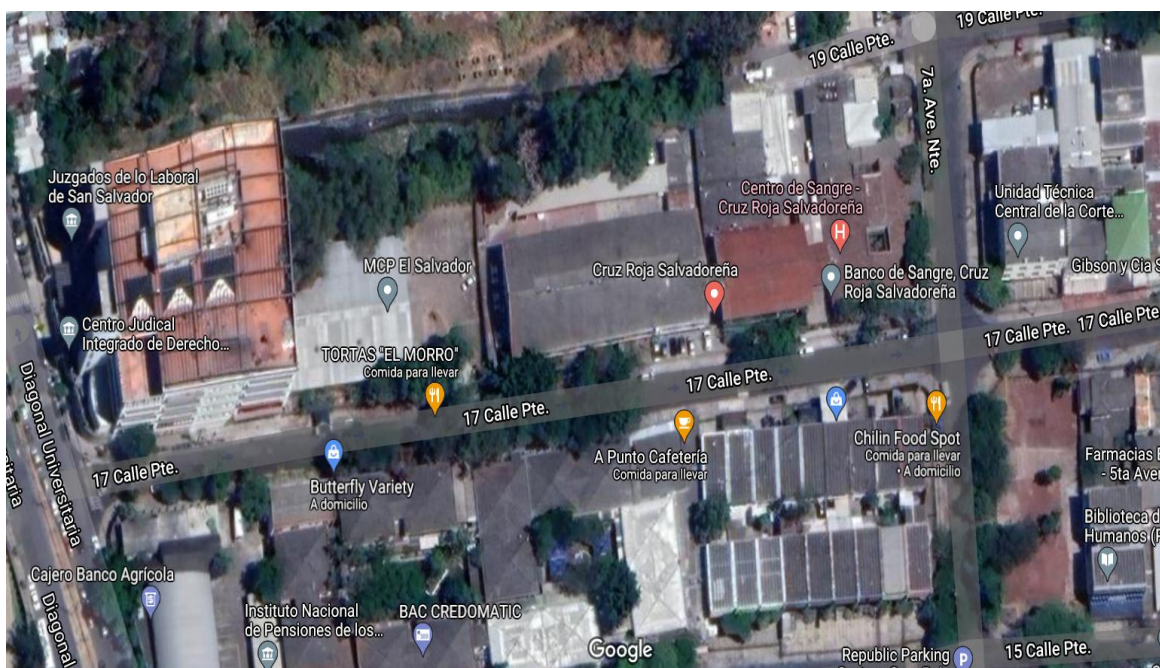


Figura 1. Localización de Cruz Roja Salvadoreña.

Fuente: Google Earth

3.1.2. Antecedentes

A comienzos del siglo, Cruz Roja Salvadoreña se asoció al Consejo Superior de Salubridad e inicio sus actividades en tiempo de paz con la lucha contra las epidemias del cólera, viruela, meningitis, gripe y disentería que se registraron tras los enfrentamientos entre El Salvador

y Guatemala en 1906 y Nicaragua después en 1907. Todo esto ya bajo la presidencia de Don Miguel Yudice, quien supo mantener el accionar de la institución en forma permanente. Se formó la Asociación de Damas, que se convirtió en el Comité de Damas Voluntarias en 1952. En 1917 el Consejo Supremo decidió reorganizar la Sociedad Nacional de acuerdo con las disposiciones del Primer Convenio de Ginebra de 1864 ya que El Salvador fue el primer país del continente Americano en adherirse en el año de 1874 fungiendo como Presidente de la República el Mariscal de Campo don Santiago González. Esta decisión se tradujo en la aprobación de nuevos estatutos el 5 de julio de 1918. El 25 de abril de 1925, el CICR, reconoció oficialmente a la Cruz Roja Salvadoreña, incorporándose también a la Liga, hoy Federación el 24 de junio en ese mismo año.

3.1.3. Recursos

3.1.3.1. Naturales

La Cruz Roja Salvadoreña opera en la totalidad del territorio nacional, cubriendo los 14 departamentos de El Salvador para brindar auxilio humanitario. Cuenta con 59 seccionales (sedes locales) distribuidas estratégicamente en todo el país para responder a emergencias, desastres y brindar servicios de salud, operando bajo un modelo descentralizado de respuesta.

3.1.3.2. Instalaciones y equipos

La Cruz Roja Salvadoreña, en su sede central, cuenta con instalaciones adecuadas para el desarrollo de sus funciones humanitarias, operativas y administrativas. Estas incluyen oficinas administrativas para las diferentes áreas institucionales, salas de reuniones y capacitación, bodegas para el resguardo de insumos y equipos, así como espacios destinados a la coordinación de proyectos y atención al público. Además, dispone de una clínica de emergencias para la atención médica inmediata y un Centro de Sangre que permite apoyar la red hospitalaria del país, así como áreas operativas donde se organiza la respuesta ante emergencias, lo que facilita una gestión eficiente de los recursos y una mejor atención a las comunidades beneficiarias.

3.1.3.3. Talento Humano

La institución cuenta con un total de 260 empleados, conformados por 125 mujeres y 135 hombres, lo que refleja una participación equilibrada de personal en sus diferentes áreas de trabajo. Este equipo humano contribuye de manera integral al cumplimiento de los objetivos institucionales, fortaleciendo la capacidad operativa y el desarrollo de las actividades de la organización.

3.2. Actividades Actuales

3.2.1. Producción principal y otras

La actividad principal de la Cruz Roja Salvadoreña es brindar atención humanitaria a la población, especialmente en situaciones de emergencia, desastres y crisis. Su labor se centra en la prevención y respuesta ante desastres, la atención prehospitalaria y médica, el apoyo psicosocial, la promoción de la salud, la gestión del riesgo, así como en la asistencia a las personas en condición de vulnerabilidad. A través de estas acciones, la institución contribuye a salvar vidas, aliviar el sufrimiento humano y fortalecer la resiliencia de las comunidades.

3.2.2. Situación técnica

La Unidad de Planificación y Desarrollo Institucional es el encargado de definir, coordinar, implementar y dar seguimiento a la planificación estratégica, operativa y al fortalecimiento institucional, integrando el proceso de Planificación, Monitoreo, Evaluación y Reporte y el Sistema Integrado de Gestión de Calidad y Antisoborno.

3.2.3. Generales de comercialización

El fin de la Cruz Roja Salvadoreña es prevenir y aliviar el sufrimiento humano en todas las circunstancias, protegiendo la vida y la salud, y garantizando el respeto a la dignidad de las personas, sin ningún tipo de discriminación.

3.2.4. Situación administrativa

Cruz Roja Salvadoreña cuenta con una estructura organizativa que responde jerárquicamente a la funcionalidad de su accionar humanitario, para el efectivo soporte de los compromisos establecidos en su Plan Estratégico, el cual representa la Estrategia Global que la Institución implementa según el periodo de referencia del Plan en gestión, el cual responde a las proyecciones de desarrollo institucional propias de la dinámica de Cruz Roja Salvadoreña.

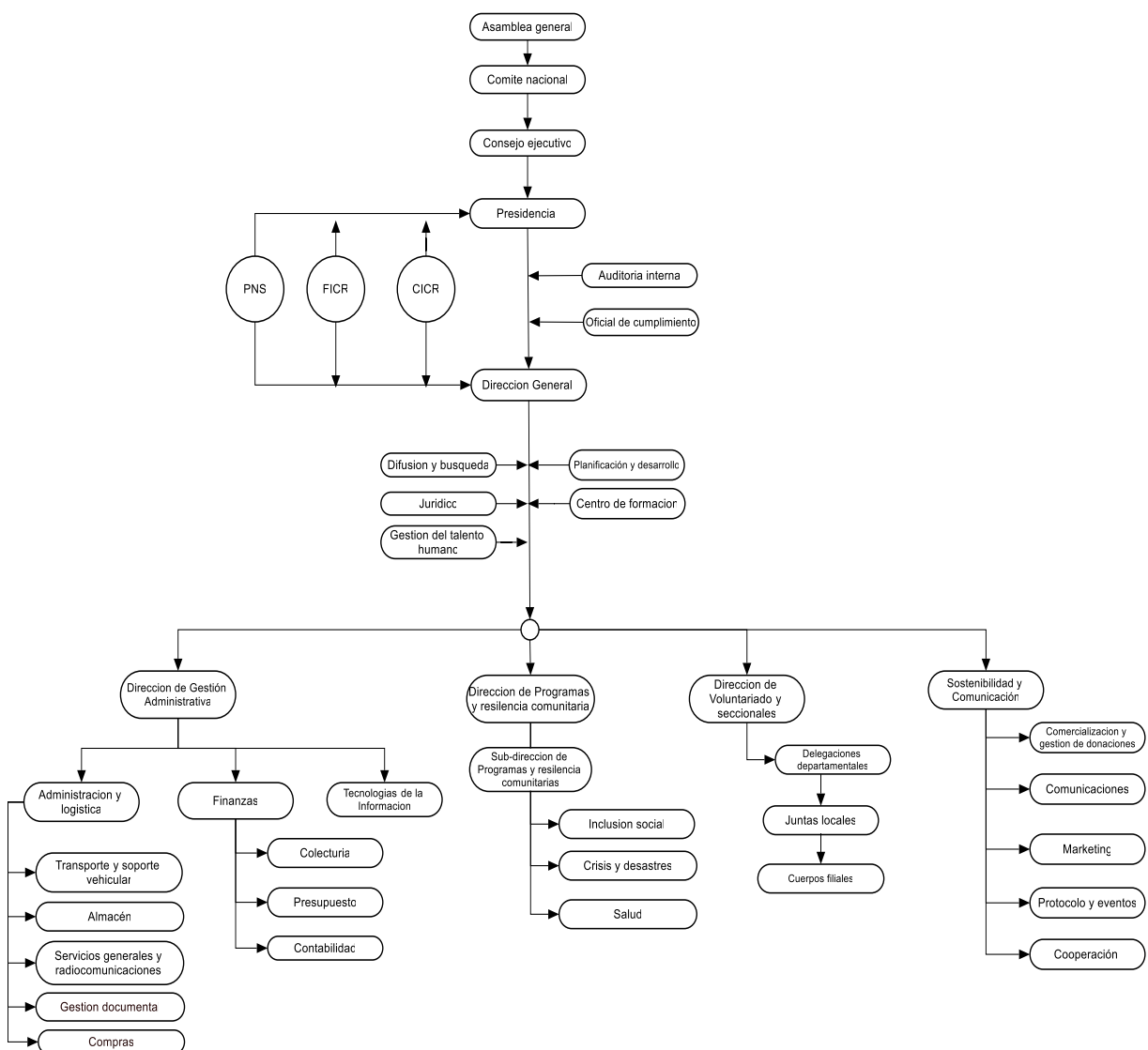


Figura 2. Organigrama de Cruz Roja Salvadoreña.

4. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DEL SECTOR

El Municipio de Nahuizalco, está sometido a la actividad de los fenómenos naturales de origen geológico, meteorológico e hidrológico de manera muy especial de los ríos principales del municipio los cuales son: río Grande de Sonsonate o Sensunapán, Los Milagros, Ceniza, Julupe, Papalote, Cusmajate, Tres Ríos y Taxisate. Este municipio carece de cerros, y colinda en la zona norte con el volcán de Santa Ana o Ilamatepec, el cual está situado a 13.9 km, al NE de la ciudad de Nahuizalco y pertenece al departamento de Santa Ana. El costado W de este volcán está dentro del municipio de Nahuizalco, y su cima con una elevación de 2,381.10 msnm, sirve de mojón al límite que divide a los departamentos de Santa Ana y Sonsonate.

Los recursos naturales, tales como el agua y sus cuencas, se distribuyen sobre espacios concretos; por tanto, son susceptibles de ser representados en mapas, una vez inventariados y clasificados. El inventario y clasificación de cuencas se basa en dos tipos de datos. Los obtenidos en el campo (estaciones hidro-meteorológicas de aforos, determinación de variables para estimar el balance hídrico, consumo de agua), y los derivados de la percepción remota (fundamentalmente cobertura del terreno, relieve y suelos, acuíferos), también verificados en campo. La planificación estratégica de la distribución urbana promueve una posible vulnerabilidad del municipio ante el cambio climático o los fenómenos naturales, por lo que un levantamiento de datos geográficos que incluya la ubicación de edificios municipales, zonas de riesgo natural, entre otros elementos puede ayudar a estar preparados ante una adversidad natural y también a planificar futuros proyectos comunales (Bocco 2016.).

Este hecho ofrece una visión integral y territorial del dato (en su localización geográfica y en sus características temáticas), lo cual permite mejorar las técnicas analíticas, incluyendo las estadísticas y las geoestadísticas. El QGIS® ofrece una variedad de utilidades y aplicaciones relacionadas con los trabajos específicos de ordenamiento urbano y territorial, así como una compacta herramienta de almacenamiento de datos en un solo archivo digital. Con el

propósito de contribuir a la resiliencia de las personas que habitan en la cuenca de Sensunapán en el departamento de Sonsonate en el cual Cruz Roja Salvadoreña lanzo el proyecto “Resiliencia comunitaria cuenca Sensunapán”.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Geografía

Según Eratóstenes Geografía, significa “descripción de la tierra”; proviene del griego geo = tierra + grafo = escribir (Marcos 2008). La Geografía estudia aspectos estrictamente físicos, como el clima, la geología, geomorfología, hidrología, vegetación entre otras variables. En cuanto a la sociedad, la geografía estudia la economía, cultura, población e historia. En principio existe una ciencia para cada uno de estos temas, así que la Geografía se dedica a interpretar las relaciones entre estos fenómenos, para ello se sirve tanto de las ciencias naturales, como de las sociales (Bando de República 2004).

La Geografía constituye el elemento clave para estructurar la información dentro de un SIG y para realizar operaciones de análisis. No cabe duda de que presentan un carácter netamente interdisciplinario. Conviene resaltar que para los geógrafos no se trata de una herramienta más, sino de una tecnología específicamente geográfica que, por lo tanto, se encuentra profundamente enraizada en la geografía, de la misma forma que el análisis estadístico está ligado a las matemáticas. La tecnología SIG es al análisis geográfico, lo que el microscopio, el telescopio y las computadoras han sido para otras ciencias (Gutiérrez y Gould 2000).

5.2. Cartografía

Arte y ciencia de representar gráficamente una porción de la superficie de la tierra en un plano utilizando símbolos convencionales (DEC 2003) y a una escala reducida (Raisz y Mantero 1985). Son las formas de expresión y representación que los seres humanos han hecho para comunicar y transmitir los acontecimientos sucedidos en la tierra y el mar (Martinelli y Graça 2003).

La cartografía también es utilizada para la extensión del conocimiento en cada una de las áreas que representa y de la información que posean, ese conocimiento tácito puede ayudar a la divulgación de estados actuales e históricos.

5.3. Mapa

Los mapas más antiguos que existen fueron realizados por los babilonios hacia el 2300 a.c. Estos mapas estaban tallados en tablillas de arcilla y consistían en su mayor parte en mediciones de tierras realizadas con el fin de cobrar los impuestos (Arise.Org 2012).

También se ha encontrado en China mapas regionales más extensos, trazados en seda, fechados en el siglo II a.C. Parece que la habilidad y la necesidad de hacer mapas es universal. Uno de los tipos de mapas primitivos más interesantes es la carta geográfica realizada sobre un entramado de fibras de caña por los habitantes de las islas Marshall, en el sur del Océano Pacífico, que muestran la posición de las islas (Gamboa 2004). La cartografía también se desarrolló en las civilizaciones Mayas e Incas, ya en el siglo XII d.C., los Incas trazaban mapas de las tierras que conquistaban (Solís 2008).

Mapa es un medio de almacenar y presentar información geográfica y consiste en un conjunto de puntos, líneas y polígonos, y otros elementos cartográficos cuya localización está referida a un sistema de coordenadas. (Gutiérrez Puebla y Gould 2000).

Entre los mapas más antiguos de El Salvador se reporta el elaborado por Maximilian y Sonnenstern en 1859, donde aparece la definición de límites departamentales y territoriales.

5.4. Mapa topográfico

Los mapas topográficos son mapas de precisión elaborados en métodos fotogramétricos, en los cuales se hayan representados los elementos y detalles naturales y artificiales del terreno. Generalmente contienen información planimétrica (posición horizontal de los puntos que representan los detalles del terreno) y altimétrica, (elevación de los puntos que representan los detalles del terreno con respecto a un plano de referencia) por tales características estos mapas a menudo son llamados hojas planialtimétricas que generalmente se los encuentra en escalas 1:25000 y 1:50000 (IGAC 2000).

5.5. Mapa temático o específico

Cuando se requiere representar una variable temática específica como tipos de suelo, Agrología, Hidrología, zonas de vida, elevaciones, bosques, recarga acuífera subterránea, Litología, cobertura y uso de la tierra, entre otras; se aplica el concepto de mapa temático, en el cual la variable principal se expresa sobre la cartografía base o fundamental, esta última referida a límites de cantón, municipios, departamentos, red vial e hídrica, límites de cuencas, entre otros; pudiéndose trabajar por separado cada una de acuerdo a las necesidades.

Otros mapas específicos son: los mapas de censos poblacionales, pobreza, remesas o cualquier variable socioeconómica, vertidos sobre la cartografía base. Especialmente útil es el mapa en relieve (Hillshade o mapa de sombras), que es una representación tridimensional del terreno obtenida bajo una perspectiva de 315° de azimut y 45° de elevación.

5.6. Escala

Escala es la relación de proporcionalidad que existe entre una distancia medida en el mapa y su correspondiente medida en el terreno. Esta relación se expresa de manera que el numerador sea siempre la unidad (IGAC 1997).

$1/E$ = Escala, en donde E es el módulo escalar

$1/E = dM/Dt$, en donde dM = distancia en el mapa
 Dt = distancia en el terreno

En función de la escala:

- | | |
|-------------------|---|
| 1. Escala pequeña | 1:600,001 y menores |
| 2. Escala mediana | 1:600,000 – 1:100,000 |
| 3. Escala grande | 1:100,000 – 1:25,000 (Mapas generales o topográficos)
1:10,000 – 1:2,000 (Mapas urbanos y catastrales)
1:1,000 y mayores (Planos arquitectónicos y constr.) |

Consideraciones de la escala de un mapa:

- En cuanto más grande sea el módulo escalar, menor será la escala
- En cuanto mayor sea la escala, menor será la extensión de la superficie terrestre representada y más grande aparecerán los detalles dibujados.
- El manejo de la escala, en tanto concepto, permite adaptar las dimensiones reales del terreno a la proporción adecuada, de tal forma que facilite el logro de los objetivos del mapa.

La escala numérica se representa en cifras, como, por ejemplo: 1:100.000, lo que indica que una unidad medida en el mapa (por ejemplo 1 cm) representa 100.000 de las mismas unidades en la superficie terrestre. Generalmente la escala numérica también es acompañada de una escala gráfica lineal, consistente en un segmento dividido que muestra la longitud sobre el mapa de las unidades terrestres de distancia.

5.7. Cuencas hidrográficas

Según Castaneda Romero y Villalta Rodríguez, citados por Romero Paz y Ponce Meléndez 2009, es el territorio o espacio de terreno, que está limitado por cerros, partes elevadas y montañas de los cuales se configura una red de drenaje superficial, que, en presencia de la precipitación o lluvias, forma el escurrimiento de un río, para conducir sus aguas a un río más grande y posteriormente a un lago mar.

5.8. Características de las cuencas hidrográficas

Una cuenca no solo es una manera apropiada para la administración del recurso hídrico generada por el hombre, también es una frontera definida naturalmente por las zonas más altas, por ende, una cuenca siempre tendrá sus orígenes en las montañas, que es desde donde las corrientes de agua empiezan a descender para luego unirse y formar caudales mayores.

Toda cuenca tiene sus subdivisiones en unidades más pequeñas, estas unidades según Umaña Gómez 2002, son: las subcuencas, las microcuencas y por último las quebradas.

Si una cuenca es toda el área que drena a un río principal y este luego lo hace en un lago ó el océano, una subcuenca está conformada por una región que drena a dicho río principal, dentro de la cuenca podemos encontrar varias subcuencas que la conforman. Luego podemos hablar de microcuencas, son regiones aún más pequeñas, que drenan sus corrientes, ya sean quebradas o arroyos hacia el río o quebrada principal de una subcuenca, así entonces en la subcuenca podemos encontrar varias microcuencas.

5.9. Importancia de las cuencas hidrográficas

La importancia de las cuencas hidrográficas radica en que los recursos de agua continentales son un componente esencial y una parte imprescindible de todos los ecosistemas terrestres. El ambiente del agua se caracteriza por el ciclo hidrológico, que incluye situaciones extremas como inundaciones y sequías. El cambio del clima mundial y la contaminación atmosférica también podrían tener repercusión en los recursos de agua y su disponibilidad y, mediante el aumento del nivel del mar, podrían amenazar las áreas costeras bajas y los ecosistemas insulares pequeños (MINAG 2011).

El recurso natural que genera impactos de mayor sensibilidad en la vida del hombre es el agua, especialmente el agua dulce o agua continental. Es fuente de vida. Sin ella no es posible concebir ninguna forma de desarrollo (MINAG 2011). Genera vida, haciendo digeribles por los vegetales los elementos nutritivos del suelo. Directamente y como parte del forraje, sostiene la vida de los animales herbívoros; y a partir de ellos, sustenta la existencia del hombre. Utilizada adecuadamente es fuente de energía, espacio de recreo y medio de vida de animales acuáticos que también son parte de la dieta alimenticia humana (MINAG 2011).

Una cuenca siempre ira desde lo más alto a lo más bajo, por ello se le tiende a dividir en tres partes, parte alta, media y baja. General mente es en la parte alta donde se dan las precipitaciones mayores y esto alimenta tanto los drenajes, como a los manantiales, siendo los últimos los que mantienen aprovisionada la cuenca después de las lluvias.

Una cuenca hidrográfica está delimitada por los parteaguas, estos son las cimas de las montañas y cerros que durante la precipitación distribuyen el agua en direcciones opuestas,

dando así origen a drenajes que convergen y forman arroyos, quebradas, ríos y finalmente llegan al mar, lagos o lagunas.

Físicamente, la cuenca representa una fuente natural de captación y concentración de agua superficial y por lo tanto tiene una connotación esencialmente volumétrica e hidrológica. Al mismo tiempo la cuenca, y sobre todo el agua captada por la misma, es una fuente de vida para el hombre, aunque también de riesgo cuando ocurren fenómenos naturales extremos como sequías o inundaciones o el agua se contamina (Umaña Gómez 2002).

5.10. El ciclo hidrológico.

Lo que alimenta la actividad de una cuenca es el agua y sobre ella esta desarrolla su ciclo, según Faustino, citado por Romero Paz y Ponce Meléndez, 2009, el ciclo del agua comprende una serie de procesos continuos e interdependientes, de movimiento y transferencia de agua en la tierra, océano, cuerpos de agua y atmósfera. El ciclo hidrológico permite definir entradas y salidas en la cuenca, de manera que puede determinarse un balance. Cuando uno de los componentes o factores se altera, entonces el ciclo se manifiesta en efectos de exceso o defecto.

Como se trata de un ciclo podríamos considerar todas sus fases comenzando desde cualquier punto, pero lo más intuitivo puede ser comenzar en la precipitación y considerar qué caminos puede seguir el agua que cae sobre los continentes mediante las precipitaciones (Faustino, citado por Romero Paz y Ponce Meléndez, 2009):

- a) Evaporación. Una parte se evapora desde la superficie del suelo (“charcos”) ó si ha quedado retenida sobre las hojas de los árboles, y en lluvias de corta duración sobre zonas de bosque puede devolver a la atmósfera una gran parte del agua precipitada sin haber tocado el suelo.
- b) Infiltración. El agua infiltrada puede, a su vez, seguir estos caminos:
 - Evaporación. Se evapora desde el suelo húmedo, sin relación con la posible vegetación.
 - Transpiración. Las raíces de las plantas absorben el agua infiltrada en el suelo, una pequeña parte es retenida para su crecimiento y la mayor parte

es transpirada. La suma de la evaporación y la transpiración es la evapotranspiración.

- c) Escorrentía superficial. El agua de las precipitaciones que no es evaporada ni infiltrada, escurre superficialmente, en donde una parte importante sigue su camino hacia el mar.

El agua interactúa con los distintos factores que se encuentran en la cuenca, recordemos que es un sistema complejo y está compuesta por una gran gama de factores, como:

- a) El suelo y sus estratos profundos: el cual según su naturaleza permitirá la infiltración del agua en diferentes proporciones, la retención de esta en acuíferos y sobre él, el desarrollo de vegetación.
- b) La vegetación: la que utiliza el vital líquido para su desarrollo, mientras que a la vez protegerá al suelo de la erosión, las pérdidas por evaporación y mejorará la infiltración; llevando así más agua al subsuelo.
- c) Los acuíferos, los cuales se encuentran en los estratos profundos o intermedios del suelo y que están conformados por materiales porosos o que por su estructura permiten la presencia de espacios libres que pueden ser ocupados por agua; cumplen la función de retenerla, para luego ponerla a disposición de la vegetación y de los manantiales que posteriormente generan corrientes superficiales.
- d) Los drenajes y cuerpos de agua, los cuales son alimentados por las lluvias y cuando estas cesan por los acuíferos, alimentando a la vegetación y comunidades a lo largo de sus cauces.
- e) Las comunidades, tanto de animales como del hombre: que utilizan dicha agua para sus necesidades y los productos de la vegetación para su alimentación.

6. METODOLOGÍA

Las actividades desarrolladas durante la pasantía se llevaron a cabo en la Unidad de Planificación y Desarrollo Institucional. En el periodo comprendido entre octubre de 2022 a marzo de 2023, se ejecutó un conjunto de actividades orientadas a la elaboración de mapas temáticos como insumo técnico para apoyar la ejecución del proyecto en la cuenca.

La metodología consistió en la recopilación, organización y análisis de información geoespacial, así como en el procesamiento de datos y la generación de cartografía temática que permitiera visualizar las características del territorio. Estas actividades se realizaron con el propósito de aportar herramientas técnicas para la toma de decisiones, fortalecer la planificación del proyecto y brindar una visión integral del área de intervención, en coherencia con los objetivos planteados para el producto final del proyecto.

6.1. Metodología de oficina

6.1.1. Diagnóstico administrativo

Se realizó un diagnóstico administrativo que consistió en la elaboración de un formulario en Excel®, el cual permitió sintetizar la información recopilada en los distintos lugares levantados mediante herramientas de georreferenciación. Este instrumento facilitó la verificación y validación de la información disponible en Cruz Roja Salvadoreña, con el objetivo de generar no solo productos cartográficos, sino también información útil y reutilizable para otras áreas institucionales. El formulario incluyó datos como: Comunidades de intervención, beneficiarios directos y total de beneficiarios.

Como parte de este diagnóstico, el área de Planificación y Desarrollo Institucional proporcionó un mapa del municipio de Sonsonate ver figura 3, el cual fue seleccionado debido a su división administrativa interna y utilizado como base para los procesos de georreferenciación municipal.

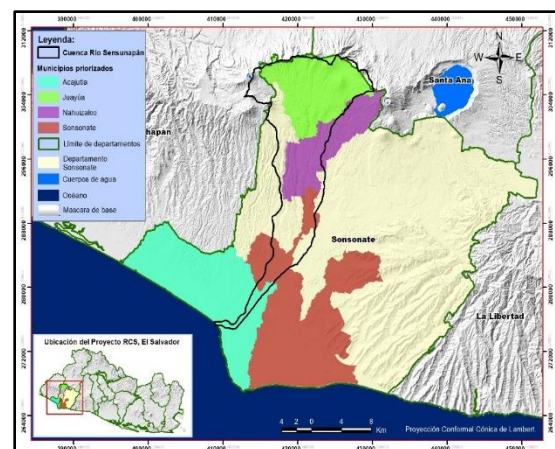


Figura 3. Municipios de Cuenca Sensunapán.

Cuadro 1. Lugar de intervenciones y beneficiarios.

#	Comunidades de intervención	Beneficiados directos			Beneficiados indirectos	Total, de personas beneficiadas
		Hombres	Mujeres	Subtotal		
1	Monterrey	229	262	491	Juayúa (21,236)	26,104
2	El Caracol	45	40	85		
3	San Rafael	58	68	126		
4	La Fortaleza	290	310	600		
5	Las Ilusiones	527	512	1039		
6	Centenario	69	57	126		
7	San Rafael	51	57	108		
8	Valle Nuevo	849	781	1,630		
9	Majada Centro	202	201	403		
10	Los Díaz	125	135	260		
11	Buena Vista	54	65	119	Nahuizalco (55,413)	58,526
12	Los Callejones	82	84	166		
13	San Francisco	344	414	758		
14	Los Hernández	113	127	240		
15	Los Amates	80	108	188		
16	Los López	112	131	243		
17	Cruz Aguilares	360	433	793		
18	Los Ortíz	105	114	219		
19	Los Clementes	122	106	228		
20	Los Siones	78	81	159		
21	Guizco	84	89	173	Acajutla (57,671)	58,846
22	La Coquera	423	414	837		
23	Barrio La Playa	69	96	165		
24	Sensunapán 3	145	140	285	Sonsonate (70,333)	71,980
25	La Viuda	33	37	70		
26	Vega de Sensunapán	74	52	126		
27	El Palmar	171	162	333		
28	Bendición de Dios	33	38	71		
29	San Juan de Dios	68	72	140		
30	Río Julupe	103	126	229		
31	Oseas Perla	109	145	254		
32	Galicia	54	85	139		
		5,261	5,542	10,803	204,653	215,456

Nota: El presente cuadro muestra la distribución de los lugares de intervención y el número de beneficiarios atendidos, de acuerdo con la información recopilada durante el periodo evaluado.

6.1.2. Consolidación de información

Se consolidaron los datos geográficos en QGIS®, verificando las coordenadas obtenidas del diagnóstico administrativo. Esta validación se realizó mediante Google Earth®, con el fin de asegurar la correcta delimitación de los municipios y su correspondencia con la ubicación georreferenciada de las comunidades.

Cuadro 2. Coordenadas de las comunidades de la Cuenca Sensunapán.

#	Comunidades de intervención	Coordenadas	
		LN	LO
1	Monterrey	13.833724	-89.746086
2	El Caracol	13.853433	-89.675396
3	San Rafael	13.879957	-89.679644
4	La Fuerteza	13.880716	-89.673781
5	Las Ilusiones	13.843480	-89.738627
6	Centenario	13.875625	-89.744042
7	San Rafael	13.881096	-89.749240
8	Valle Nuevo	13.845227	-89.702722
9	Majada Centro	13.845622	-89.712252
10	Los Díaz	13.859653	-89.702091
11	Buena Vista	13.849221	-89.673774
12	Los Callejones	13.843597	-89.678606
13	San Francisco	13.820862	-89.697015
14	Los Hernández	13.820744	-89.693993
15	Los Amates	13.802698	-89.698739
16	Los López	13.803952	-89.732859
17	Cruz Aguilares	13.789344	-89.721408
18	Los Ortíz	13.79599	-89.717124
19	Los Clementes	13.798614	-89.722734
20	Los Siones	13.753143	-89.723215
21	Guizco	13.596986	-89.832689
22	La Coquera	13.599014	-89.838301
23	Barrio La Playa	13.593448	-89.83484
24	Sensunapán 3	13.681621	-89.747702
25	La Viuda	13.67682	-89.754579
26	Vega de Sensunapán	13.716213	-89.729011
27	El Palmar	13.723963	-89.722293
28	Bendición de Dios	13.733682	-89.72962
29	San Juan de Dios	13.735242	-89.719401
30	Río Julupe	13.724391	-89.726228
31	Oseas Perla	13.727432	-89.72005
32	Galicia	13.711941	-89.733173

Nota: El presente cuadro detalla las coordenadas geográficas de las comunidades ubicadas en la cuenca Sensunapán, recopiladas como base para su georreferenciación y análisis territorial.

El mapa identificado durante el diagnóstico administrativo fue elaborado a partir de puntos convertidos en líneas. Posteriormente, se aplicó el geoproceso de intersección en QGIS®, con el objetivo de integrar los límites municipales proporcionados por el Centro Nacional de Registros (CNR) junto con el mapa de división interna de los municipios de intervención del departamento de Sonsonate.

Este procedimiento permitió unificar y estandarizar la información cartográfica manejada por el CNR y Cruz Roja Salvadoreña, garantizando coherencia espacial para la elaboración de productos cartográficos confiables.

Como resultado del geoproceso realizado en QGIS® y de la intersección entre los límites municipales y las comunidades de intervención, se obtuvo un mapa base listo para su análisis ver figura 4, 5 y 6. A partir de este resultado, se trabajó la tabla de atributos correspondiente, actualizando las áreas parciales y totales de cada elemento del archivo *shapefile*.

Este proceso permitió preparar la información necesaria para la elaboración de los mapas temáticos y demás productos cartográficos esperados en el marco del proyecto.

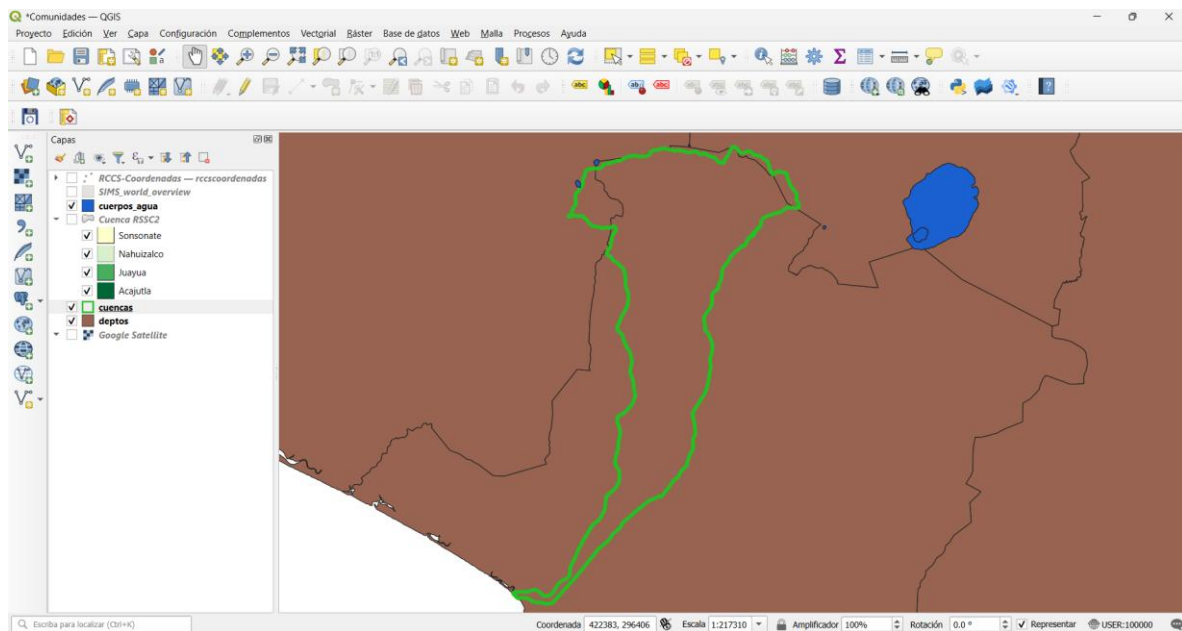


Figura 4. Delimitación de Cuenca Sensunapán.

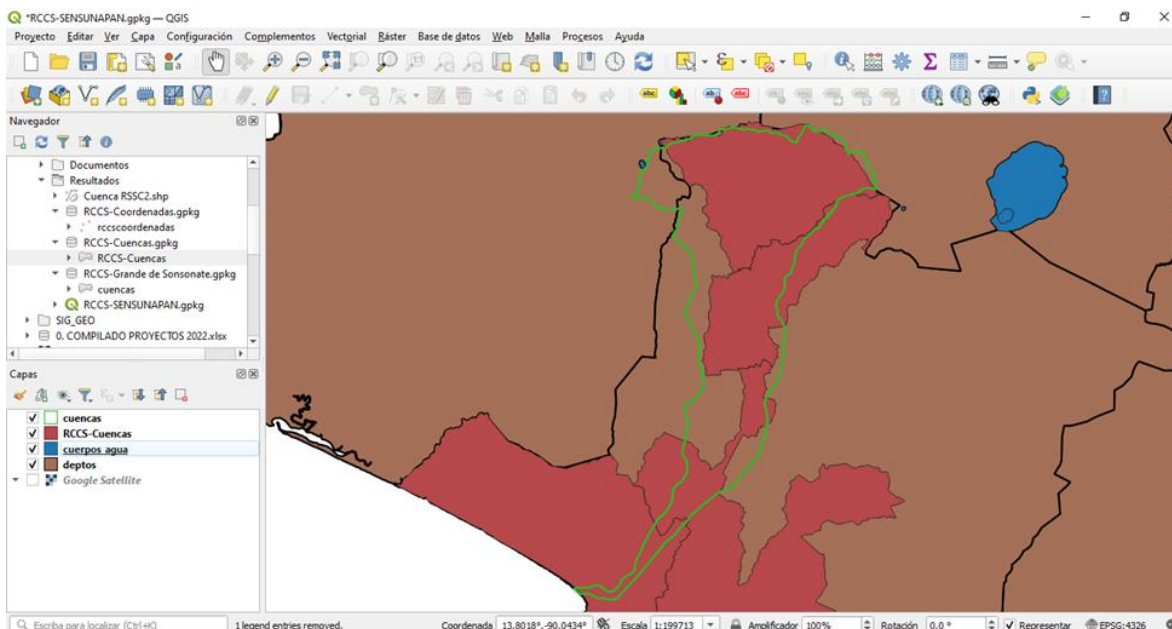


Figura 5. Intersección de las comunidades con delimitación de Cuenca Sensunapán

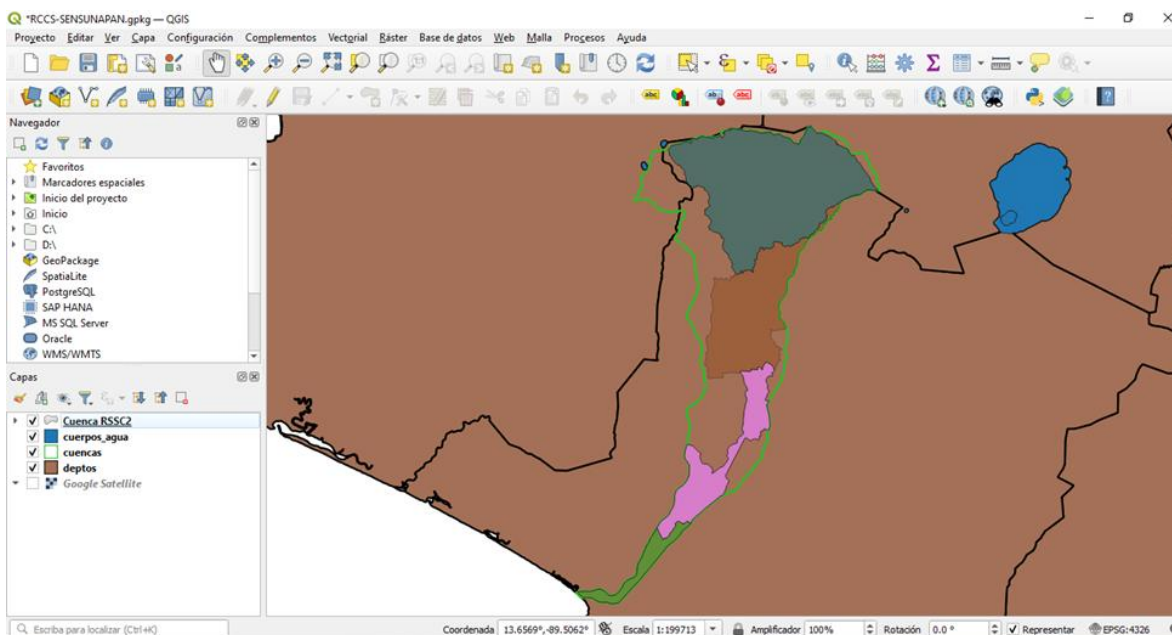


Figura 6. Mapa de Cuenca del río Sensunapán, listo para comenzar a trabajar en su tabla de contenido cambiando el área parcial y total de cada elemento del shape file.

6.2. Metodología de Campo

Se inició con la recopilación y revisión de la información levantada previamente por los técnicos del Proyecto de Resiliencia Comunitaria en la cuenca del Sensunapán, la cual había sido obtenida en campo durante las distintas fases de ejecución del proyecto ver figura 7. Como primer paso metodológico, se procedió a organizar y clasificar dicha información, identificando su tipo, origen y nivel de actualización. Posteriormente, se desarrolló el proceso de digitalización de los registros físicos, asegurando su resguardo en formatos electrónicos que facilitaran su manejo y consulta. De manera paralela, se avanzó en la sistematización de la información, estructurándola bajo criterios homogéneos que permitieran su integración en una base de datos territorial.

Como parte del proceso en campo, se realizó la validación y depuración de la información, lo que implicó la identificación de vacíos de datos, inconsistencias y la necesidad de complementar información clave. Este paso permitió fortalecer la calidad y confiabilidad de los datos recopilados. Finalmente, se consolidó la información en una base territorial organizada, accesible y actualizable, que contribuye al fortalecimiento del conocimiento del municipio. Esta metodología no solo permitió ordenar la información existente, sino también sentar las bases para la construcción de un acervo técnico sostenible en el tiempo, útil para la planificación y el desarrollo de futuras intervenciones de carácter urbanístico, social y ambiental.



Figura 7. Visita a las comunidades, con apoyo de Protección Civil.

6.3. Metodología de Laboratorio

6.3.1. Proceso de sistematización de la información.

El proceso de sistematización de la información se desarrolló mediante una secuencia de pasos metodológicos orientados a garantizar la institución, validación y adecuada integración de los datos geoespaciales generados en el marco del Proyecto de Resiliencia Comunitaria en la Cuenca Sensunapán.



Figura 8. Proceso de sistematización de la información.

6.3.2. Compilación de datos

Esta etapa consistió en la recopilación exhaustiva de todos los insumos generados por el equipo técnico del proyecto, incluyendo coordenadas geográficas, descripciones, anotaciones de campo, mapas previos y otros registros relevantes. El objetivo principal fue asegurar que ningún dato esencial quedara fuera del proceso de digitalización y que toda la información necesaria para la elaboración de productos cartográficos estuviera disponible y debidamente respaldada.

6.3.3. Ordenamiento de la información

Una vez compilados los insumos, la información fue clasificada y organizada según las zonas territoriales del municipio de Sonsonate. Este ordenamiento permitió una ubicación más precisa de los elementos al momento de generar los mapas y facilitó la identificación de

patrones espaciales, accesos, rutas de intervención y la distribución geográfica de las comunidades y componentes documentados.

6.3.4. Digitalización de la información

Posteriormente, la información ordenada fue registrada en tablas de Excel®, constituyendo la primera etapa de digitalización. Estas tablas permitieron disponer de una base de datos estructurada, clara y de fácil interpretación. La fase final de este proceso consistió en la integración de los datos en archivos tipo *Shapefile*, de modo que, al ser proyectados en el software QGIS®, toda la información georreferenciada quedara consolidada en un único archivo editable y graficable.

Este procedimiento permitió automatizar la elaboración de mapas, aplicar simbologías consistentes y facilitar futuras revisiones técnicas, así como la actualización continua de la información territorial.

6.3.5. Verificación geoespacial de coordenadas

Una vez obtenidas las coordenadas geodésicas (X, Y), se elaboró una tabla de verificación para validar la ubicación espacial de cada punto mediante imágenes satelitales de Google Earth® integradas en QGIS®. Este proceso resultó fundamental para garantizar que las ubicaciones registradas coincidieran con la realidad territorial observada, especialmente en el caso de la información parcial correspondiente a las comunidades de intervención del proyecto.

Durante el período de ejecución, la información proveniente del equipo técnico comenzó a recibirse con mayor frecuencia, lo que permitió avanzar de manera paralela en la digitalización de datos y en el diseño de las primeras plantillas cartográficas destinadas al área de Planificación y Desarrollo Institucional. Estas plantillas constituyeron la base para la generación de mapas temáticos de forma estandarizada, precisa y reproducible.

Toda la información sistematizada quedó organizada en archivos tipo *Shapefile*, los cuales contienen los atributos necesarios para su correcta visualización en QGIS®. De esta forma, los mapas pueden generarse de manera rápida y consistente mediante la activación de capas y la aplicación de simbología previamente definida.

6.3.6. Organización de la información geoespacial

Para garantizar una adecuada gestión de la información geoespacial utilizada en el análisis de la Cuenca Sensunapán, se creó un directorio principal denominado “**Mapas de CS (Cuenca Sensunapán)**”. Dentro de este se estructuraron diversas subcarpetas con el propósito de mantener un flujo de trabajo ordenado, facilitar la trazabilidad de los datos y optimizar la futura actualización de los insumos. La estructura definida fue la siguiente:

- **VECTORES:** Contiene todos los archivos *Shapefile* y demás formatos vectoriales (puntos, líneas y polígonos), tales como límites de cuenca, red hídrica, centros poblados, caminos y uso del suelo.
- **RASTER:** Almacena capas de tipo imagen, incluyendo modelos digitales de elevación, ortofotos, imágenes satelitales y otros derivados ráster.
- **PROYECTOS:** Espacio destinado a los archivos de proyecto de QGIS (.qgz, .qgs), que integran la configuración de mapas, simbología, estilos y composiciones de impresión.
- **RESULTADOS:** Carpeta que concentra los productos finales generados, tales como mapas exportados en formato PDF, capas derivadas, gráficos y otros resultados del análisis espacial.

6.3.7. Elaboración del Modelo Digital de Elevación (DEM)

Como parte del desarrollo cartográfico, se generó el Modelo Digital de Elevación (DEM) de la cuenca ver figura 9, el cual representa la altitud de la superficie terrestre sobre el nivel del mar. Este insumo constituye la base para la representación tridimensional del terreno y para la ejecución de múltiples análisis topográficos.

Si bien el DEM contiene información altimétrica completa, su visualización inicial puede resultar poco intuitiva, ya que muestra únicamente valores de elevación sin efectos visuales de profundidad. No obstante, este modelo es esencial para la generación de diversos productos derivados, entre los que se incluyen:

- Modelos de pendiente (*Slope*).
- Modelos de orientación de pendientes (*Aspect*).
- Modelos de relieve sombreado (*Hillshade*).
- Delimitación de cuencas y subcuencas.
- Redes de drenaje.
- Curvatura del terreno.
- Índices topográficos de humedad (TWI).
- Análisis morfométrico y patrones de flujo.

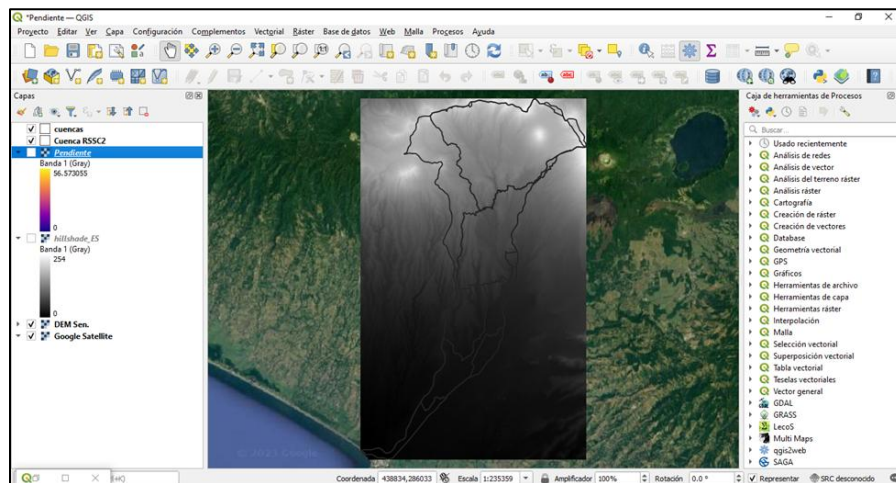


Figura 9. Modelo Digital de Elevación (DEM).

A partir del DEM generado, se elaboró el Modelo de Relieve Sombreado (*Hillshade*), el cual simula la incidencia de la luz sobre el terreno, generando un efecto de sombras que aporta mayor profundidad y realismo a la visualización del relieve. Este producto facilita la interpretación de montañas, valles, laderas y depresiones. Posteriormente, se desarrolló el Modelo de Pendientes (*Slope*), que calcula el grado de inclinación del terreno en cada celda del ráster. Este modelo resulta indispensable para la evaluación de riesgos por

deslizamientos, el análisis de aptitud de uso del suelo, la identificación de zonas aptas para infraestructura y la determinación de rutas de drenaje superficial.

6.3.8. Elaboración de mapas temáticos

Con base en la información sistematizada y los modelos derivados, se elaboraron los siguientes mapas temáticos:

- Mapa de comunidades.
- Mapa de zonas de riesgo.
- Mapa pedológico.
- Mapa uso de la tierra.
- Mapa geológico.
- Mapa hidrológico.
- Mapa de zonas de vida.
- Mapa de pendientes.
- Mapa de drenajes.
- Mapa uso de suelos
- Mapa de red vial

Todos los mapas pueden ser editados, revisados y actualizados directamente desde QGIS®, lo que garantiza flexibilidad y consistencia técnica en su gestión.

6.3.9. Análisis espacial integrado

Con los mapas base y los derivados del DEM debidamente generados, se procedió a la etapa de análisis espacial, orientada a integrar y relacionar las distintas variables físicas, ambientales y territoriales del área de estudio. Este análisis se desarrolló mediante técnicas de superposición, reclasificación y cruce de capas temáticas, considerando variables como pendiente, geología, uso y cobertura del suelo, hidrología, zonas de vida y ubicación de comunidades.

La integración de estas variables permitió identificar patrones espaciales, relaciones entre factores naturales y antrópicos, así como áreas con mayor susceptibilidad a amenazas, constituyendo la base para la elaboración de mapas analíticos y de riesgo.

6.3.10. Diseño cartográfico final de los mapas temáticos

Una vez finalizados los procesos de análisis espacial e integración de capas, se procedió al diseño cartográfico final de los mapas temáticos. Esta etapa tuvo como objetivo garantizar que los productos cartográficos fueran técnicamente correctos, claros, legibles y funcionales para la toma de decisiones.

El diseño cartográfico se realizó siguiendo criterios técnicos y normativos, aplicando principios de jerarquía visual, equilibrio gráfico y coherencia simbólica. Cada mapa final incorporó los siguientes elementos cartográficos obligatorios:

- Título descriptivo del mapa.
- Leyenda clara y simbología adecuada.
- Escala gráfica y numérica.
- Flecha de norte u orientación cartográfica.
- Sistema de referencia espacial y proyección utilizada.
- Fuentes de información.
- Autoría.

6.4. Actividades Emergentes Realizadas

Durante el período de la pasantía, se desarrollaron diversas actividades técnicas, formativas y de apoyo institucional, orientadas al fortalecimiento de la gestión territorial, la producción cartográfica y el seguimiento de proyectos implementados por Cruz Roja Salvadoreña. Estas acciones contribuyeron tanto al desarrollo de competencias profesionales como al apoyo directo de los procesos estratégicos impulsados por la institución.

- Se verificó la información correspondiente a la atención de 10,803 personas beneficiarias directas, distribuidas en 3,375 hogares, ubicados en 32 comunidades de cuatro municipios (Acajutla, Juayúa, Nahuizalco y Sonsonate) del departamento de

Sonsonate. Esta verificación se enfocó específicamente en la población en condición de vulnerabilidad ante riesgos de desastres, localizada en la cuenca del río Sensunapán.

- Se realizó una revisión de la información relacionada con los proyectos que se encontraban en ejecución por parte de Cruz Roja Salvadoreña, como insumo para la posterior elaboración de un mapa general de los territorios de intervención en los diferentes departamentos del país.
- Se participó durante tres días en el Taller de Mapping, una capacitación orientada al fortalecimiento de las competencias técnicas del personal en el uso del software QGIS®. El taller abordó contenidos fundamentales sobre Sistemas de Información Geográfica (SIG), enfocados en el análisis espacial y la producción de cartografía especializada para la gestión institucional.



Figura 10. Taller de Mapping.

- El área de Planificación y Desarrollo Institucional llevó a cabo un Taller de Lecciones Aprendidas, desarrollado como un espacio de diálogo entre el equipo del área y los técnicos del proyecto. El objetivo del taller fue identificar, de manera participativa, los principales aciertos, factores de éxito y oportunidades de mejora del proceso de implementación. Mi participación consistió en apoyar la toma de notas, la sistematización de los aportes y la elaboración de la presentación final que resumió las conclusiones del ejercicio.



Figura 11. Taller de Lecciones Aprendidas.

- Se participó durante seis días en el levantamiento de perfiles comunitarios, cuyo objetivo fue la recopilación de información primaria y secundaria para la elaboración de los perfiles comunitarios de la Propuesta MACP Lago de Ilopango, así como en el proceso de validación de dicha propuesta. Estas actividades permitieron contribuir a la elaboración y validación del plan de trabajo, presupuesto y plan de monitoreo del proyecto.



Figura 12. Visita a la comunidad Astillero 2, del municipio de Ilopango.

- Se participó durante cinco días en un proceso de autoevaluación y fortalecimiento de los mecanismos de preparación para una respuesta eficaz, cuyo objetivo principal fue que la Sociedad Nacional evaluara, midiera y analizara de forma sistemática las fortalezas y debilidades de su sistema de respuesta. Este proceso permitió identificar brechas y definir medidas correctivas orientadas a mejorar el desempeño operativo institucional. La metodología empleada promovió un enfoque participativo, posicionando a la Sociedad Nacional como actor principal en la construcción de un plan

de trabajo estratégico, con el acompañamiento técnico de la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (FICR) y el apoyo especializado del Centro de Referencia en Preparación para Desastres (CREPD).



Figura 13. Autoevaluación y áreas de mecanismo de preparación para una respuesta eficaz.

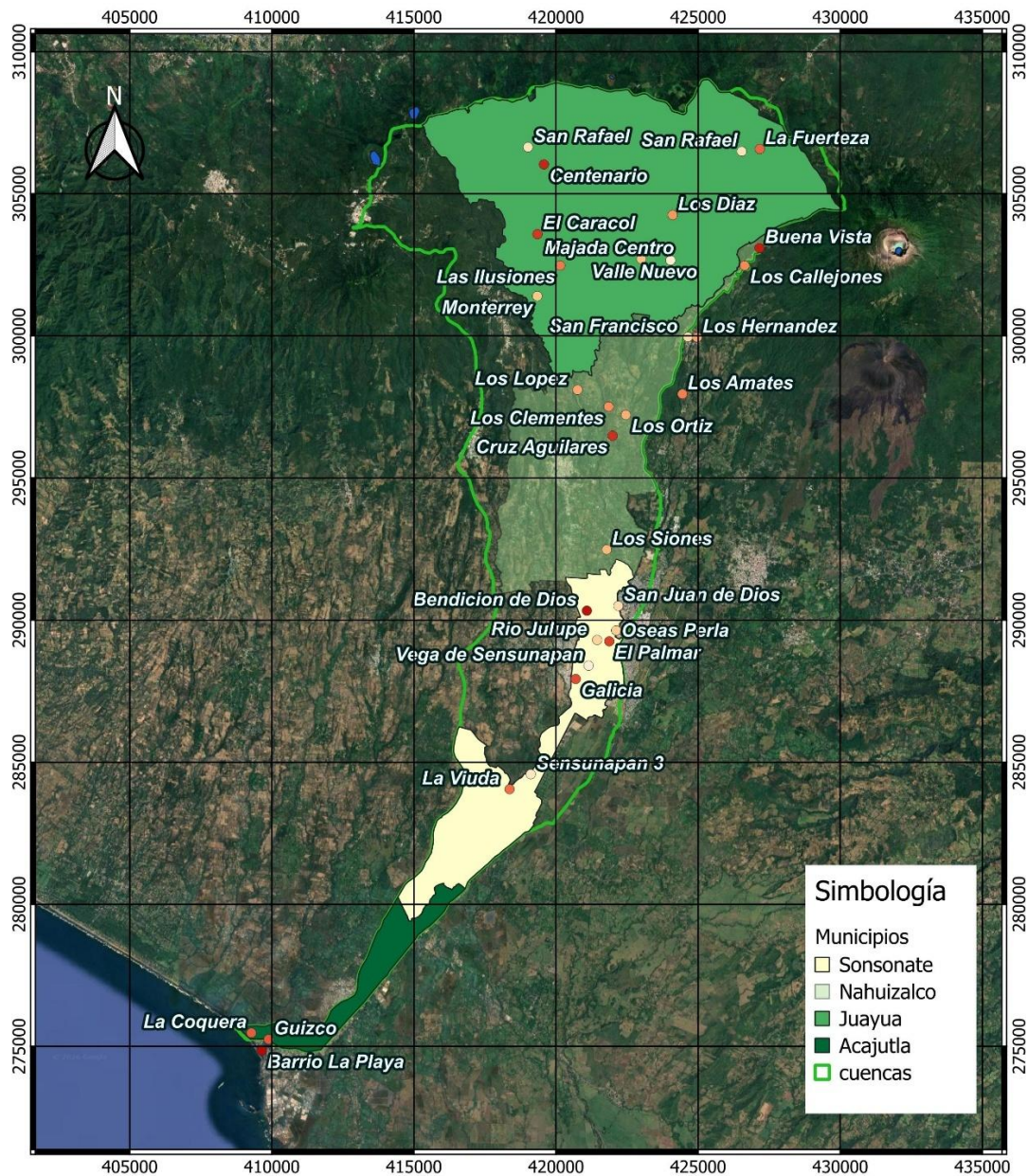
- Se participó en el proceso de revisión del sistema de monitoreo de indicadores del proyecto “Resiliencia Comunitaria Cuenca Sensunapán”, con el objetivo de evaluar el avance de los resultados planificados y verificar la coherencia entre las actividades ejecutadas y los indicadores definidos en el marco lógico. Durante esta revisión se analizaron los indicadores de producto y de resultado, así como sus respectivos medios de verificación, lo que permitió identificar avances, brechas y oportunidades de mejora. Asimismo, se formularon observaciones técnicas orientadas a fortalecer la calidad de la información reportada, mejorar la trazabilidad de los datos y asegurar la alineación de los indicadores con los objetivos del proyecto.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Mapa de Comunidades y Municipios de Cuenca Sensunapán

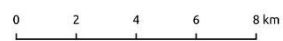


Mapa de Comunidades y Municipios de Cuenca Sensunapán



Elaborado por
Tania Margarita Guillén Cruz

Base Cartográfica
CNR



El mapa de comunidades presenta la localización geográfica, la distribución espacial y la delimitación de las comunidades ubicadas dentro de la cuenca del río Sensunapán. Este instrumento permitió identificar la relación entre los asentamientos humanos y los elementos físicos del territorio, así como su proximidad a ríos, zonas con pendientes pronunciadas y áreas de riesgo. Asimismo, constituye un insumo fundamental para la planificación de intervenciones comunitarias, la priorización territorial y el análisis de la exposición de la población ante amenazas naturales.

La cuenca hidrográfica del río Sensunapán, también conocido como río Grande de Sonsonate, está delimitada al norte por los municipios de Ahuachapán, Atiquizaya y Chalchuapa; al este por Izalco; al oeste por San Pedro Puxtla y Santo Domingo de Guzmán; y al sur por el Océano Pacífico. Tiene una extensión territorial de 221.17 km² y se ubica en la zona suroeste de El Salvador, abarcando principalmente los municipios de Juayúa, Nahuizalco, Sonsonate y Acajutla, todos pertenecientes al departamento de Sonsonate.

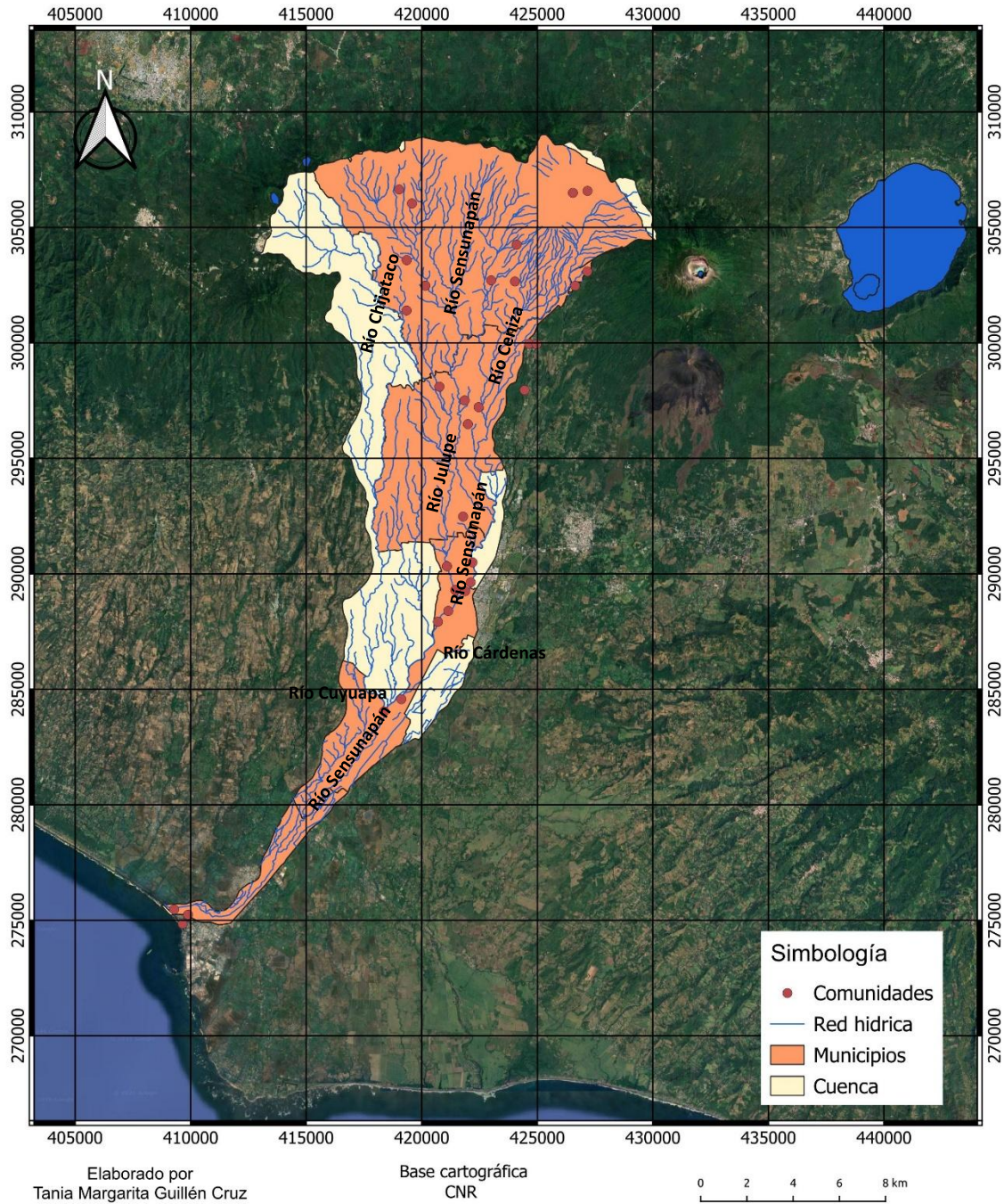
La cuenca del río Sensunapán desemboca en el Océano Pacífico y se localiza entre las siguientes coordenadas geográficas: al norte, 89° 53' 21.06" W y 13° 53' 21.06" N; al sur, 89° 50' 7.06" W y 13° 34' 47.60" N; al este, 89° 39' 49.48" W y 13° 43' 2.80" N; y al oeste, 89° 44' 11.21" W y 13° 46' 46.79" N. El sistema hidrográfico de esta cuenca está conformado por 11 microcuencas, y su cauce principal tiene una longitud de 35.37 km.

El río Sensunapán nace en los municipios de Juayúa, Apaneca y Salcoatitán. Su curso drena de norte a sur hasta desembocar en el Océano Pacífico, recibiendo aportes de diversos ríos y quebradas, entre los que destacan: Santa Lucía, Bebedero, Ceniza, Cuyuapa, Julupe, Los Trozos, Nezapán, Ocuila, Papaloate, Los Milagros y Tecanacta, entre otros.

7.2. Mapa Hidrológico de Cuenca Sensunapán



Mapa Hidrológico Cuenca Sensunapán



El mapa hidrológico representa la red hídrica de la cuenca, incluyendo los ríos principales, quebradas, afluentes y otros cuerpos de agua. Este instrumento permite analizar la dinámica del sistema hídrico, la conectividad entre los distintos componentes de la cuenca y las áreas de influencia de los cursos de agua. Asimismo, constituye un insumo fundamental para la gestión del recurso hídrico, la identificación de zonas inundables y la planificación de acciones orientadas a la reducción del riesgo.

La red hídrica primaria se origina en la parte alta de la región, donde destacan los ríos El Bebedero, Tapuchina, Ocuila y Las Monjas. En esta zona se localiza la mayor parte de los principales nacimientos de agua. Entre los manantiales más relevantes se encuentran Los Chorros de la Calera y Amulunca, con caudales aproximados de 250 y 60 l/s, respectivamente. Estos manantiales emergen en flujos de lava andesítica y se encuentran asociados al sistema de fallamiento geológico presente en el área de estudio.

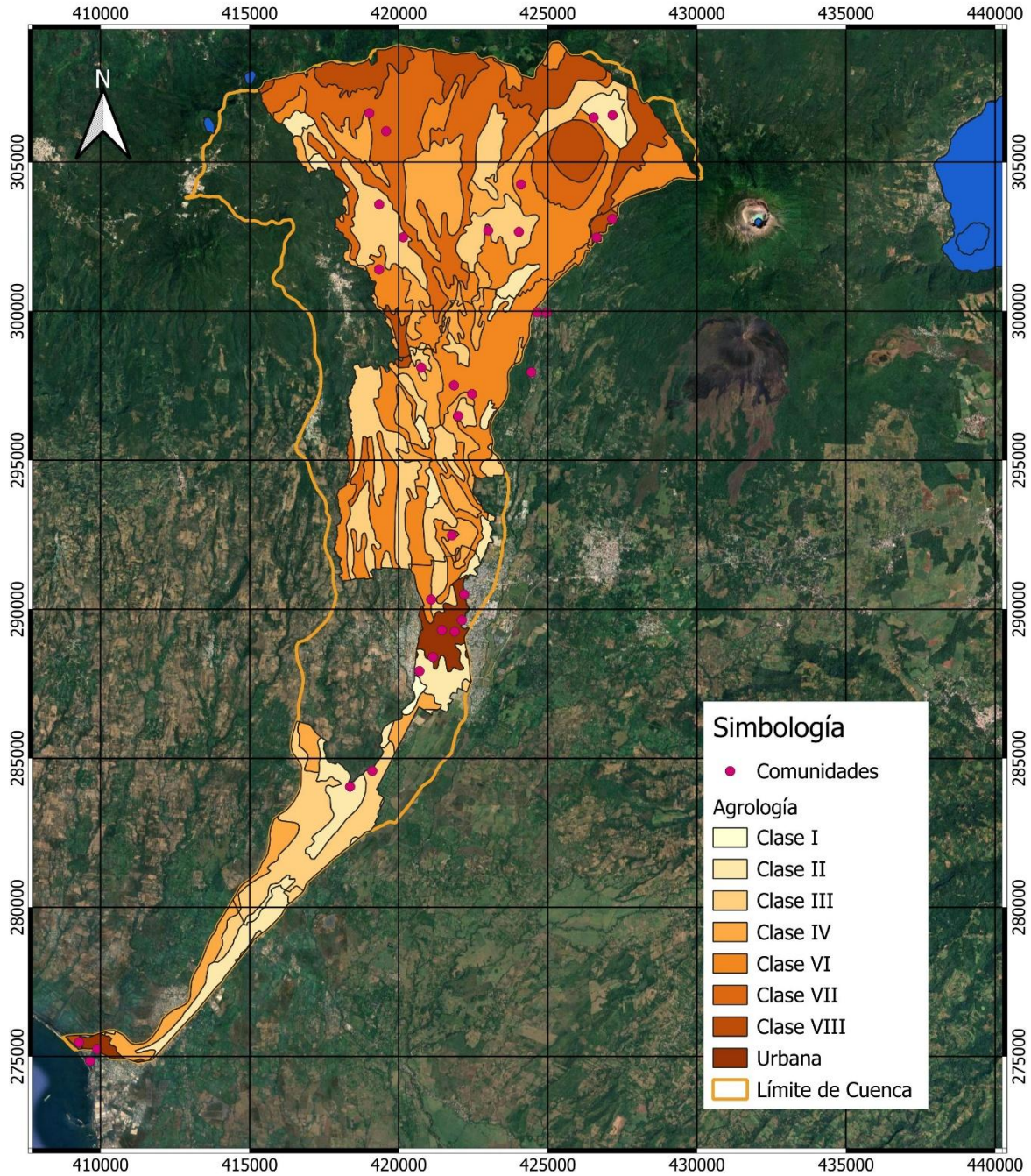
La parte media de la cuenca está conformada por los ríos Papaloate, Las Monjas o Los Trozos, Tecanacta, Chijataco, Cuyuapa y Nezapán. Por su parte, la zona baja está representada por los ríos Frío, Julupe, San Antonio o Los Milagros y Cárdenas, los cuales confluyen para formar el río Grande de Sonsonate o Sensunapán.

Desde el punto de vista hídrico, las zonas alta y media de la región son importantes productoras de agua, ya que funcionan como áreas de recarga y descarga. En particular, la parte alta cumple una función clave como zona de recarga hídrica, debido a la presencia de áreas protegidas y cultivos de café que favorecen la infiltración. No obstante, el sistema de drenaje natural de la región presenta respuestas rápidas y de alta intensidad ante eventos de lluvia, lo que genera cambios hidráulicos en los cauces, crecidas súbitas y procesos de arrastre y deposición de sedimentos tanto finos como gruesos.

7.3. Mapa de Agrológico de Cuenca Sensunapán



Mapa Agrológico Cuenca Sensunapán



Elaborado por
Tania Margarita Guillén Cruz

Base Cartográfica
CNR

0 1 2 3 4 km

El mapa agrológico clasifica los suelos de la cuenca en función de su capacidad productiva, sus limitaciones físicas y químicas, y su potencial de uso agrícola. Esta clasificación permite diferenciar unidades de suelo según su aptitud para distintos tipos de cultivos, considerando factores como la pendiente, profundidad efectiva, textura, drenaje, fertilidad natural y susceptibilidad a la erosión.

Desde el punto de vista de su uso en el sector agropecuario, los suelos se dividen generalmente en 8 clases. Estas se diferencian unas de otras por el grado de limitaciones permanentes o riesgos que involucra su uso:

- El primer grupo comprende cuatro clases de capacidad, que van de la Clase I a la Clase IV. La Clase I es considerada la mejor y se supone que carece prácticamente de limitaciones, las cuales aumentan de la II a la IV.
- El segundo grupo está integrado por las Clases V y VI, y sus limitaciones aumentan progresivamente de la V a la VI.
- El tercer grupo consta solo de la Clase VII y agrupa suelos apropiados generalmente para la explotación forestal.
- El cuarto grupo consta solo de la Clase VIII y presenta tales limitaciones que son inapropiadas para fines agropecuarios o de explotación forestal.

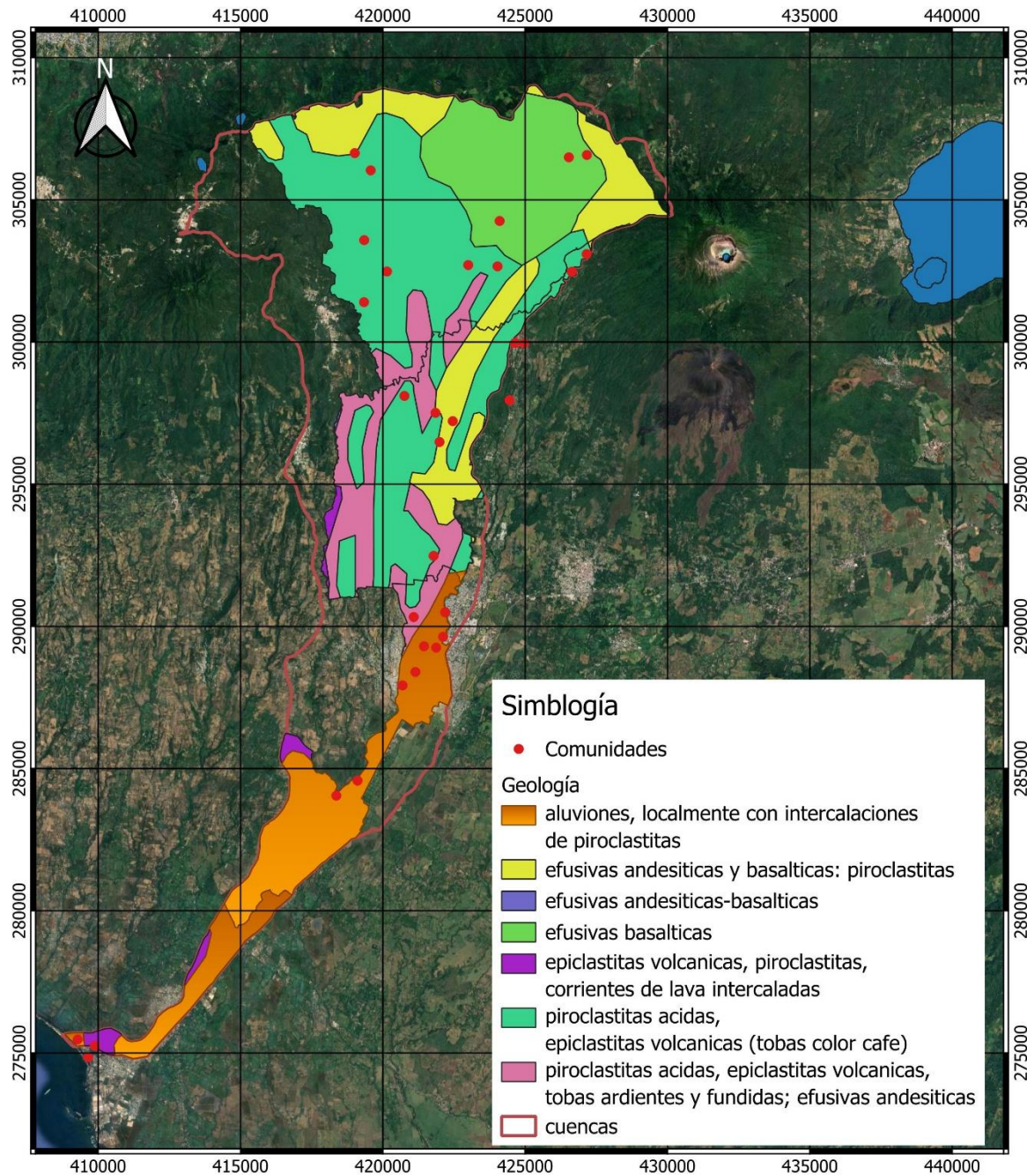
Asimismo, el mapa agrológico permite reconocer áreas que demandan prácticas específicas de manejo, tales como la incorporación de barreras vivas o muertas, sistemas agroforestales, rotación de cultivos, conservación de humedad y control de la erosión hídrica. Estas prácticas son fundamentales para mantener la productividad del suelo a largo plazo y reducir los procesos de degradación.

Además, facilita la identificación de zonas prioritarias para intervenciones técnicas, programas de asistencia agrícola y acciones de restauración, fortaleciendo así la gestión integral de la cuenca.

7.4. Mapa de Geológico de Cuenca Sensunapán

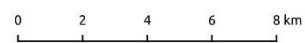


Mapa Geológico Cuenca Sensunapán



Elaborado por
Tania Margarita Guillén Cruz

Base Cartográfica
CNR



El mapa geológico presenta la distribución espacial de las formaciones geológicas y las características del subsuelo en la cuenca del río Sensunapán. Esta información permite identificar los distintos tipos de rocas, su origen, edad geológica y grado de consolidación, así como las estructuras geológicas presentes, tales como fallas, fracturas y zonas de debilidad.

El análisis geológico es fundamental para comprender los procesos geodinámicos que han modelado el territorio, incluyendo la actividad tectónica, volcánica y los procesos de meteorización y erosión. Estos factores influyen directamente en la configuración del relieve, la formación de suelos y el comportamiento hidrológico de la cuenca.

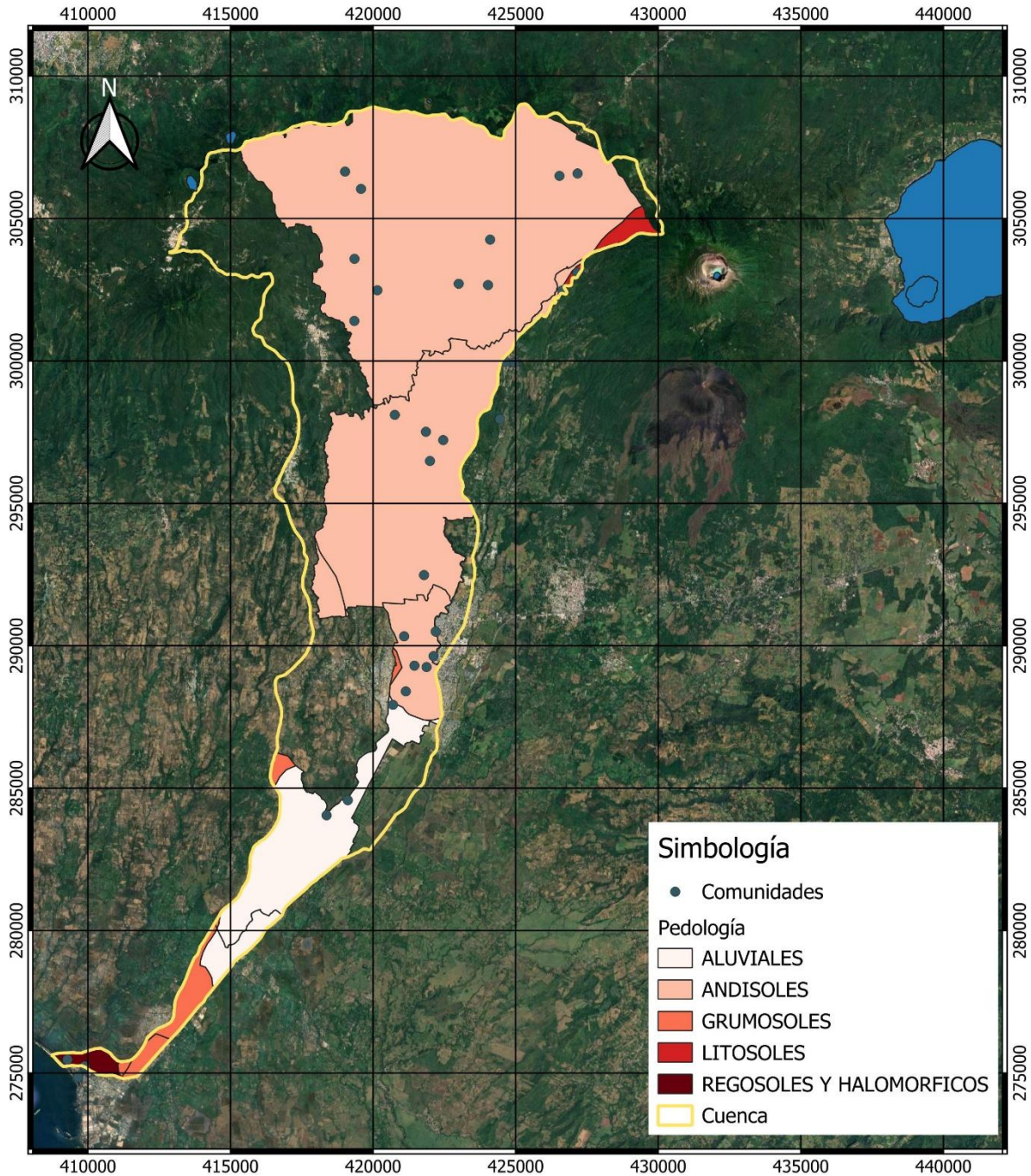
Asimismo, el mapa geológico constituye una herramienta clave para evaluar la estabilidad del terreno, ya que permite identificar áreas susceptibles a deslizamientos, hundimientos o inestabilidad de taludes, especialmente en zonas con pendientes pronunciadas o con materiales poco consolidados. Esta información es esencial para la planificación y localización adecuada de infraestructura, reduciendo riesgos asociados a la construcción en zonas vulnerables.

De igual manera, el mapa contribuye al análisis de amenazas geológicas, tales como deslizamientos de tierra, flujos de escombros y procesos de erosión acelerada, así como su interacción con otros factores de riesgo, como la precipitación intensa y el uso inadecuado del suelo. En este sentido, se convierte en un insumo estratégico para la gestión integral del riesgo, la planificación territorial y la implementación de medidas de mitigación y adaptación en la cuenca.

7.5. Mapa Pedológico de Cuenca Sensunapán

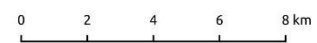


Mapa Pedológico Cuenca Sensunapán



Elaborado por
Tania Margarita Guillén Cruz

Base Cartográfica
CNR



El mapa pedológico representa la distribución espacial de los distintos tipos de suelo presentes en la cuenca del río Sensunapán, así como sus principales características físicas, químicas y morfológicas, tales como textura, estructura, profundidad, drenaje y contenido de materia orgánica. Esta información es fundamental para evaluar la aptitud del suelo para actividades agrícolas, forestales y de conservación, así como para identificar áreas con limitaciones productivas.

En la cuenca se identifican diversos tipos de suelos. Los suelos aluviales, formados por materiales transportados por los ríos, presentan alta variabilidad en sus propiedades. Los andisoles, de origen volcánico, destacan por su alta porosidad y permeabilidad, aunque son susceptibles a la erosión. Los grumosoles son suelos arcillosos pesados con limitaciones para el manejo agrícola, mientras que los latosoles arcillo-rojizos pueden ser fértiles, pero vulnerables a la erosión si pierden su cobertura vegetal.

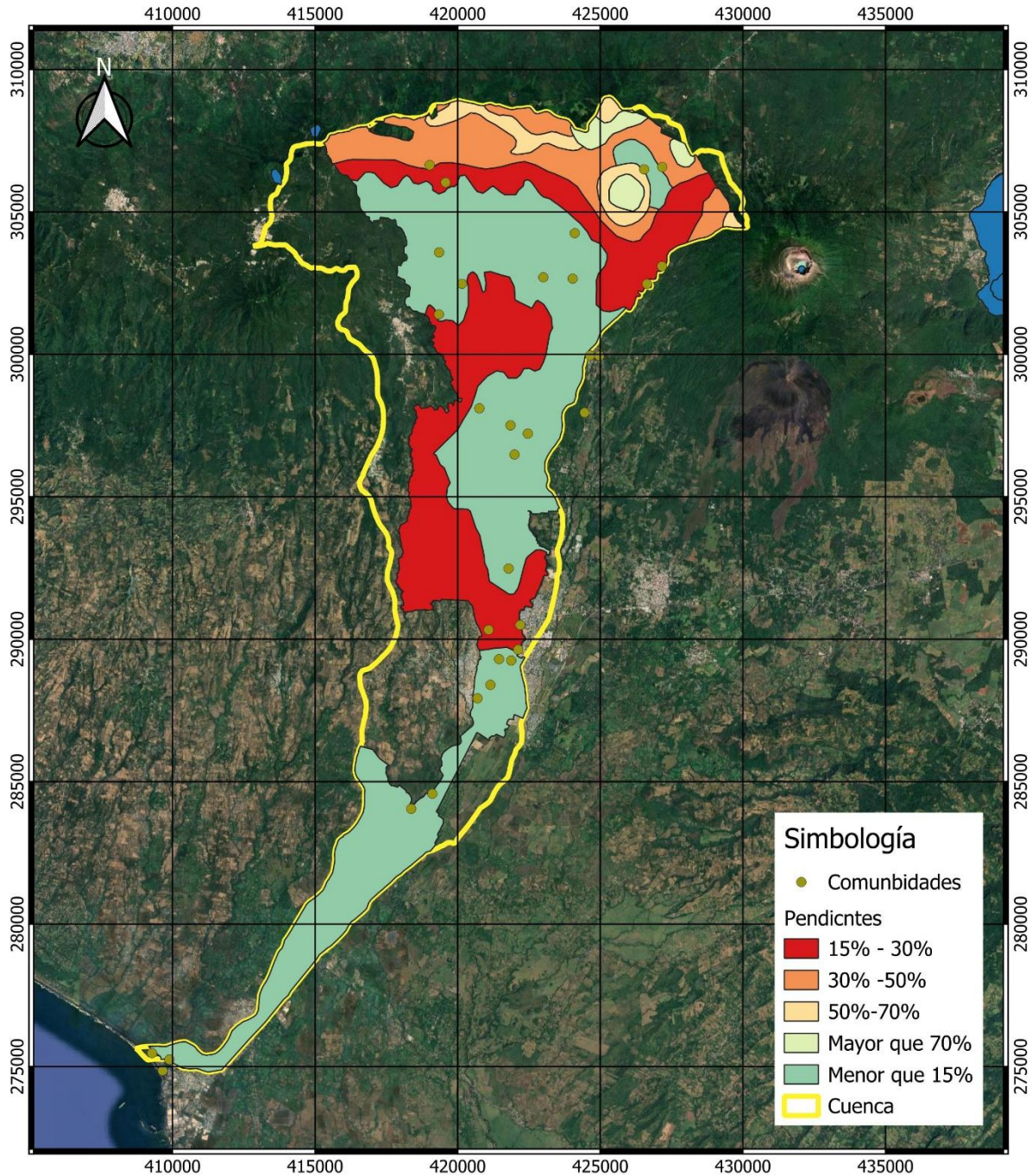
También se encuentran litosoles, de poca profundidad y alta pedregosidad, con uso más adecuado para fines forestales; regosoles, suelos jóvenes con potencial productivo bajo manejo adecuado; y suelos halomórficos en zonas costeras, con alta salinidad y limitaciones para la agricultura.

El mapa permite además identificar áreas vulnerables a procesos de degradación como la erosión y la pérdida de fertilidad. En este sentido, constituye un insumo clave para la planificación territorial sostenible, la gestión del recurso suelo y la implementación de prácticas de conservación en la cuenca.

7.6. Mapa de Pendientes de Cuenca Sensunapán

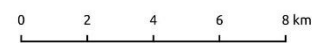


Pendientes Cuenca Sensunapán



Elaborado por
Tania Margarita Guillén Cruz

Base Cartográfica
CNR



El mapa de pendientes, derivado del Modelo Digital de Elevación (DEM), muestra el grado de inclinación del terreno en la cuenca del río Sensunapán. Este insumo permite clasificar el territorio en áreas con pendientes suaves, moderadas y pronunciadas.

La fisiografía y el relieve de la cuenca hidrográfica del río Sensunapán se estructuran en tres grandes unidades. La parte alta está conformada por zonas montañosas, con relieves elevados, redondeados y fuertemente diseccionados, donde predominan pendientes superiores al 50% e incluso mayores al 70%. En esta zona, ubicada principalmente en el municipio de Juayúa, la red de drenaje está compuesta por quebradas abruptas que favorecen la escorrentía rápida. La parte media de la cuenca presenta un relieve de cerros o pequeños domos, con pendientes moderadas que oscilan entre el 15% y 30% y altitudes menores a los 600 msnm, destacando en los municipios como Nahuizalco y Sonsonate. Por su parte, la zona baja está representada por planicies y valles aluviales, con una red de drenaje de tipo dendrítico que forma meandros, especialmente en el Valle de Sonsonate y Acajutla, donde predominan pendientes menores al 15% y un relieve más suave.

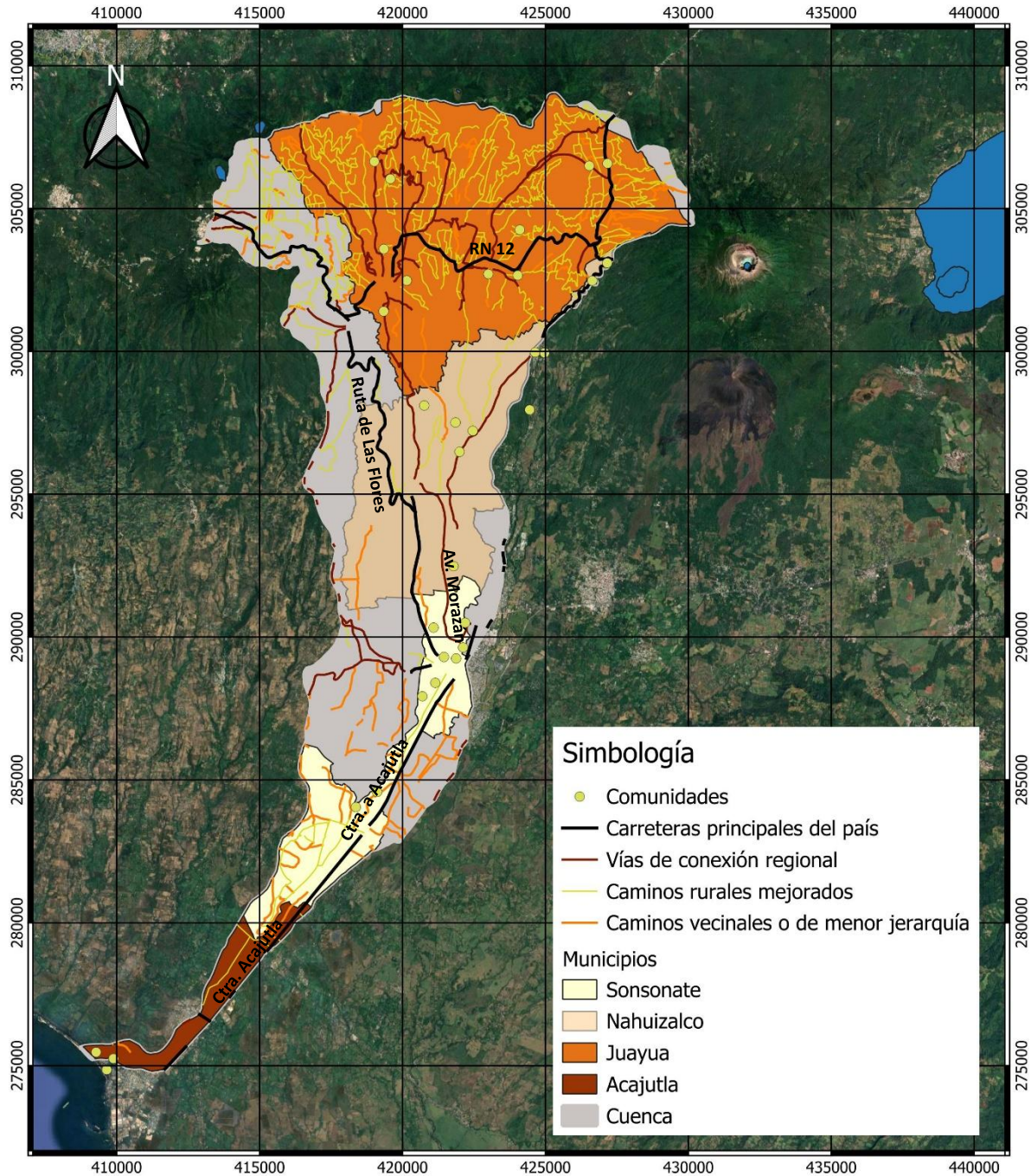
En términos de distribución, aproximadamente el 50% de la cuenca presenta pendientes menores al 15%, lo que indica un alto potencial de inundaciones y desbordamientos de ríos ante eventos hidrometeorológicos extremos, particularmente en las zonas bajas. Por otro lado, cerca del 19% del territorio presenta pendientes mayores al 30%, lo que refleja un alto potencial erosivo y genera conflictos en el uso del suelo para actividades productivas.

Asimismo, las áreas con pendientes iguales o superiores al 50% presentan alta vulnerabilidad y fragilidad frente a procesos de intervención antrópica, especialmente en las faldas de la cordillera Apaneca-Ilamatepec. En este sentido, la información del mapa de pendientes es fundamental para evaluar riesgos asociados a deslizamientos, erosión del suelo y escorrentía superficial, así como para orientar el ordenamiento territorial, la planificación del uso del suelo y la implementación de medidas de conservación en la cuenca.

7.7. Mapa de Red Vial de Cuenca Sensunapán



Mapa Red Vial Cuenca Sensunapán



Simbología

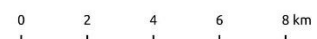
- Comunidades
- Carreteras principales del país
- Vías de conexión regional
- Caminos rurales mejorados
- Caminos vecinales o de menor jerarquía

Municipios

- Sonsonate
- Nahuizalco
- Juayua
- Acajutla
- Cuenca

Elaborado por
Tania Margarita Guillén Cruz

Base Cartográfica
CNR



El mapa de red vial del territorio representa la distribución y jerarquización, incluyendo carreteras principales, vías de conexión regional, caminos rurales y caminos vecinales. Este instrumento permite comprender la estructura de movilidad y el nivel de articulación territorial dentro de la cuenca del río Sensunapán.

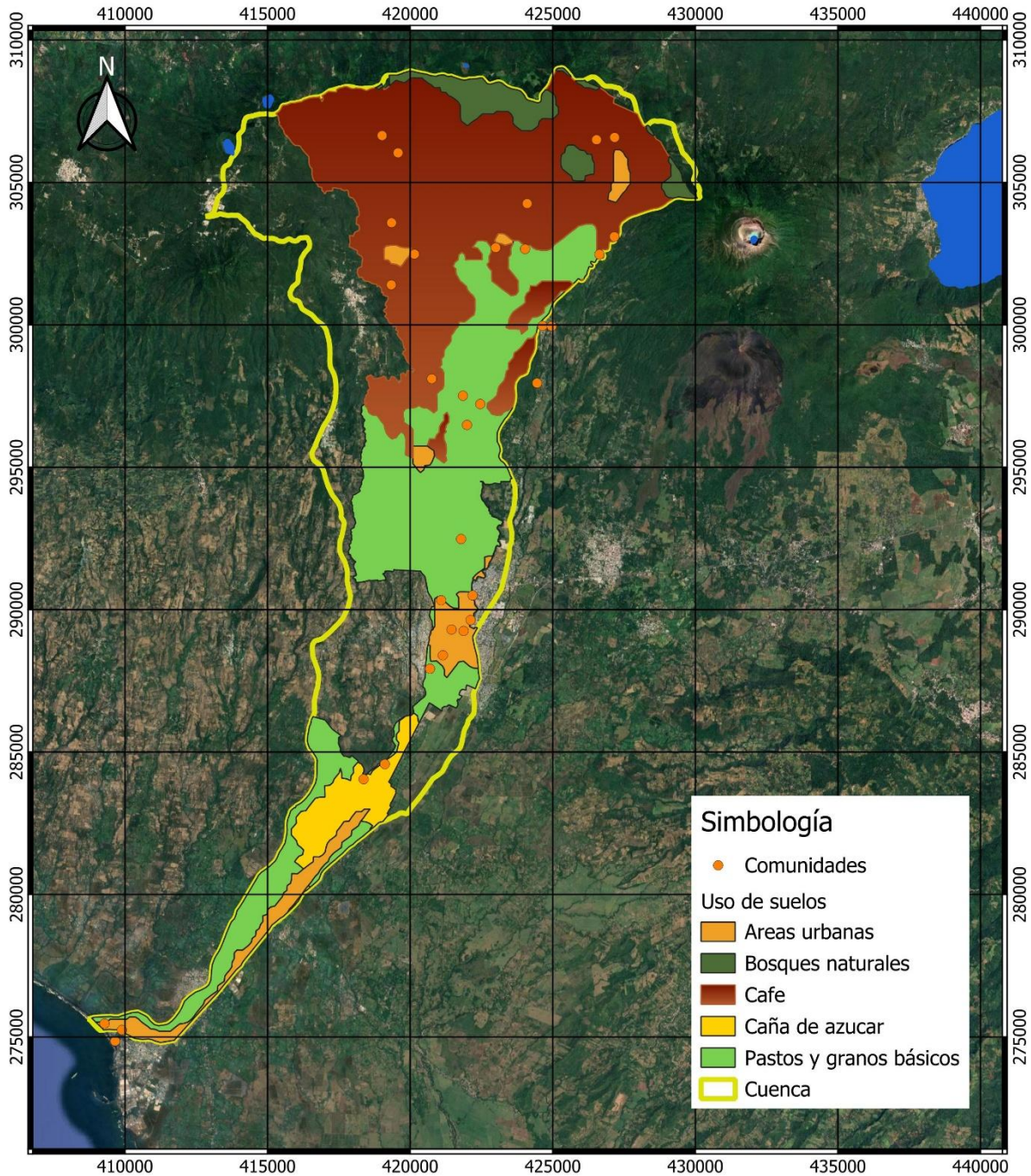
Su análisis facilita la identificación de los principales corredores de transporte, los niveles de accesibilidad entre comunidades y la conectividad entre centros poblados, zonas productivas y áreas de servicios. Asimismo, permite reconocer áreas con limitaciones de acceso, lo cual es clave para la planificación de intervenciones orientadas a mejorar la movilidad y el desarrollo territorial.

De igual manera, el mapa constituye una herramienta fundamental para evaluar la integración territorial, el acceso a servicios básicos como salud, educación y mercados, así como la capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia o desastres. En este sentido, aporta insumos relevantes para la planificación territorial, la gestión del riesgo y la priorización de inversiones en infraestructura vial.

7.8. Mapa de Uso de Suelos de Cuenca Sensunapán

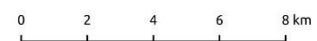


Mapa Uso de Suelos Cuenca Sensunapán



Elaborado por
Tania Margarita Guillén Cruz

Base Cartográfica
CNR



El mapa de uso actual del suelo representa la cobertura y los distintos usos del territorio en la cuenca, incluyendo áreas agrícolas, forestales y urbanas, entre otras categorías relevantes. Su análisis permite identificar patrones de intervención humana, cambios en la cobertura vegetal y presiones sobre los recursos naturales, así como la distribución espacial de las actividades productivas.

Este instrumento también facilita la evaluación de la relación entre el uso del suelo, los procesos de degradación ambiental y el riesgo de desastres. A partir de ello, es posible reconocer zonas donde las prácticas actuales incrementan la vulnerabilidad, especialmente en áreas con pendientes pronunciadas, suelos frágiles o cercanas a cuerpos de agua.

El análisis permite diferenciar áreas con alta aptitud agrícola, adecuadas para cultivos intensivos y diversificados; zonas con limitaciones moderadas que requieren prácticas de conservación y manejo sostenible; y territorios con restricciones severas, donde el uso agrícola no es recomendable y resulta más apropiado destinarlos a actividades forestales, de protección o de recuperación ambiental.

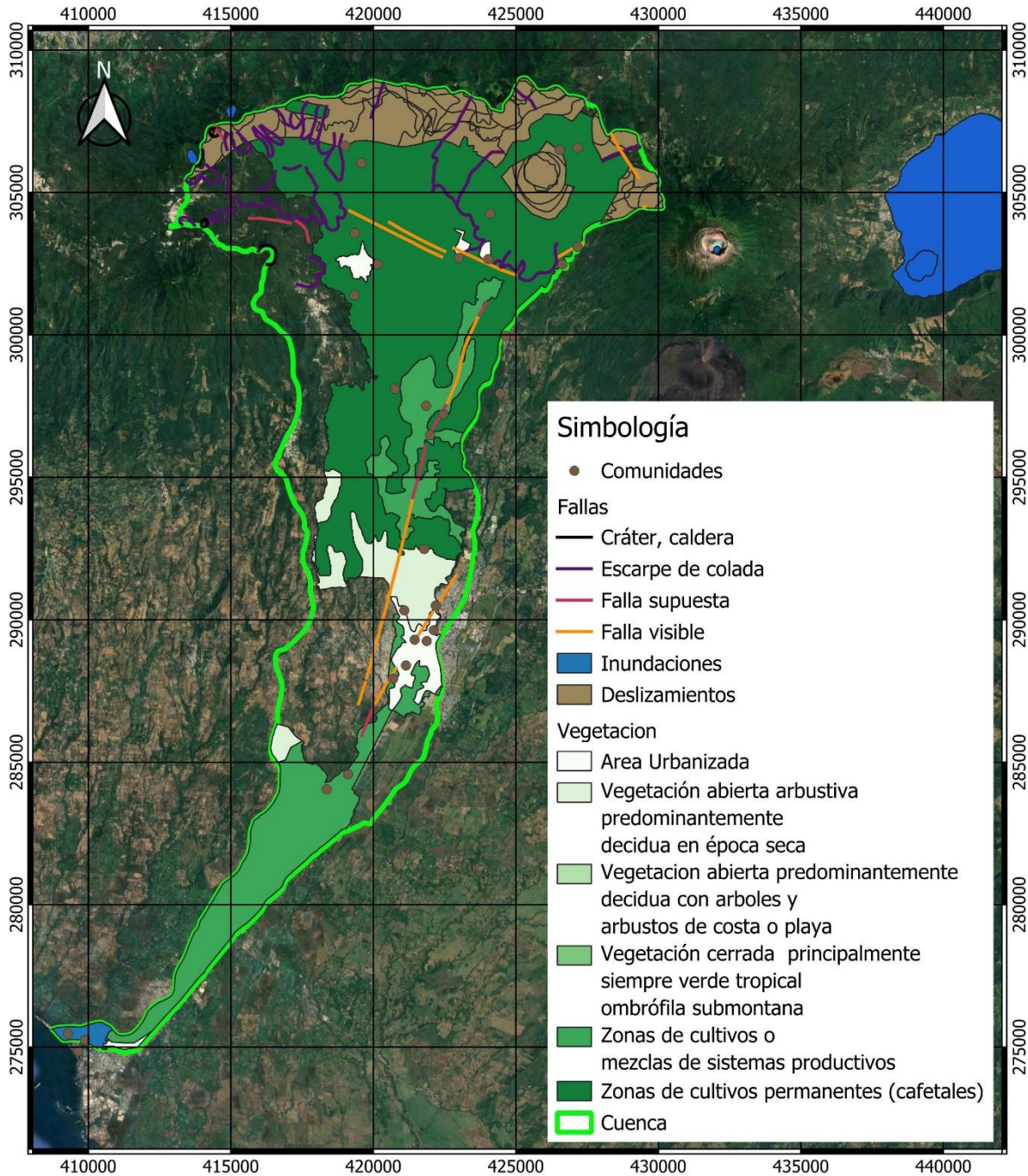
Por otro lado, la capacidad de uso del suelo corresponde a una clasificación técnica que ordena los suelos según su aptitud natural para distintos usos bajo manejo continuo. Esta se basa en la evaluación de sus características, considerando limitaciones, potencialidades y requerimientos de manejo.

En conjunto, estos insumos constituyen una base estratégica para la planificación territorial, ya que orientan la toma de decisiones sobre el uso adecuado del suelo, promueven sistemas productivos sostenibles y aportan a la seguridad alimentaria. Además, brindan información clave sobre restricciones, prácticas de conservación necesarias y condiciones para un aprovechamiento eficiente, contribuyendo a reducir impactos ambientales en la cuenca.

7.9. Mapa de Zona de Riesgos de Cuenca Sensunapán



Mapa Zona de Riesgos Cuenca Sensunapán



Simbología

- Comunidades
- Fallas**
 - Cráter, caldera
 - Escarpe de colada
 - Falla supuesta
 - Falla visible
- Inundaciones
- Deslizamientos
- Vegetación**
 - Area Urbanizada
 - Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca
 - Vegetación abierta predominantemente decidua con arboles y arbustos de costa o playa
 - Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila submontana
 - Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos
 - Zonas de cultivos permanentes (cafetales)
 - Cuenca

Elaborado por
Tania Margarita Guillén Cruz

Base Cartográfica
CNR

0 2 4 6 8 km

El mapa de susceptibilidad a riesgos ambientales integra información física y ambiental para identificar áreas con mayor probabilidad de afectación dentro de la cuenca del río Sensunapán. Para su elaboración se consideran factores como la pendiente, la geología, la hidrología y la cobertura vegetal, lo que permite visualizar zonas propensas a procesos como deslizamientos, erosión, inundaciones y degradación ambiental. Este instrumento facilita la toma de decisiones orientadas a la reducción del riesgo de desastres y al diseño de medidas preventivas y de mitigación. En la cuenca, los fenómenos de mayor recurrencia son de origen hidrometeorológico, tales como lluvias intensas, tormentas tropicales y huracanes, los cuales generan impactos significativos en el territorio. A estos se suman amenazas asociadas a:

- **Riesgos por deslizamientos.** Las amenazas por deslizamientos están asociadas a diversos factores, entre ellos la meteorización y fracturamiento de las rocas, la alta precipitación, la actividad sísmica y las fuertes pendientes del terreno. Asimismo, las acciones antrópicas como la deforestación, las quemas y la apertura de vías de acceso incrementan la inestabilidad del suelo. Estos procesos se presentan con mayor intensidad en la zona alta y media de la cuenca, donde las pendientes son más pronunciadas y el cambio en el uso del suelo es más evidente.
- **Riesgos por erosión.** En la cuenca se identifican procesos de erosión difusa (laminar) y erosión concentrada (surcos y cárcavas). Estos fenómenos ocurren principalmente en áreas donde la cobertura vegetal ha sido removida, las pendientes son moderadas a fuertes y predominan suelos con baja permeabilidad, como los de origen arcilloso. La erosión se ve agravada por prácticas inadecuadas como el sobrepastoreo, el mal manejo del suelo y la alteración de los cauces naturales.
- **Riesgos por inundaciones.** Las inundaciones representan una de las principales amenazas en la cuenca, especialmente en las zonas bajas con pendientes menores al 15%, como el Valle de Sonsonate y Acajutla. Estas áreas presentan alta susceptibilidad a desbordamientos de ríos durante eventos de lluvia intensa. En particular, comunidades

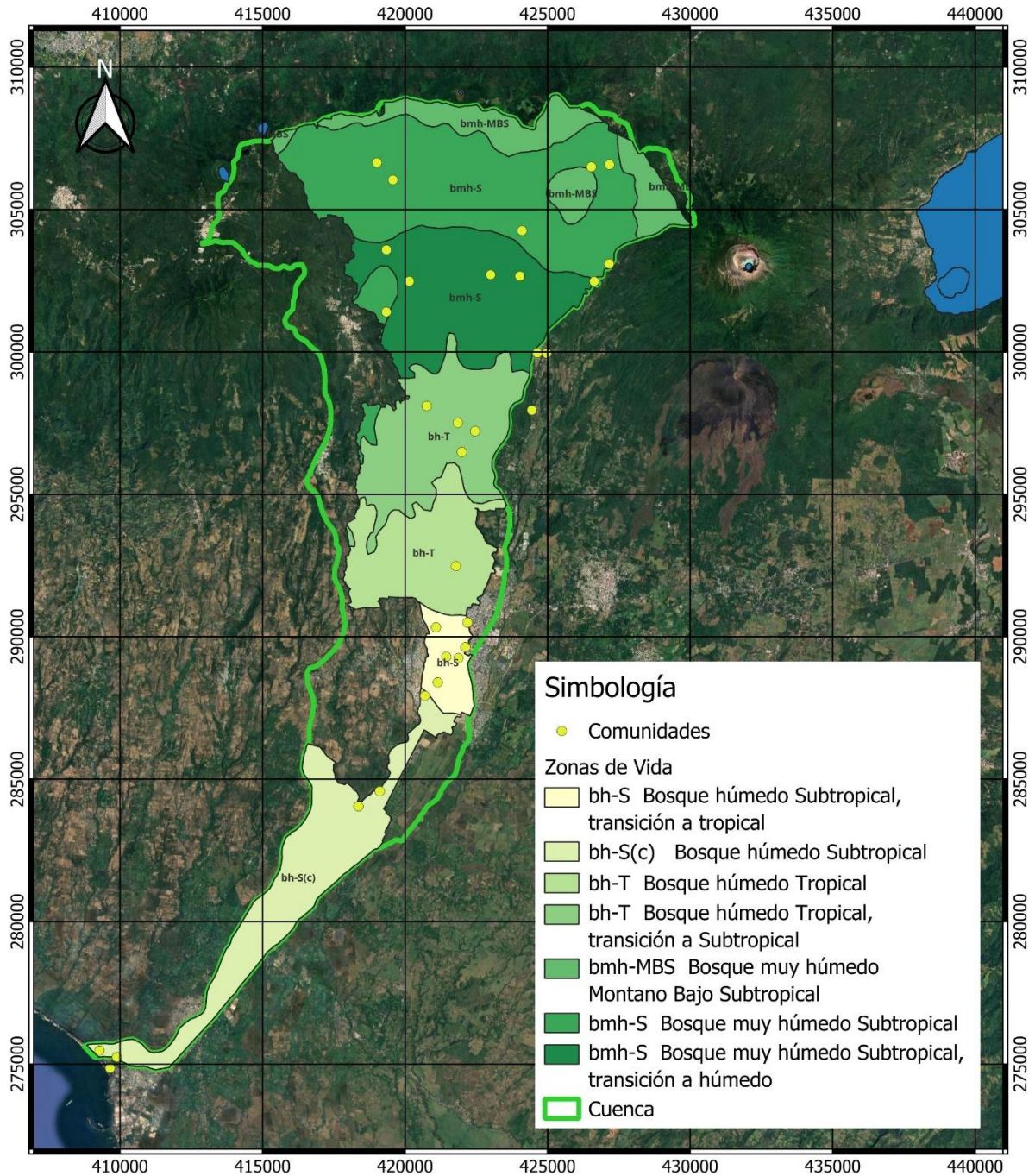
ubicadas en las riberas de los ríos Sensunapán, Julupe y Ceniza presentan condiciones de alta vulnerabilidad. Casos como las comunidades El Palmar y Vega del Río evidencian riesgo de inundación incluso para eventos con periodos de retorno cortos. La vulnerabilidad en estas zonas está relacionada con factores sociales, económicos, ambientales y físicos, incluyendo la ubicación de asentamientos en áreas expuestas y la limitada capacidad de respuesta ante eventos extremos.

- **Riesgos por actividad volcánica.** La cuenca ha sido influenciada por el volcanismo de la cordillera Apaneca-Ilamatepec, por lo que el peligro por erupciones volcánicas se considera alto. Esto se debe a la cercanía con centros volcánicos activos, donde se han registrado erupciones potencialmente dañinas en los últimos miles de años, lo que implica la posibilidad de eventos futuros con impactos significativos en el territorio.
- **Riesgos por sismicidad.** El Salvador se encuentra en una región con alta actividad sísmica, asociada a la cadena volcánica del Cinturón de Fuego del Pacífico, sistemas de fallas geológicas y el proceso de subducción entre las placas de Cocos y del Caribe. En la cuenca del río Sensunapán, el peligro sísmico se clasifica como alto, lo que indica la probabilidad de ocurrencia de un terremoto potencialmente dañino en las próximas décadas. Por tanto, este riesgo debe ser incorporado en la planificación y gestión de la cuenca.
- **Riesgos por sequía.** La sequía es un fenómeno temporal asociado a la disminución de las precipitaciones, lo que reduce la disponibilidad de agua y afecta principalmente las actividades agrícolas. En la cuenca, este fenómeno ha impactado especialmente la zona de Acajutla y la parte baja de Sonsonate, incrementando la vulnerabilidad de las comunidades y los sistemas productivos.
- **Riesgos por vientos.** Los vientos fuertes representan un riesgo que puede generar daños en edificaciones, cultivos, plantaciones y suelos. Aunque no se cuenta con registros sistemáticos de cuantificación de daños en la cuenca, se reconoce que este fenómeno afecta de manera general al territorio. La vulnerabilidad ante vientos depende de factores como el tipo de construcción, materiales, altura de las edificaciones y condiciones del entorno.

7.10. Mapa de Zonas de Vida de Cuenca Sensunapán



Mapa Zonas de Vida Cuenca Sensunapán

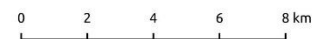


Simbología

- Comunidades
- Zonas de Vida
- bh-S Bosque húmedo Subtropical, transición a tropical
- bh-S(c) Bosque húmedo Subtropical
- bh-T Bosque húmedo Tropical
- bh-T Bosque húmedo Tropical, transición a Subtropical
- bmh-MBS Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical
- bmh-S Bosque muy húmedo Subtropical
- bmh-S Bosque muy húmedo Subtropical, transición a húmedo
- ▭ Cuenca

Elaborado por
Tania Margarita Guillén Cruz

Base Cartográfica
CNR



El mapa de zonas de vida clasifica el territorio de la cuenca del río Sensunapán en función de variables climáticas, altitudinales y ecológicas, permitiendo identificar los distintos ecosistemas presentes. Este instrumento es clave para el análisis ambiental, la conservación de la biodiversidad y la comprensión de la relación entre los ecosistemas y las actividades humanas. Asimismo, apoya la toma de decisiones orientadas a la protección ambiental y al uso sostenible del territorio.

En términos generales, la cuenca se ubica dentro de la zona climática de los trópicos semihúmedos. De acuerdo con su elevación sobre el nivel del mar y con base en la clasificación climática de Köppen, Sapper y Lauer, se distinguen dos zonas principales:

La primera corresponde a la sabana tropical caliente, que se localiza entre los 0 y 800 msnm, abarcando principalmente las planicies internas y las zonas baja y media de la cuenca. En esta zona, las temperaturas medias mensuales oscilan entre los 22 y 28 °C, con una precipitación media anual de entre 1,600 y 1,700 mm. Este es el clima predominante en gran parte de la cuenca, donde la elevación promedio es de aproximadamente 640 msnm.

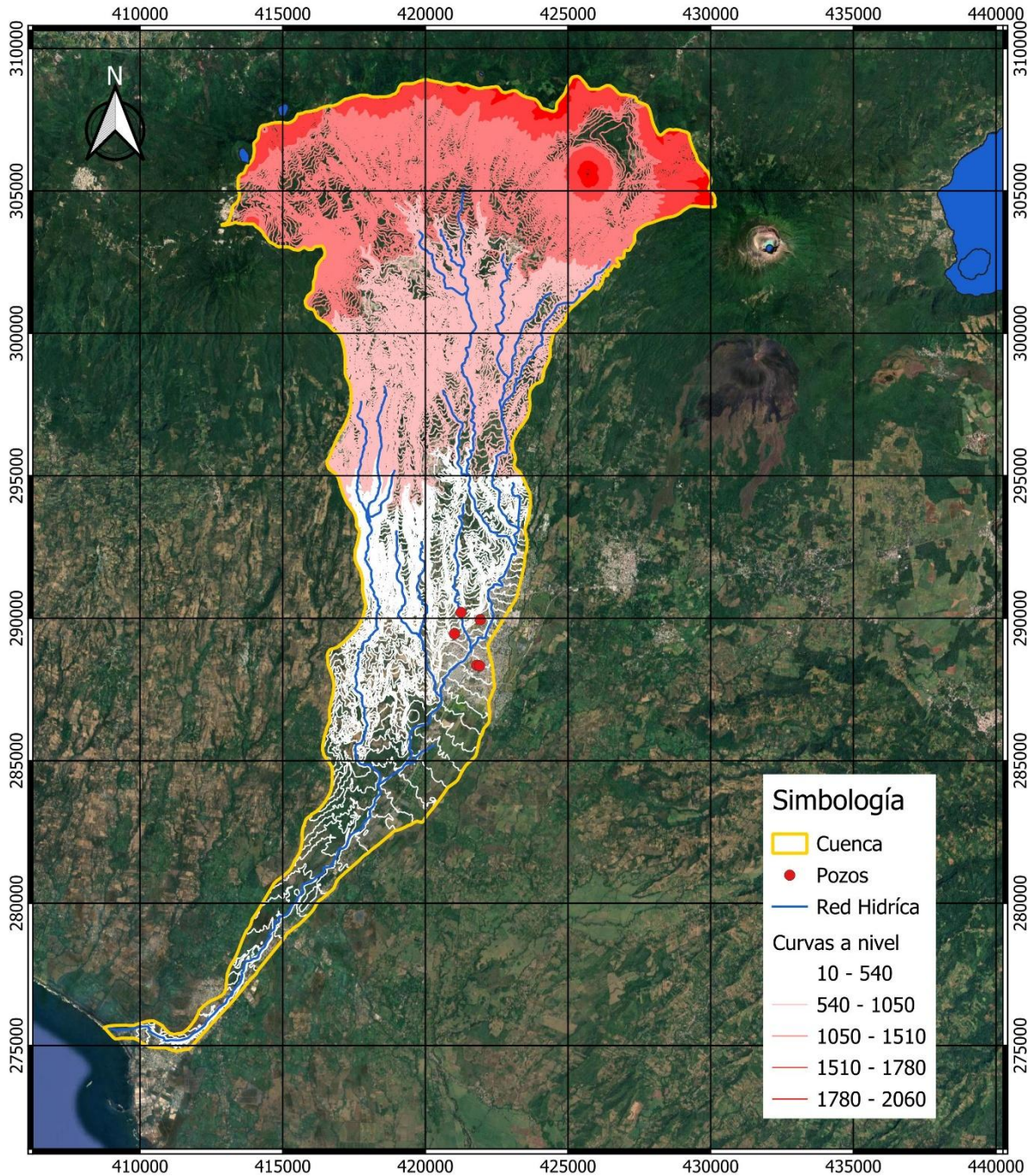
La segunda zona corresponde a la sabana tropical calurosa o tierra templada, ubicada entre los 800 y 1,200 msnm, principalmente en la parte alta de la cuenca, en el complejo volcánico Apaneca-Illamatepec, que incluye áreas de los municipios de Juayúa, Apaneca y Salcoatitán. En esta zona se registran temperaturas promedio anuales entre 19 y 22 °C y una precipitación media anual cercana a los 1,800 mm. Estas condiciones favorecen principalmente el uso forestal y el cultivo de café.

En conjunto, la identificación de estas zonas de vida permite orientar el uso adecuado del suelo, la planificación de actividades productivas y la conservación de los ecosistemas, contribuyendo a una gestión sostenible de la cuenca.

7.11. Mapa de Drenajes de Cuenca Sensunapán

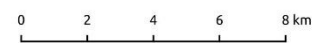


Mapa de Drenajes Cuenca Sensunapán



Elaborado por
Tania Margarita Guillén Cruz

Base Cartográfica
CNR



El mapa de red de drenaje representa la dinámica hídrica del territorio, integrando la red hidrográfica, la ubicación de pozos y las curvas a nivel. Estos elementos permiten comprender el comportamiento del flujo de agua tanto superficial como subterráneo dentro de la cuenca del río Sensunapán, así como su relación directa con la topografía, la pendiente y las características físicas del suelo.

Su análisis facilita la identificación de patrones de escorrentía, direcciones de flujo y zonas de acumulación de agua, así como áreas con mayor susceptibilidad a inundaciones, encharcamientos y procesos erosivos. Además, permite reconocer las zonas de recarga hídrica, los puntos de concentración de caudales y la conectividad entre los diferentes cuerpos de agua, lo que resulta fundamental para entender el funcionamiento integral del sistema hídrico.

Asimismo, el mapa permite evaluar la interacción entre aguas superficiales y subterráneas, a través de la localización de pozos y su relación con la red de drenaje, contribuyendo a la identificación de áreas con potencial de aprovechamiento del recurso hídrico o con riesgo de sobreexplotación.

Este instrumento constituye una herramienta clave para la planificación del manejo integral del recurso hídrico, ya que apoya la toma de decisiones en la gestión del agua, la prevención de riesgos y la implementación de prácticas sostenibles. También es fundamental para el diseño de obras de drenaje, la conservación de suelos, la protección de fuentes de agua y la regulación del escurrimiento superficial.

En este sentido, el mapa de red de drenaje contribuye a la reducción de impactos asociados a eventos hidrometeorológicos extremos, fortaleciendo la gestión territorial y promoviendo un uso más sostenible y resiliente de los recursos naturales en la cuenca.

8. CONCLUSIONES

La pasantía profesional permitió cumplir con el objetivo general de crear una base de datos cartográfica territorial digital de la cuenca hidrográfica del río Sensunapán, facilitando su uso en Sistemas de Información Geográfica y fortaleciendo la gestión de información geoespacial a nivel institucional.

Se logró sistematizar información geográfica relevante mediante la integración, organización y validación de datos cartográficos, lo cual contribuyó a la construcción de una base de datos confiable, estructurada y funcional para la planificación territorial y la toma de decisiones.

La elaboración de cartografía temática orientada a la Gestión de Riesgos de Desastres permitió identificar zonas vulnerables y amenazas presentes en el territorio, constituyéndose en un insumo técnico clave para la reducción de riesgos y la planificación preventiva.

El desarrollo de los diferentes mapas temáticos (hidrológico, geológico, pedológico, pendientes, uso del suelo, entre otros) evidenció la importancia del análisis integral del territorio, facilitando una mejor comprensión de las condiciones físicas y ambientales de la cuenca.

Los productos cartográficos generados durante la pasantía representan herramientas técnicas reutilizables y actualizables, que podrán servir como base para futuros proyectos de intervención, planificación y gestión del riesgo en la institución.

El proceso de trabajo permitió fortalecer competencias técnicas en el uso de Sistemas de Información Geográfica, así como habilidades en análisis territorial, manejo de datos y elaboración de cartografía temática aplicada a contextos reales.

Asimismo, la participación en actividades institucionales complementarias contribuyó al desarrollo de habilidades blandas como el trabajo en equipo, la comunicación técnica y la adaptación a entornos multidisciplinarios.

En conjunto, la experiencia evidenció el papel estratégico de la cartografía y los Sistemas de Información Geográfica como herramientas fundamentales para el ordenamiento territorial, la gestión ambiental y el fortalecimiento de la resiliencia ante desastres.

9. RECOMENDACIONES

Continuar fortaleciendo la formación técnica del personal en el uso de Sistemas de Información Geográfica, para asegurar la sostenibilidad y actualización de la base de datos cartográfica generada.

Implementar un sistema organizado de almacenamiento y respaldo de la información geoespacial, que facilite su acceso, actualización y uso en proyectos futuros.

Promover la integración de la cartografía temática en los procesos de planificación y monitoreo de proyectos institucionales, aprovechando los productos elaborados durante la pasantía.

Establecer protocolos estandarizados para la recolección de información geográfica en campo, con el fin de mejorar la precisión y consistencia de los datos.

Fomentar la continuidad de programas de pasantías profesionales, ya que representan una oportunidad de fortalecimiento mutuo entre la institución y la formación académica de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Arise.Org. 2012. El mapa más antiguo del mundo.
- Bando de la República. 2004. Guía temática de Geografía. Colombia. Biblioteca virtual, disponible en <http://www.lablaa.org/ayudadetareas/geografia/geo50.htm>
- Bocco, G. 2016. La cartografía y los sistemas de información geográfica en el manejo integrado de cuencas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 12 p.
- Facultad de Ciencias Agronómicas. 2013. Uso actual de suelo de la República de El Salvador, C.A. Mapa elaborado por la Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas. El Salvador.
- Fallas, J. 2003. Sistemas Integrados de Información Geográfica: Conceptos Básicos de Cartografía. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre y Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica. 3 p.
- Gamboa, JMM. 2006. Fundamentos para cartografía náutica. JM Ediciones.
- Gutiérrez Puebla, J; Gould, M. 2000. SIG: Sistemas de Información Geográfica. Editorial Síntesis. Madrid, ES.251 p.
- Hernández, M. 2019. Sistemas de Información Geográficas. Conceptos básicos, ejercicios prácticos y aplicaciones a las ciencias agronómicas. Universidad de El Salvador. San Salvador. El Salvador. 145p.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Colombia). 1997. Bases conceptuales y guía metodológica para la formulación del plan de ordenamiento territorial departamental. Bogotá, Colombia. 350 p.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Colombia). 2000. Cartografía Temática. Santa Fé, Bogotá. Colombia. 38 p.
- Instituto Geográfico Nacional – Centro Nacional de Registros (IGN-CNR). 2000. Atlas de El Salvador: Ley de Medio Ambiente. 1998. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial, Tomo Nº 339, Número 79. República de El Salvador, América Central. 74 p.
- Maidment, DR; Reed, SM. 1996. Ejercicio 2 Proyecciones Cartográficas. Center for Research in Water Resources. University of Texas at Austin
- Martinelli, M; Graça, AJS. 2003. Cartografía temática. Revista Brasileira de Cartografía (2015), Nº 67/4 - Edição de Cartografía Histórica: 913-928. Sociedade Brasileira de Cartografía, Geodésica, Fotogrametría e Sensoriamento Remoto. ISSN: 1808-0936.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 2012. Clasificación de suelos por división política de El Salvador, C.A. Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego. División de Riego y Drenaje Área de Gestión y Tecnología de Riego. El Salvador.
- MINAG (Ministerio de Agricultura). 2011. Cuencas e hidrografía (en línea). Lima, PE. Consultado 7 nov. 2012. Disponible en: <http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/hidrometeorolog%C3%ADa/cuencas-e-hidrograf%C3%ADa>

- Romero Paz, BN; Ponce Méndez NU. 2009. Formulación de un plan de manejo de la microcuenca del río Jupula, San Ignacio, Chalatenango, El Salvador. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. 193 p.
- Sarría, F. A. 2015. Sistemas de Información Geográfica. Ed. Madrid, España. 451 pp.
- Solís, JA. 2008. La historia de las cosas que nos rodean. Cadena Cien Editores. La Coruña, España.127p.
- Umaña Gómez, E. 2002. Educación ambiental con enfoque en manejo de cuencas y prevención de desastres: manejo de cuencas hidrográficas y protección de fuentes de agua (en línea). Estelí, NI. Consultado 30 nov. 2012. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/fulltext/>