

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRÍA EN DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



**DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL DE LOS ALREDEDORES DE LA CIUDAD
DE COBÁN COMO INSUMO A UN ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

ING. GEOL. OSMÍN JARED VÁSQUEZ HERNÁNDEZ

GUATEMALA, MARZO DE 2012



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL DE LOS ALREDEDORES DE LA CIUDAD
DE COBÁN COMO INSUMO A UN ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

TESIS PRESENTADA POR

ING. GEOL. OSMÍN JARED VÁSQUEZ HERNÁNDEZ

PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAGISTER SCIENTIFICAE EN DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO
AMBIENTAL

GUATEMALA, MARZO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

Rector Magnífico: Lic. Estuardo Gálvez

JUNTA DIRECTIVA FACULTAD DE ARQUITECTURA

Decano: Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Vocal I: Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea

Vocal II: Edgar Armando López Pazos

Vocal III: Marco Vinicio Barrios Contreras

Vocal IV: Br. Jairon Daniel del Cid Rendón

Secretario: Arq. Alejandro Muñoz Calderón

TRIBUNAL EXAMINADOR

Decano: Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Secretario: Arq. Alejandro Muñoz Calderón

Asesor/Examinador: Maestra Susana Palma de Cuevas

Consultor/Examinador: Maestro Rolando Alvarado Fernández

Consultor/Examinador: Maestro Gustavo García Macz

A mi madre

Por haberme enseñado la belleza del orden de la naturaleza

A mi padre

Porque todos mis logros siempre serán suyos

A mi esposa y mis hijas

Mi motivo

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque he recibido de su ayuda y he visto la manifestación de sus misericordias cada día de mi vida.

A los profesionales: M.A. Susana Palma de Cuevas, M.Sc. Rolando Alvarado Fernández y M.Sc. Gustavo García Macz, por su valiosa e incondicional asesoría.

A todas las instituciones y personas de quienes obtuve la información para la elaboración del trabajo.

ÍNDICE GENERAL

| | pág |
|----------|---|
| 1 | Capítulo I. Introducción 01 |
| 1.1 | Justificación 01 |
| 1.2 | Objetivos 03 |
| 1.2.1 | Objetivo general 03 |
| 1.2.2 | Objetivos específicos 03 |
| 1.3 | Aspectos metodológicos 03 |
| 1.3.1 | Definición del problema 04 |
| 1.3.2 | Elaboración de hipótesis 04 |
| 1.3.3 | Verificación o modificación de la hipótesis 05 |
| 1.4 | Ubicación y delimitación del área 06 |
| 2 | Capítulo II. Marco Teórico 10 |
| 2.1 | Análisis ambiental 10 |
| 2.1.1 | El ambiente natural 11 |
| 2.1.2 | El ambiente cultural 12 |
| 2.2 | Los problemas ambientales: causas y efectos 12 |
| 2.2.1 | Impactos ambientales 12 |
| 2.2.2 | Riesgos geológicos y desastres 15 |
| 2.3 | Diagnóstico ambiental y Ordenamiento Territorial 15 |
| 2.3.1 | ¿Qué es el Ordenamiento Territorial? 16 |
| 2.3.2 | Importancia del Diagnóstico Geoambiental 16 |
| 3 | Capítulo III. Caracterización del área 18 |
| 3.1 | Parámetros Naturales 20 |
| 3.1.1 | Climatología 20 |
| 3.1.2 | Topografía 25 |
| 3.1.3 | Pendientes 28 |
| 3.1.4 | Exposiciones 28 |
| 3.1.5 | Geología 32 |
| 3.1.6 | Taxonomía de suelos 34 |
| 3.1.7 | Hidrología 34 |
| 3.1.8 | Cobertura Vegetal 35 |
| 3.1.9 | Zoología 42 |
| 3.1.10 | Valores escénicos y monumentos naturales 44 |
| 3.1.11 | Desastres Naturales 44 |
| 3.1.12 | Morfología 49 |
| 3.2 | Parámetros Culturales 49 |
| 3.2.1 | Uso del suelo 49 |
| 3.2.2 | Demografía y servicios 49 |
| 3.2.3 | Red e infraestructura para transporte 58 |
| 3.2.4 | Propiedad y valor de la tierra 58 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.2.5 | Categorías de uso | 58 |
| 3.2.6 | Crecimiento urbano | 62 |
| 3.2.7 | Uso turístico | 62 |
| 3.2.8 | Amenazas antrópicas | 65 |
| 3.2.9 | Arqueología | 68 |
| 3.2.10 | Valores arquitectónicos | 68 |
| 3.2.11 | Tradiciones | 73 |
| 4 | Capítulo IV. Diagnóstico Integral | 75 |
| 4.1 | Análisis de los mapas en yuxtaposición | 75 |
| 4.1.1 | Áreas azules | 75 |
| 4.1.2 | Áreas amarillas | 79 |
| 4.1.3 | Áreas rojas | 79 |
| 4.2 | Mapa Resumen de la yuxtaposición | 79 |
| 4.2.1 | Áreas azules | 80 |
| 4.2.2 | Áreas amarillas | 80 |
| 4.2.3 | Áreas rojas | 80 |
| 4.3 | Áreas Homogéneas de primero y segundo grado | 82 |
| 4.4 | Análisis de Causalidad de los Problemas Ambientales | 85 |
| 4.4.1 | Procesos geológicos | 86 |
| 4.4.2 | Procesos geomorfológicos | 88 |
| 4.4.3 | Procesos relacionados con la hidrología | 88 |
| 4.4.4 | Procesos asociados a fenómenos hidrometeorológicos | 89 |
| 4.4.5 | Árbol de problemas | 91 |
| 5 | Capítulo V. Propuesta | 93 |
| 5.1 | Árbol de objetivos | 93 |
| 5.2 | Líneas de acción en áreas analizadas | 93 |
| 5.2.1 | Áreas rojas | 93 |
| 5.2.2 | Áreas amarillas | 96 |
| 5.2.3 | Áreas azules | 96 |
| 5.2.4 | Áreas blancas | 97 |
| 5.3 | Escenario positivo del área | 98 |
| 5.3.1 | Zonas de conservación natural (Z0) | 98 |
| 5.3.2 | Zonas de manejo (Z1) | 99 |
| 5.3.3 | Zonas de manejo (Z2) | 99 |
| 5.3.4 | Zonas de manejo (Z3) | 99 |
| 5.3.5 | Zonas especiales (Z4) | 99 |
| 5.3.6 | Zonas de recuperación o saneamiento (Z5) | 100 |

| | | |
|---|-----------------|-----|
| 6 | Conclusiones | 103 |
| 7 | Recomendaciones | 104 |
| | Glosario | 106 |
| | Bibliografía | 108 |
| | Anexos | 110 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | Mapa conceptual | 10 |
| 3.1 | Colores en mapas temáticos y en yuxtaposición | 19 |
| 3.2 | Precipitación mensual promedio | 24 |
| 3.3 | Temperatura media promedio | 24 |
| 3.4 | Promedio de temperaturas máximas y mínimas | 25 |
| 3.5 | Exposiciones | 28 |
| 4.1 | Árbol de problemas | 92 |
| 5.1 | Árbol de objetivos | 94 |

ÍNDICE DE MAPAS

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Ubicación relativa | 07 |
| 2 | Ortofoto del área de estudio | 08 |
| 3 | Mapa Base | 09 |
| 4 | Temático A1: Precipitación promedio | 22 |
| 5 | Temático A2: Temperatura media anual | 23 |
| 6 | Modelo de elevación | 26 |
| 7 | Temático B: Topografía | 27 |
| 8 | Temático C: Pendientes | 29 |
| 9 | Temático D: Exposiciones | 30 |
| 10 | Yuxtapuesto de topografía (C) y exposiciones (D) | 31 |
| 11 | Temático E: Geología | 33 |
| 12 | Temático F: Taxonomía de suelos | 36 |
| 13 | Ubicación de cuerpos de agua | 37 |
| 14 | Zonas de Inundación | 38 |
| 15 | Temático G: Hidrología | 39 |
| 16 | Cobertura Vegetal | 40 |
| 17 | Temático H: Cobertura Forestal | 41 |
| 18 | Temático I: Zoología | 43 |
| 19 | Temático J: Valores Escénicos y Monumentos Naturales | 45 |
| 20 | Zonas de derrumbes y agrietamientos | 46 |
| 21 | Distribución de Dolinas | 47 |
| 22 | Temático K: Desastres Naturales | 48 |
| 23 | Temático L: Morfología | 51 |
| 24 | Temático M: Uso del Suelo | 52 |

| | | |
|----|---|-----|
| 25 | Uso del Suelo en el área urbana | 53 |
| 26 | Cobertura del servicio de alumbrado público | 54 |
| 27 | Cobertura del servicio de agua potable | 55 |
| 28 | Cobertura de drenaje sanitario | 56 |
| 29 | Servicios educativos, deportivos y de salud | 57 |
| 30 | Temático O: Red e Infraestructura para Transporte | 59 |
| 31 | Temático P: Propiedad y Valor de la tierra | 60 |
| 32 | Temático Q: Categorías de Uso | 61 |
| 33 | Temático R: Crecimiento Urbano | 63 |
| 34 | Temático S: Uso Turístico | 64 |
| 35 | Descargas de Drenaje | 66 |
| 36 | Botaderos | 67 |
| 37 | Áreas de contaminación y riesgos | 69 |
| 38 | Temático T: Amenazas antrópicas | 70 |
| 39 | Temático U: Arqueología | 71 |
| 40 | Temático V: Valores arquitectónicos | 72 |
| 41 | Temático W: Tradiciones | 74 |
| 42 | Áreas Azules. Cobertura de la Yuxtaposición | 76 |
| 43 | Áreas Amarillas. Cobertura de la Yuxtaposición | 77 |
| 44 | Áreas Rojas. Cobertura de la Yuxtaposición | 78 |
| 45 | Resumen de la Yuxtaposición | 81 |
| 46 | Áreas Homogéneas de primer grado | 83 |
| 47 | Áreas Homogéneas de segundo grado | 84 |
| 48 | Escenario Positivo del Área | 101 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----|--|-----|
| 1.1 | Coordenadas del área de estudio | 06 |
| 3.1 | Características climáticas de la ciudad de Cobán | 21 |
| 3.2 | Población del municipio de Cobán | 50 |
| 3.3 | Tasa de crecimiento en el municipio de Cobán | 50 |
| 4.1 | Descripción de áreas homogéneas | 85 |
| 5.1 | Cuadro de estrategias | 95 |
| 5.2 | Zonas en el Escenario Positivo | 102 |

RESUMEN

La presente investigación se ha realizado con el propósito de obtener información acerca de la situación geoambiental de los alrededores de la ciudad de Cobán, con el objetivo de identificar los problemas ambientales que aquejan al área, y a través de la definición de la causalidad de dichos problemas, proponer medidas convenientes para su reducción.

Para la realización del diagnóstico se utilizó la metodología *Overmap*, que consiste en la sobreposición de diferentes mapas temáticos, para lo cual se tomaron en cuenta 23 parámetros naturales y culturales y se construyó para cada parámetro un mapa temático correspondiente.

El análisis e interpretación de los diferentes parámetros y mapas temáticos elaborados, permitió delimitar el terreno en áreas azules, amarillas y rojas, dependiendo de sus características tanto naturales como culturales y su grado de afectación. Información que fue utilizada finalmente para construir un mapa de áreas homogéneas que permite visualizar las características generales del territorio y su problemática, así como un escenario positivo del área de estudio.

A partir del diagnóstico integral se determinó que los problemas ambientales más importantes del área de estudio están relacionados con procesos geológicos, geomorfológicos y antropogénicos, resaltando la pérdida de la cobertura forestal, la contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos y el crecimiento urbano desordenado en áreas de riesgo a inundaciones y deslizamientos.

El escenario positivo incluye la delimitación de al menos 5 zonas dentro del área de estudio, las cuales se diferencian entre sí, dependiendo de las actividades sugeridas para su restauración o su aprovechamiento más adecuado.

CAPÍTULO I

Introducción

1.1 JUSTIFICACIÓN

La localización de asentamientos humanos, su estructura interna y funcionamiento están fuertemente influenciados por los factores ambientales y, particularmente, por la configuración del terreno. En los países en desarrollo, una gestión poco efectiva de las tierras en zonas urbanas resulta en una generalizada degradación de suelos, agua y paisaje y en la ocupación de áreas riesgosas, pérdida de espacios verdes y de tierras agrícolas¹.

Alta Verapaz fue recientemente escenario de desastres naturales, que incluyen desde inundaciones y deslaves en zonas habitadas, hasta la degradación inminente de sus recursos naturales.

En la ciudad de Cobán, las inundaciones y los deslaves causados por las lluvias provocan afecciones serias a muchas familias del lugar, incluyendo pérdidas económicas por la destrucción de casas y hasta humanas (véase Anexo).

Durante las etapas de elevada precipitación se origina una serie de fenómenos que suele incrementarse debido a actividades humanas. Las vinculaciones de las tragedias con actividades antrópicas pueden ir desde inmediatas, tales como la obstrucción de cauces naturales, la deposición de basura en tragantes, el mal diseño de sistemas de conducción de aguas de lluvia; hasta vinculaciones de carácter un poco más profundo: desde el hecho de ubicar viviendas en lugares no adecuados para la construcción, producto de la falta de un ordenamiento territorial,

¹ Pereyra, Fernando X. *Geología urbana del área metropolitana bonaerense y su influencia en la problemática ambiental*. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 59, 2004, p394-410

hasta la asociación de las causas del desequilibrio climático como posible consecuencia del cambio global.

Y es que la ocupación humana del territorio en Guatemala se hace con el más flagrante irrespeto a los recursos naturales, ubicándose a veces asentamientos humanos en lugares que no solamente propician la depredación del ambiente sino que además no son aptos para su ocupación en términos de riesgos geológicos y ambientales. De esa cuenta, no solamente somos testigos del deterioro del agua dulce y los recursos del suelo por un avance de la frontera agrícola, sino que además hemos evidenciado la ocurrencia de catástrofes con pérdidas humanas, debido a la mala ubicación de los poblados en áreas susceptibles a fenómenos como los deslaves y las inundaciones.

El contexto hidrogeológico del municipio de Cobán se caracteriza por una geología predominantemente kárstica, una baja densidad de drenaje y una alta densidad de dolinas y ponors en rocas carbonatadas, por lo que se genera un ambiente vulnerable para la contaminación de los acuíferos y para los desastres ambientales asociados al karst.

La importancia de esta investigación radica en que la misma puede permitir la valoración del estado actual del medio ambiente con vista a mejorar la planificación y gestión ambiental en el territorio de los alrededores de la ciudad de Cobán. Para esto se describe de manera general los aspectos vinculados con el medio natural o físico y el socioeconómico o antrópico, permitiendo la identificación de los principales problemas ambientales que afectan al mismo, así como los principales peligros naturales y antrópicos a los que se exponen las comunidades que viven y se desarrollan dentro de ella.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Evaluar los alrededores de la ciudad de Cobán desde la perspectiva ambiental; incluyendo aspectos físicos y antrópicos para la obtención de un diagnóstico que sirva como insumo a un ordenamiento territorial.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a. Identificar los problemas ambientales del área de estudio para establecer una línea de base.
- b. Definir las causas de los principales problemas ambientales de la subcuenca de estudio para establecer una cadena de causalidad que explique la vulnerabilidad ambiental y las condiciones de inseguridad a que esté expuesta la población.
- c. Establecer un escenario positivo del área de estudio, en caso se realizara un ordenamiento territorial, para contribuir a la identificación de la visión territorial de futuro.

1.3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para la presente investigación se utiliza metodología cuantitativa y se desarrolla tomando en cuenta la metodología establecida por el *método científico*, llevando a cabo la siguiente secuencia de actividades:

1.3.1 Definición del problema

La definición del problema se realizó a partir de la observación de los problemas ambientales que ocurren tanto en la ciudad de Cobán como en sus alrededores. A partir de la identificación de los mismos, se formuló la pregunta de investigación siguiente:

¿Cuáles son las causas de los principales problemas ambientales que ocurren en los alrededores de la ciudad de Cobán?

1.3.2 Elaboración de hipótesis

A partir de la pregunta de investigación y si se considera que el medio ambiente está integrado por un geosistema o sistema físico, un biosistema o sistema biótico y un antroposistema o sistema antrópico², puede formularse la siguiente hipótesis:

El contexto geológico, las características geomorfológicas y la actividad antrópica podrían ser los principales factores que inciden en la ocurrencia de problemas ambientales en los alrededores de la ciudad de Cobán.

1.3.2.1 Las Variables

De acuerdo a la hipótesis planteada se identifican las variables siguientes:

a. Variable dependiente:

Problemas ambientales.

b. Variables independientes

Contexto geológico, características geomorfológicas y actividad antrópica.

² Olivera Acosta, Jorge, et al. *Diagnóstico geoambiental de la cuenca hidrográfica Ariguanabo*. disponible en www.iga.cu

1.3.3 Verificación o modificación de la hipótesis

Para la verificación o modificación de la hipótesis, se llevaron a cabo las siguientes actividades, cada una de las cuales se describe a continuación:

a. Recopilación de información

Se realizó a través de investigación bibliográfica y la revisión de estudios previos, incluyendo la construcción de una base digital de datos del medio.

b. Trabajo de campo

Esta etapa se realizó con el objetivo de hacer una recopilación directa de información e incluyó actividades como la identificación de los recursos naturales del área, el reconocimiento del contexto geológico y las características geomorfológicas, la observación de actividades antrópicas, entrevistas a pobladores y mediciones de campo.

c. Trabajo de gabinete

El trabajo de gabinete comprendió el análisis y procesamiento de la información obtenida y la elaboración del producto final de la investigación.

Este análisis de los datos y la información se realizó utilizando la metodología planteada por Diego Boca et al., en *Análisi paesaggistica*. Este método se basa en la recolección y clasificación de datos y consiste fundamentalmente en la yuxtaposición de mapas temáticos, con el objetivo de realizar un diagnóstico integral del área según su potencialidad y su uso.

Mediante esta metodología se recolectaron datos clasificados como operativos y no operativos. Los *datos operativos* son aquellos datos de los mapas temáticos que fueron considerados activos en la operación de yuxtaposición y sirvieron para la definición de áreas homogéneas de primer grado, las cuales

fueron representadas en mapas resúmenes, como áreas rojas, amarillas y azules. Los *datos no operativos* fueron los datos de los mapas temáticos no considerados en la operación de yuxtaposición de mapas, pero que fueron tomados en consideración para la definición de áreas homogéneas de segundo grado.

La elaboración de los mapas de áreas homogéneas y el mapa resumen de la yuxtaposición, así como los significados de las áreas definidas, son explicados con más detalle en el capítulo III.

1.4 UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL ÁREA

El área de estudio se localiza en los alrededores de la ciudad de Cobán, cabecera del departamento de Alta Verapaz (mapa 1). La ciudad de Cobán se localiza en las coordenadas geográficas 15°27' latitud Norte y 90°22' longitud Oeste y se ubica a 1316 metros sobre el nivel del mar.

La extensión del área de estudio es de 54 kilómetros cuadrados y sus vértices corresponden a las coordenadas UTM que se muestran en la tabla siguiente (tabla 1.1):

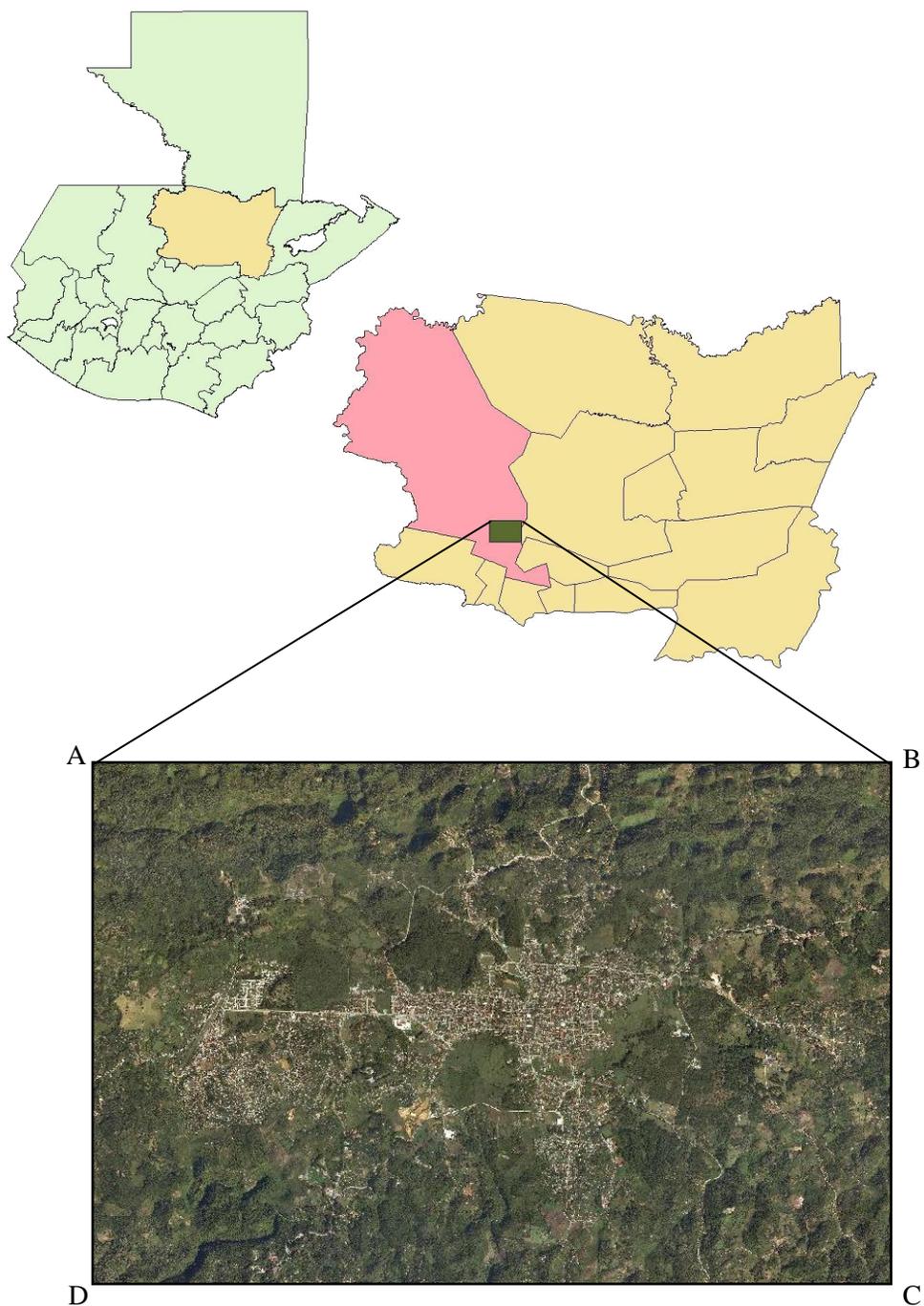
Tabla 1.1. Coordenadas del área de estudio

| VÉRTICE | COORDENADAS | |
|---------|-------------|--------|
| | Norte | Este |
| A | 1715000 | 777000 |
| B | 1715000 | 786000 |
| C | 1709000 | 786000 |
| D | 1709000 | 777000 |

Fuente: Elaboración propia, con base en la hoja topográfica Cobán. IGN

El mapa 2 muestra a detalle el área de estudio y el mapa 3 corresponde al mapa base del área, que constituye la base topográfica de la cartografía sucesiva.

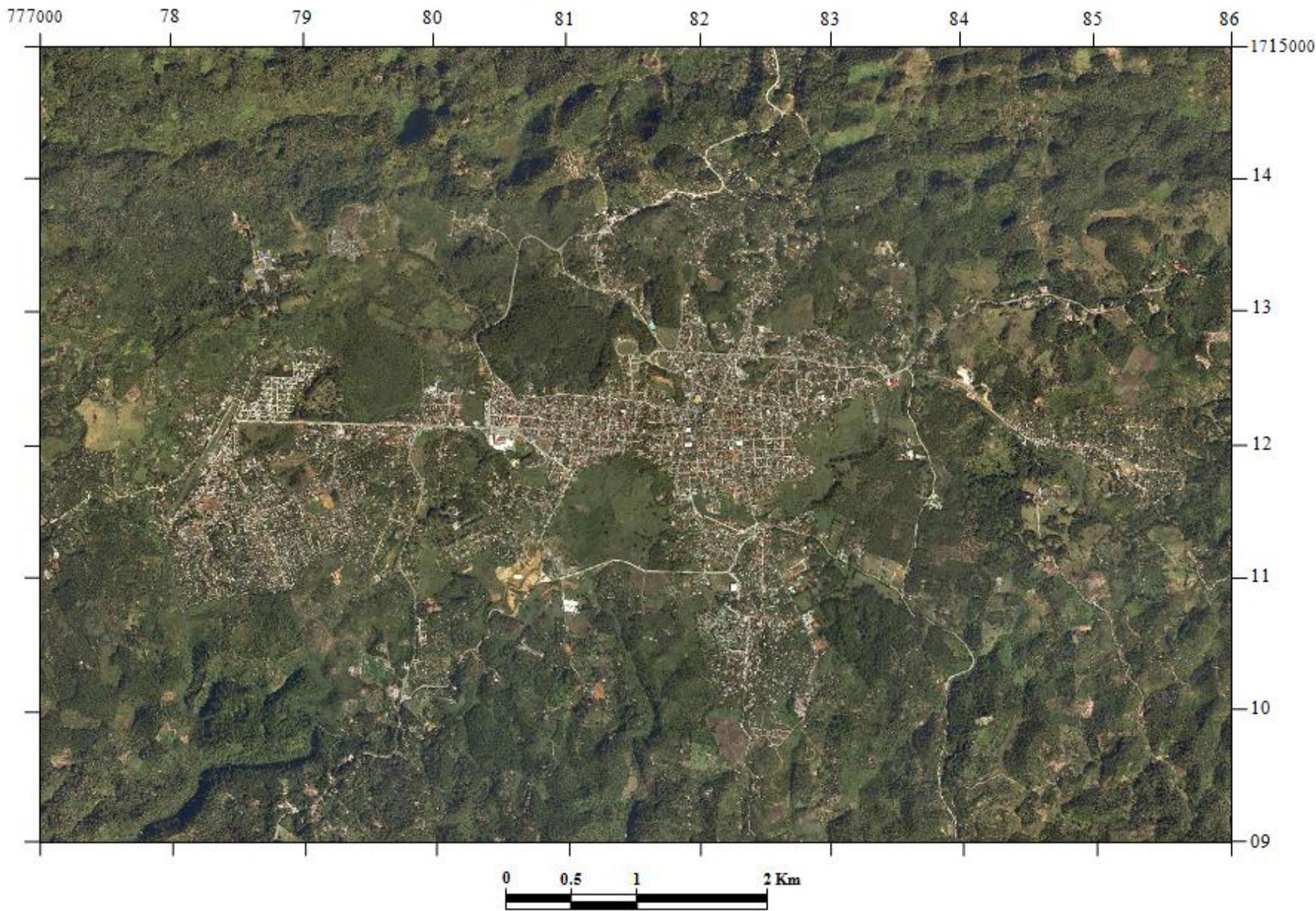
Mapa 1. Ubicación relativa



Área de estudio

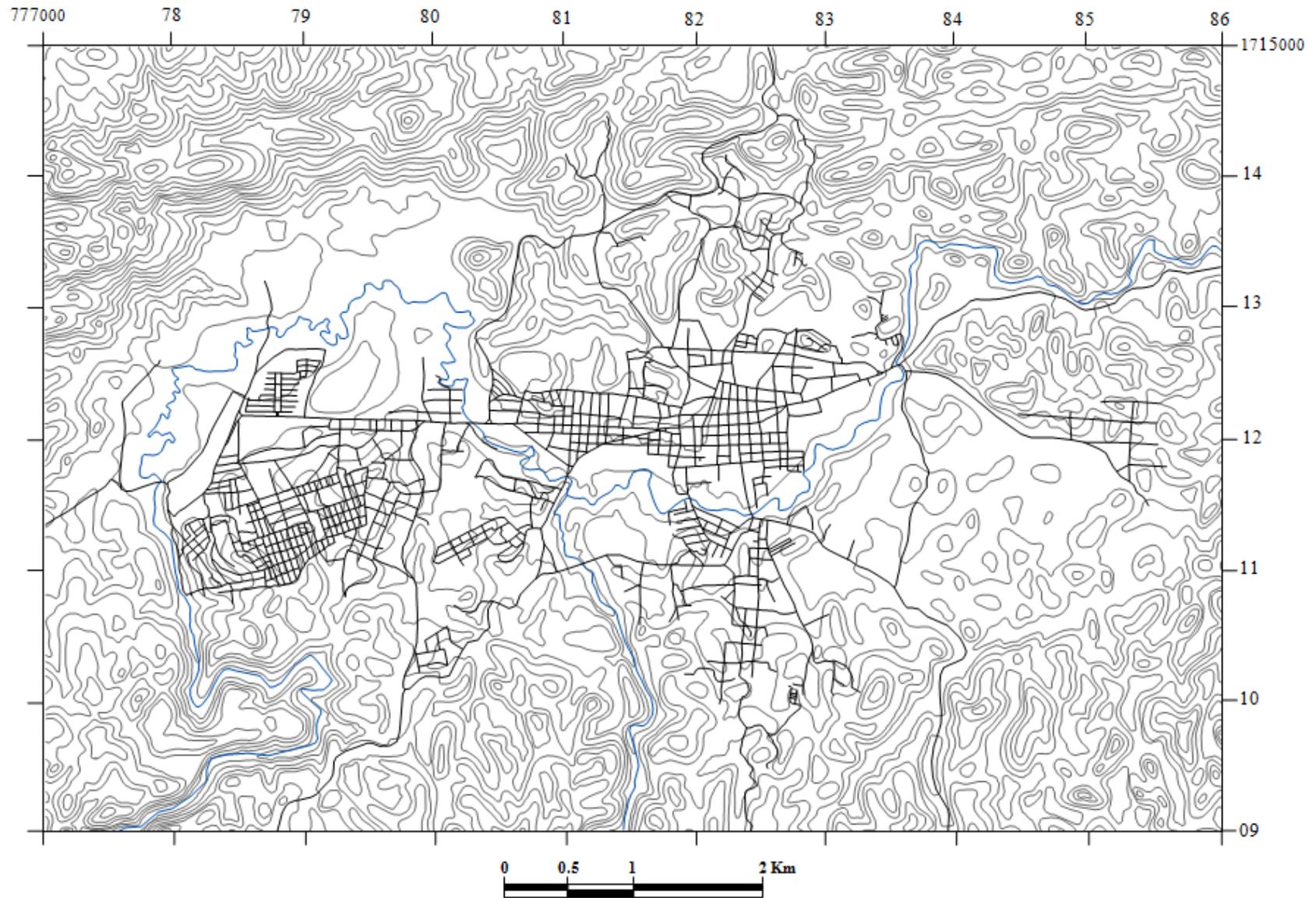
Fuente: elaboración propia

Mapa 2. Área de estudio



Fuente: elaboración propia a partir de las ortofotos de Cobán

Mapa 3. Mapa Base



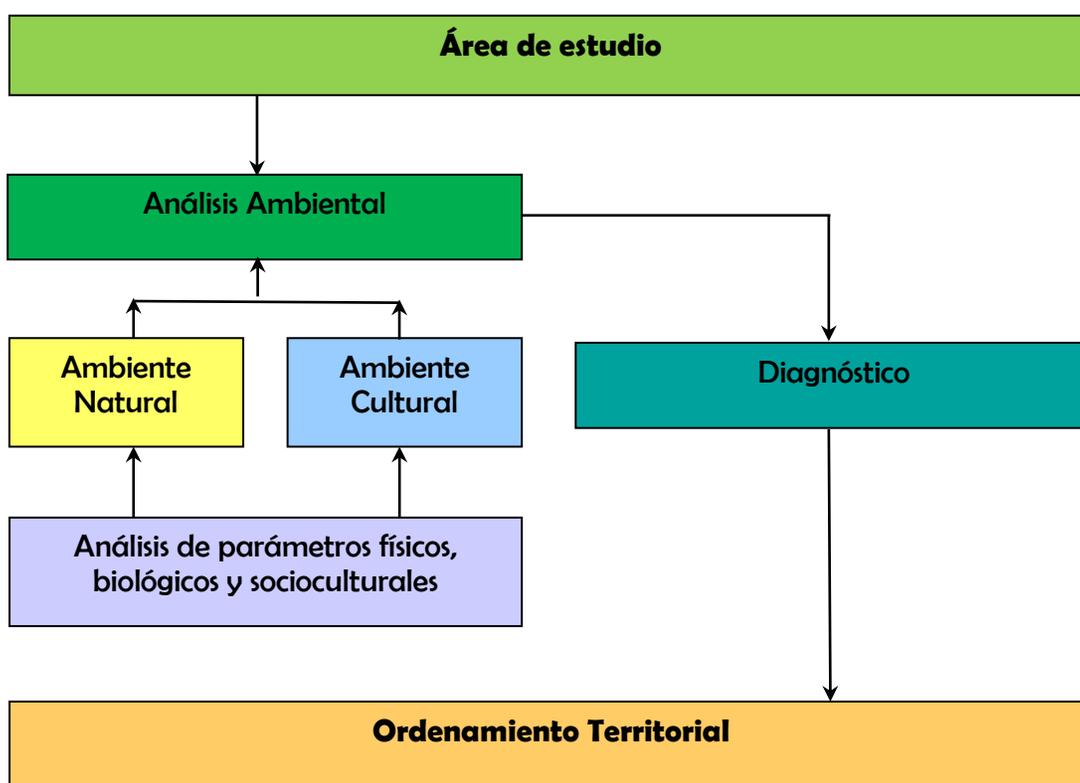
Fuente: elaboración propia a partir de la hoja cartográfica Cobán. IGN

CAPÍTULO II

Marco Teórico

El marco teórico que se presenta a continuación se desarrolla a partir de la elaboración del siguiente mapa conceptual (Gráfica 2.1).

Gráfica 2.1
Mapa conceptual



Fuente: elaboración propia

2.1 ANÁLISIS AMBIENTAL

El análisis ambiental se basa en la determinación de la compatibilidad de la actividad humana y su ambiente, como resultado de la intervención del hombre en su entorno.

Para el análisis ambiental, se considera al área rural o al área urbana como ecosistemas y en consecuencia, la necesidad del diagnóstico para el planteamiento y las intervenciones posteriores. En este sentido, el sistema ambiental consta de elementos que se interrelacionan armónicamente o no, en un proceso constante de efectos y contra efectos, de tal manera que a una acción por parte de un componente, sucede una reacción por parte de los otros componentes³.

2.1.1 El ambiente natural

Está conformado por el ambiente físico y el ambiente biológico. El ambiente físico incluye aquellos recursos abióticos que constituyen el sustrato que requieren los seres vivos. El ambiente biológico está constituido por los factores bióticos del ambiente, que fundamentalmente se refieren a la flora y la fauna del medio⁴.

El ambiente natural debe percibirse como un conjunto de recursos o función natural a ser manejada, conservada, mantenida y como un riesgo a ser evitado con la intención de lograr un desarrollo sostenible en tiempo y espacio para las futuras generaciones⁵.

El análisis del ambiente natural se basa en la determinación de parámetros tales como climatología, topografía, pendientes, exposiciones, geología, pedología, hidrología, cobertura vegetal, zoología, valores escénicos y monumentos naturales, desastres naturales y geomorfología⁶.

³ Modificado de presentaciones de clase Arq. Susana Palma de Cuevas.

⁴ *Ídem*

⁵ *Ídem*

⁶ Boca, Diego, et al. *Analisi Paesaggistica*. Pirola Editore. Segunda edición. Milán, 1990

2.1.2 El ambiente cultural

Está constituido por todas las acciones realizadas por el hombre, en lo que se refiere a su componente histórico como también a sus consecuencias futuras sobre el territorio.

El análisis del ambiente cultural se basa en la determinación de parámetros socioculturales, a saber, el uso del suelo, demografía y servicios, red vial, propiedad y valor de la tierra, áreas protegidas, categorías de uso, uso turístico, desastres antrópicos, arqueología, valores arquitectónicos y tradiciones⁷.

2.2 LOS PROBLEMAS AMBIENTALES: causas y efectos

Los problemas ambientales se determinan desde la perspectiva de Eldon Enger, y Bradley Smith⁸, quienes establecen que cada región del mundo tiene ciertos problemas ambientales que son de preocupación primaria debido a la mezcla de población, modelos de usos de recursos y cultura.

Los problemas ambientales también son los problemas de las personas. Ocurren porque los usos que se le dan a los recursos naturales producen un ambiente mermado para otros individuos de la región, aun cuando algunas personas creen que el deterioro está justificado⁹.

2.2.1 Impactos Ambientales

Al efecto que una determinada acción humana produce en el medio ambiente se le denomina impacto ambiental.

⁷ Modificado de presentaciones de clase Arq. Susana de Cuevas, Boca, Diego, et al. *Análisis Paesaggistica*. Pirola Editore. Segunda edición. Milán, 1990

⁸ Enger, Eldon; Smith, Bradley. *Ciencia Ambiental: un estudio de interrelaciones*. McGraw-Hill Interamericana Editores. Décima Edición, 2006.

⁹ *Ídem*

La referencia a utilizada para la definición del impacto ambiental la constituye el Acuerdo Gubernativo 23-2003 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. En éste, se define el impacto ambiental como cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida, diferenciándose del impacto ambiental potencial que se refiere al efecto positivo o negativo latente que podría ocasionar un proyecto, obra, industria o actividad sobre el medio físico, biológico y humano¹⁰.

En ese sentido, es evidente que el ser humano es capaz de modificar el medio ambiente con sus actividades, de tal manera que conforme el ser humano evoluciona, evolucionan también sus técnicas para servirse de la naturaleza.

Hoy, la presión demográfica y la demanda sin precedentes a la que el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico someten al medio ambiente, están produciendo un declive cada vez más acelerado en la calidad de éste y en su capacidad para sustentar la vida.

La presión sobre los recursos naturales debido a la superpoblación tiene consiguientes consecuencias sociales, económicas y políticas. El volumen, la distribución, el crecimiento y el desplazamiento de la población están estrechamente relacionados con los problemas globales de pobreza, agotamiento de los recursos y degradación del medio ambiente. Según estudios recientes, si las previsiones actuales de crecimiento de la población son correctas y las pautas de actividad humana en el planeta no cambian, la ciencia y la tecnología no van a

¹⁰ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, *Acuerdo Gubernativo 23-2003 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental*. Guatemala

poder impedir la degradación irreversible del medio ambiente ni la creciente pobreza de gran parte del mundo¹¹.

Dentro de los impactos ambientales más sobresalientes se pueden mencionar:

- a. La contaminación: que consiste en la impregnación del aire, el agua o el suelo con productos que afectan a la salud del hombre, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas.
- b. La pérdida de tierras vírgenes: lo cual ocurre debido a que un número cada vez mayor de seres humanos empieza a cercar las tierras vírgenes que quedan, incluso en áreas consideradas más o menos a salvo de la explotación.
- c. La erosión del suelo: problema ambiental que se está acelerando en todos los continentes y está degradando hectáreas de tierra de cultivo y de pastoreo, lo que representa una seria amenaza para el abastecimiento global de víveres. En países en vías de desarrollo como Guatemala, la creciente necesidad de alimentos y leña tiene como resultado la deforestación y cultivo de laderas con mucha pendiente, lo que produce una severa erosión de las mismas. La erosión del suelo y la pérdida de las tierras de cultivo y los bosques reducen además la capacidad de conservación de la humedad de los suelos y añade sedimentos a las corrientes de agua, los lagos y los embalses.
- d. La demanda de agua y aire: esto provoca un progresivo descenso tanto en la calidad como en la disponibilidad de estos recursos naturales.

¹¹ Microsoft Corporation 1993-2006. *Microsoft Encarta 2007*.

2.2.2 Riesgos geológicos y desastres

Los conceptos de desastres, amenazas y riesgos se toman de Dorothy Merritts et al.¹² Según sus definiciones, los desastres naturales son cambios ambientales súbitos y destructivos, que suceden como resultado de procesos geológicos lentos pero que ocurren sin previo aviso. Una amenaza geológica se define como un proceso o fenómeno natural con potencial para el desastre. Por su parte, el riesgo se refiere a la magnitud del daño, pérdidas o muertes potenciales debidas a una amenaza en particular.

En Cobán, dentro de los riesgos geológicos que pueden ocasionar desastres pueden mencionarse problemas de inundación de bordes ribereños, deslizamientos y algunos otros riesgos geológicos asociados al karst, tales como las subsidencias y los colapsos del terreno.

En el estudio de los posibles desastres son fundamentales los principios básicos de la ecología, concretamente aquellos que permiten identificar qué es natural, qué es consecuencia de la actividad humana y qué se debe a ambas causas.

2.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Respecto al ordenamiento territorial, se toma como referencia el concepto de planeación de uso del uso de suelo propuesto por Eldon Enger y Bradley Smith¹³.

¹² Merritts, Dorothy; De Wet, Andrew; Menking Kirsten. *Environmental Geology: An Earth System Science Approach*. W.H. Freeman and Company. 1998.

¹³ Enger, Eldon; Smith, Bradley. *Ciencia Ambiental: un estudio de interrelaciones*. McGraw-Hill Interamericana Editores. Décima Edición, 2006.

2.3.1 ¿Qué es el Ordenamiento Territorial?

Una gran porción de la superficie terrestre es transformada por la actividad humana. La mayor parte de este cambio ocurre cuando la gente convierte el terreno a tierras de cultivo y pastoreo, pero, en nuestro mundo moderno, extensiones importantes son cubiertas con edificios, calles, autopistas y otras invenciones de la sociedad. En muchos casos, las ciudades crecieron sin la evaluación y determinación del uso más apropiado del suelo.

El ordenamiento territorial es una herramienta importante, ya que no solamente permite minimizar riesgos asociados a actividades humanas, sino que debido a que establece el potencial de las diferentes zonas del territorio, permite entonces, definir zonas aptas para cada uso, tales como zonas de conservación, zonas de crecimiento urbano, zonas de cultivo, entre otras.

Al hacer ordenamiento territorial se evitan problemas, dentro de los que pueden mencionarse la destrucción de bosques, el crecimiento de la frontera agrícola y la degradación del suelo. En ese sentido, la planificación racional constituye un instrumento indispensable para conciliar las diferencias que puedan surgir entre las exigencias del desarrollo y la necesidad de proteger y mejorar el medio ambiente.

2.3.2 Importancia del diagnóstico geoambiental para el ordenamiento del territorio

El ordenamiento territorial es el fin que se plantea a través de la correcta planeación del uso del suelo.

La planeación del uso de suelo es un proceso de evaluación de las necesidades y deseos de la población, las características y valores del suelo, y varias soluciones alternativas al uso de una superficie de terreno en particular antes de que se

realicen cambios. Las cualidades únicas de porciones específicas de terreno impiden ciertos usos, se acomodan medianamente a unos, pero son muy adecuados para otros. Por ejemplo, los bordes de la ribera de un río no son apropiados para construir estructuras permanentes, se ajustan de manera sencilla a usos recreativos como parques, pero son más útiles como reservas naturales. Es sencillo convertir el terreno cerca de las ciudades en usos residenciales, pero este podría ser más valioso para el cultivo de frutas y vegetales que la gente necesita. Esto aplica de manera especial cuando el suelo de cultivo es escaso cerca de los centros urbanos. Para tomar buenas decisiones respecto del uso del suelo, cada pieza de terreno debe ser evaluada al igual que cada uno de los usos en conflicto que se le asignan¹⁴.

La planeación del uso del suelo entraña la recolección de datos, la proyección de necesidades y el desarrollo de mecanismos para implementar el plan¹⁵. En este sentido, la importancia del diagnóstico geoambiental es que a través de este estudio se realiza una evaluación de las características geográficas, geológicas, biológicas, históricas y culturales del terreno, aportando los datos necesarios para implementar los planes de ordenamiento territorial.

¹⁴ Enger, Eldon; Smith, Bradley. *Ciencia Ambiental: un estudio de interrelaciones*. McGraw-Hill Interamericana Editores. Décima Edición, 2006. p16

¹⁵ *Ídem*

CAPÍTULO III

Caracterización del área

Para la caracterización del área se utiliza como base la metodología de Diego Boca et al., planteada en *Análisis Paesaggistica*.

Esta metodología de análisis se basa en la elaboración e interpretación de **mapas temáticos**. Los datos contenidos en estos mapas temáticos son clasificados como datos operativos y no operativos. Los *datos operativos* son aquellos que se consideran activos en la operación de yuxtaposición y sirven para definir áreas homogéneas de primer grado. Los *datos no operativos* son aquellos no considerados en la operación de yuxtaposición de mapas, pero que se utilizan en la definición de áreas homogéneas de segundo grado.

Las áreas homogéneas definidas mediante la caracterización pueden clasificarse de la siguiente manera:¹⁶

Áreas Rojas: Son áreas degradadas ambientalmente hablando, contaminadas o de alto riesgo, debido principalmente a la actividad antrópica. Son áreas que no pueden ser dejadas en la condición en que actualmente se encuentran, por lo que es recomendable el diseño de programas de restauración y saneamiento.

Áreas Amarillas: Son áreas de gran valor económico, social y científico, en las cuales no es recomendable la modificación del territorio. Para estas áreas se aconseja el desarrollo de proyectos piloto de conservación.

Áreas Azules: Son áreas de gran valor natural y arquitectónico, para las cuales es recomendable el diseño de programas de manejo con normas adecuadas a las características encontradas.

¹⁶ Boca, Diego, et.al. citado en Palma, Susana, *Análisis y Manejo Integrado del Patrimonio Natural y Cultural para el Desarrollo de San Andrés Xecul, Totonicapán*. USAC, Guatemala 1994

Áreas Blancas: Son áreas de normal valor natural y arquitectónico, para las cuales es aconsejable el diseño de programas de manejo con normas adecuadas.

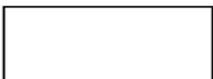
De la yuxtaposición de los mapas temáticos, con áreas rojas, azules y amarillas, previamente definidas, se obtuvieron los **mapas de cobertura**. Se forma un mapa de cobertura por cada color de área, y de la yuxtaposición de estos mapas de cobertura, finalmente se obtiene el mapa resumen de la yuxtaposición.

Los mapas de cobertura, el mapa resumen de la yuxtaposición y la subdivisión en áreas homogéneas de primero y segundo grado, son explicadas con más detalle en el capítulo IV.

En la gráfica 3.1 se muestra la forma de representación gráfica mediante los colores rojo, amarillo, azul y blanco, así como las sobreposiciones en yuxtaposición.

Gráfica 3.1.
Colores utilizados en mapas temáticos, de cobertura y en yuxtaposición

- α. Código de colores utilizado en los mapas temáticos 7, 10, 15, 17, 18, 19, 22, 31, 32, 34, 38, 39, 40 y 41

| | Porciones del territorio | Elementos solos |
|------------------------|---|--|
| Áreas rojas |  |  |
| Áreas amarillas |  |  |
| Áreas azules |  |  |
| Áreas blancas |  | |

- b. Código de colores utilizado en los mapas 42, 43, 44 y 45, mapas de cobertura y en yuxtaposición

| | Una yuxtaposición | Dos yuxtaposiciones | Tres yuxtaposiciones |
|-----------------|---|--|---|
| Áreas rojas |  | | |
| Áreas amarillas |  |  |  |
| Áreas azules |  |  |  |
| Áreas blancas |  | | |

Fuente: elaboración propia

3.1 PARÁMETROS NATURALES

3.1.1 Climatología

El departamento de Alta Verapaz se localiza en una región con variedad de climas. Según la clasificación climatológica de Thornthwaite, la cual se fundamenta básicamente en la consideración de elementos como temperatura, humedad y precipitación, la situación térmica del departamento es variada, esto debido principalmente a los contrastes producidos por la topografía de la región.

El tipo de clima para la ciudad de Cobán es B'2 b' A r, cuyas características se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.1 Características climáticas de la ciudad de Cobán

| SÍMBOLO | SIGNIFICADO | CARÁCTER DEL CLIMA |
|---------|-------------------------------------|---------------------------------|
| B'2 | Jerarquía de temperatura | Templado |
| b' | Tipo de variación de la temperatura | Con invierno benigno |
| A | Jerarquías de Humedad | Muy húmedo |
| R | Tipo de distribución de la lluvia | Sin estación seca bien definida |

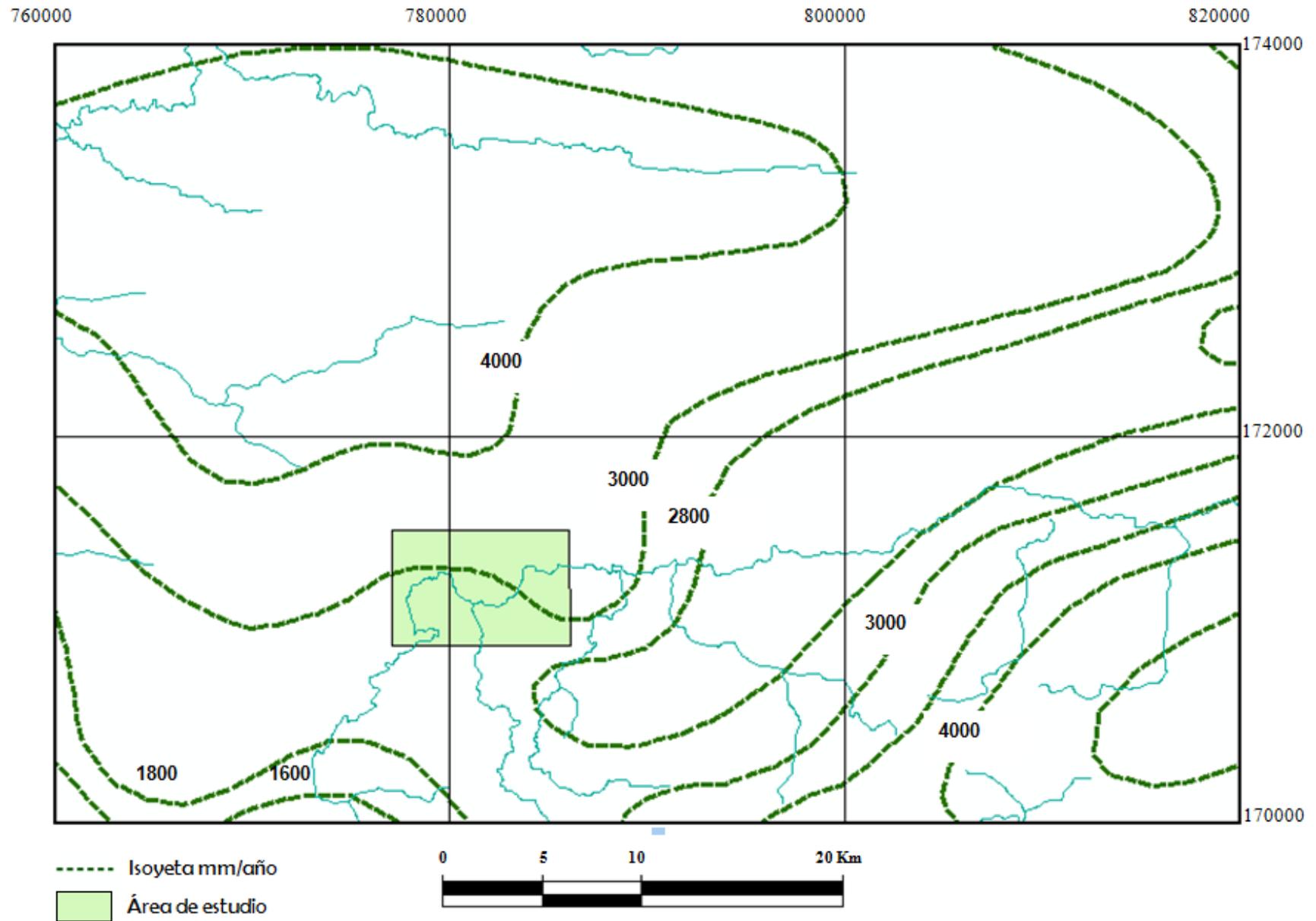
Fuente: Atlas Nacional de Guatemala. IGN. 1976

De igual forma, según la clasificación climática de Köppen, el clima que corresponde al área es Cfbig, que implica templados húmedos con inviernos benignos.

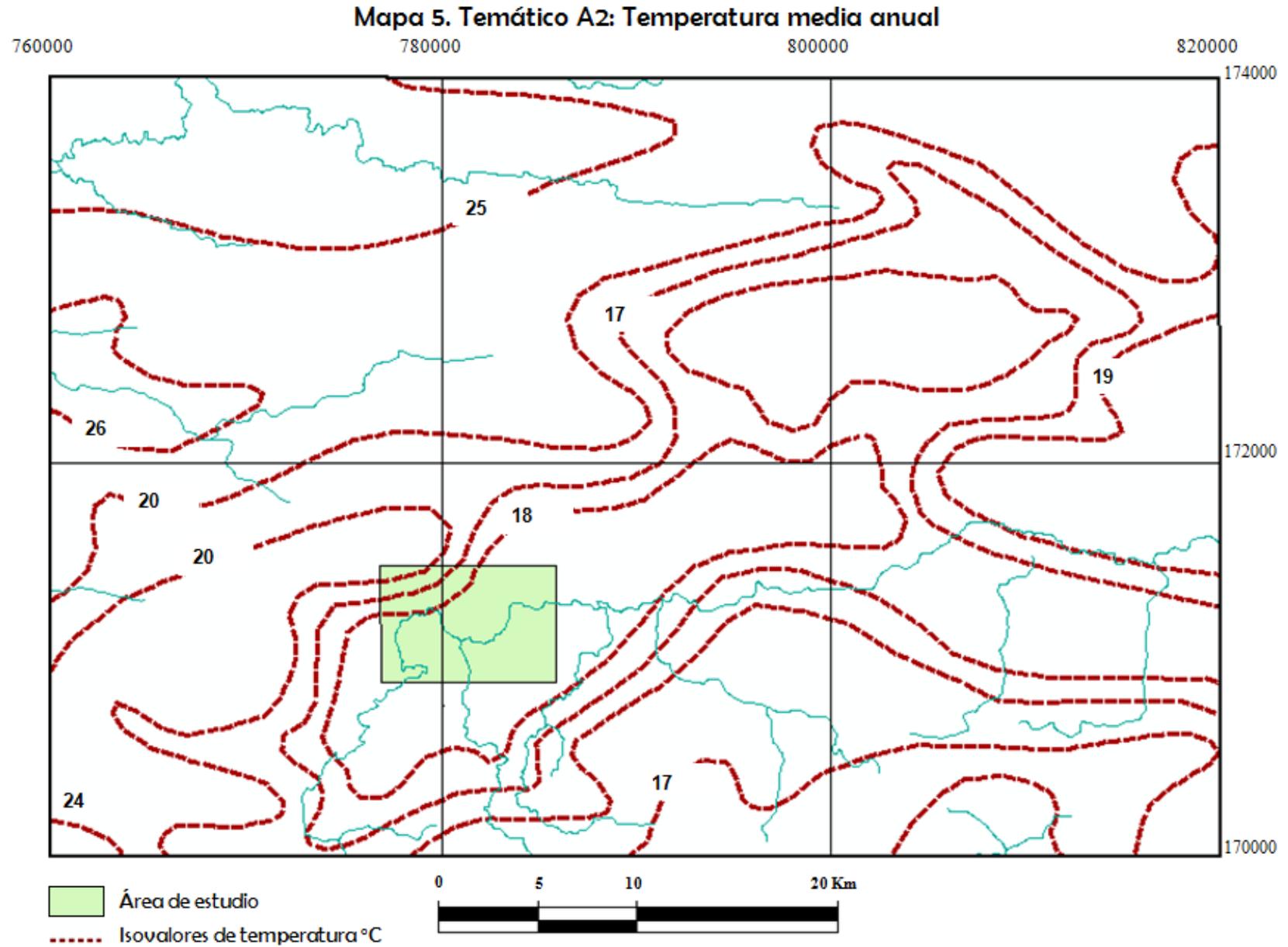
Según información de los mapas de SIG MAGA (Sistemas de Información Geográfica del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación), el área se ubica dentro de un rango de precipitación media anual de 2800 a 3000mm y una temperatura media de 18°C. En los mapas 4 y 5 se muestran las isoyetas de precipitación media anual y de temperatura media anual, respectivamente.

El análisis de la precipitación y la temperatura registrada en la ciudad de Cobán durante los últimos diez años (2000-2009), permite determinar un promedio de 2294 mm de lluvia anual y un promedio de temperatura media de 19.2°C. Las gráficas 3, 4 y 5, muestran la variación mensual de la precipitación, la temperatura media y la temperatura máxima y mínima, promedio de los últimos diez años.

Mapa 4. Temático A1: Precipitación promedio



Fuente: elaboración propia a partir del mapa de precipitación media anual para Alta Verapaz. MAGA



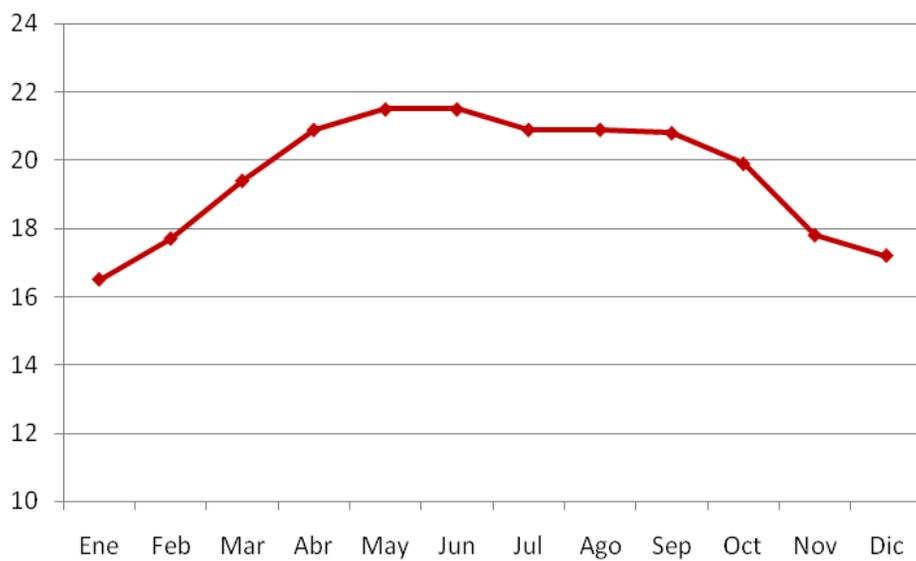
Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de temperatura media anual para Alta Verapaz. MAGA

Gráfica 3.2. Precipitación mensual promedio (2000-2009)



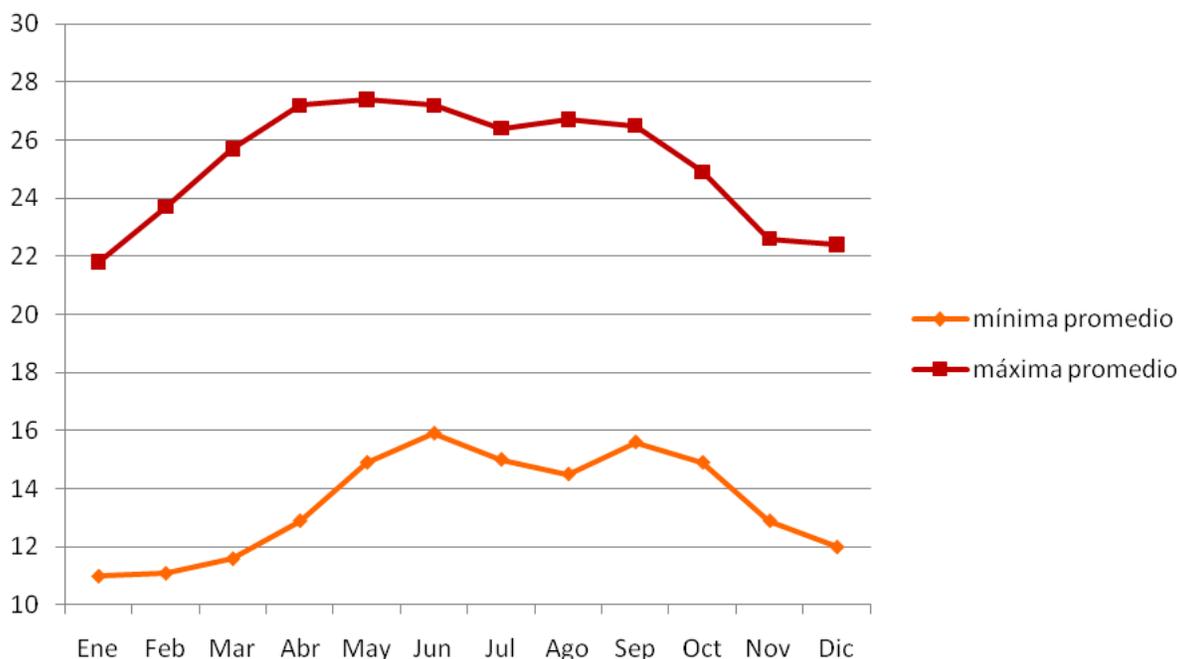
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de precipitación de la estación Cobán. INSIVUMEH

Gráfica 3.3. Temperatura media promedio (2000-2009)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de temperatura media de la estación Cobán. INSIVUMEH

Gráfica 3.4. Promedio (200-2009) de temperaturas máximas y mínimas



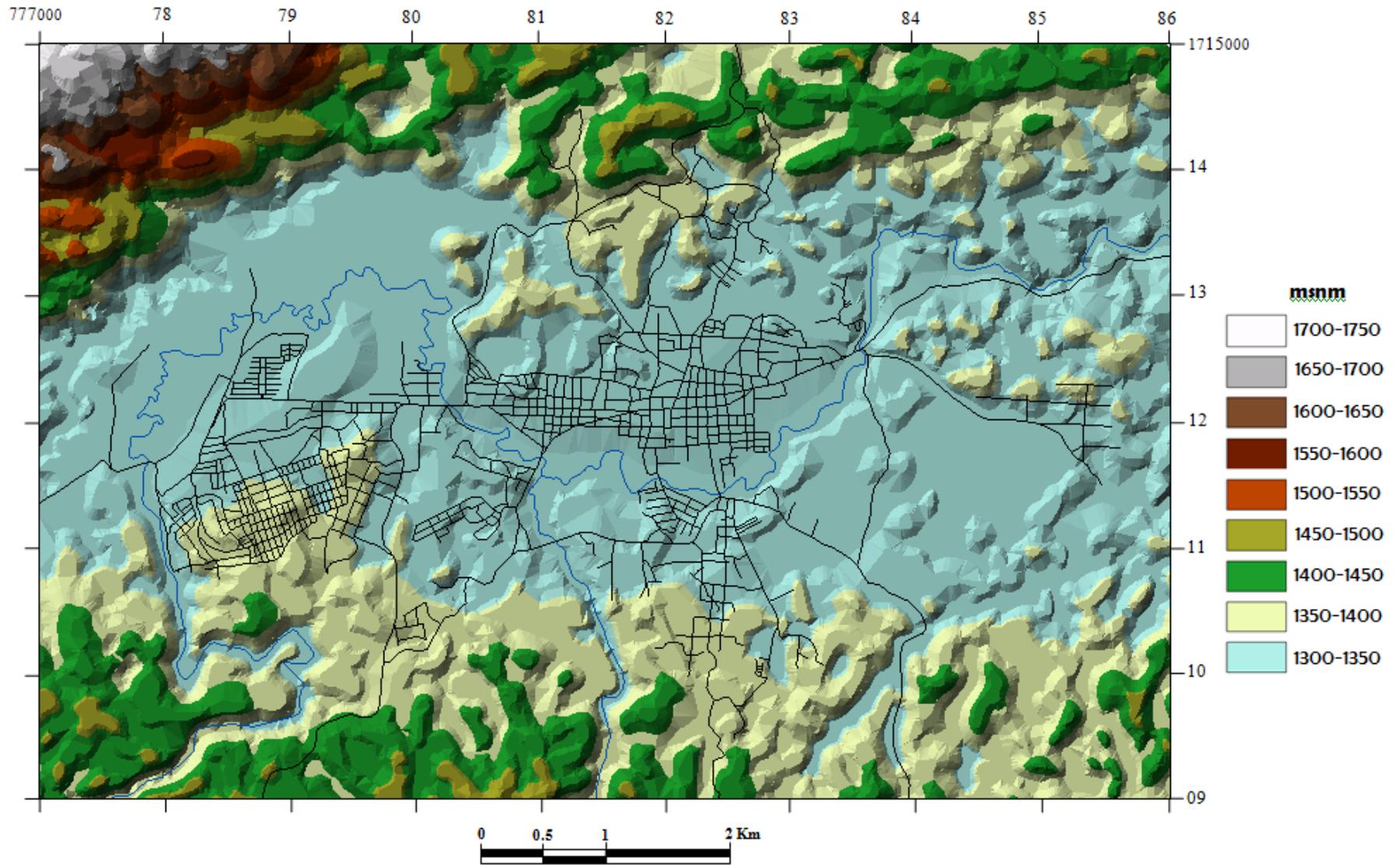
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de temperatura máxima y mínima promedio. Estación Cobán. INSIVUMEH

3.1.2 Topografía

Las curvas de nivel en el área indican alturas que varían en un rango aproximado de 1300 a 1700 metros sobre el nivel del mar (msnm). La ciudad de Cobán se ubica en la parte más baja del área, donde la altura sobre el nivel del mar está entre los 1300 metros.

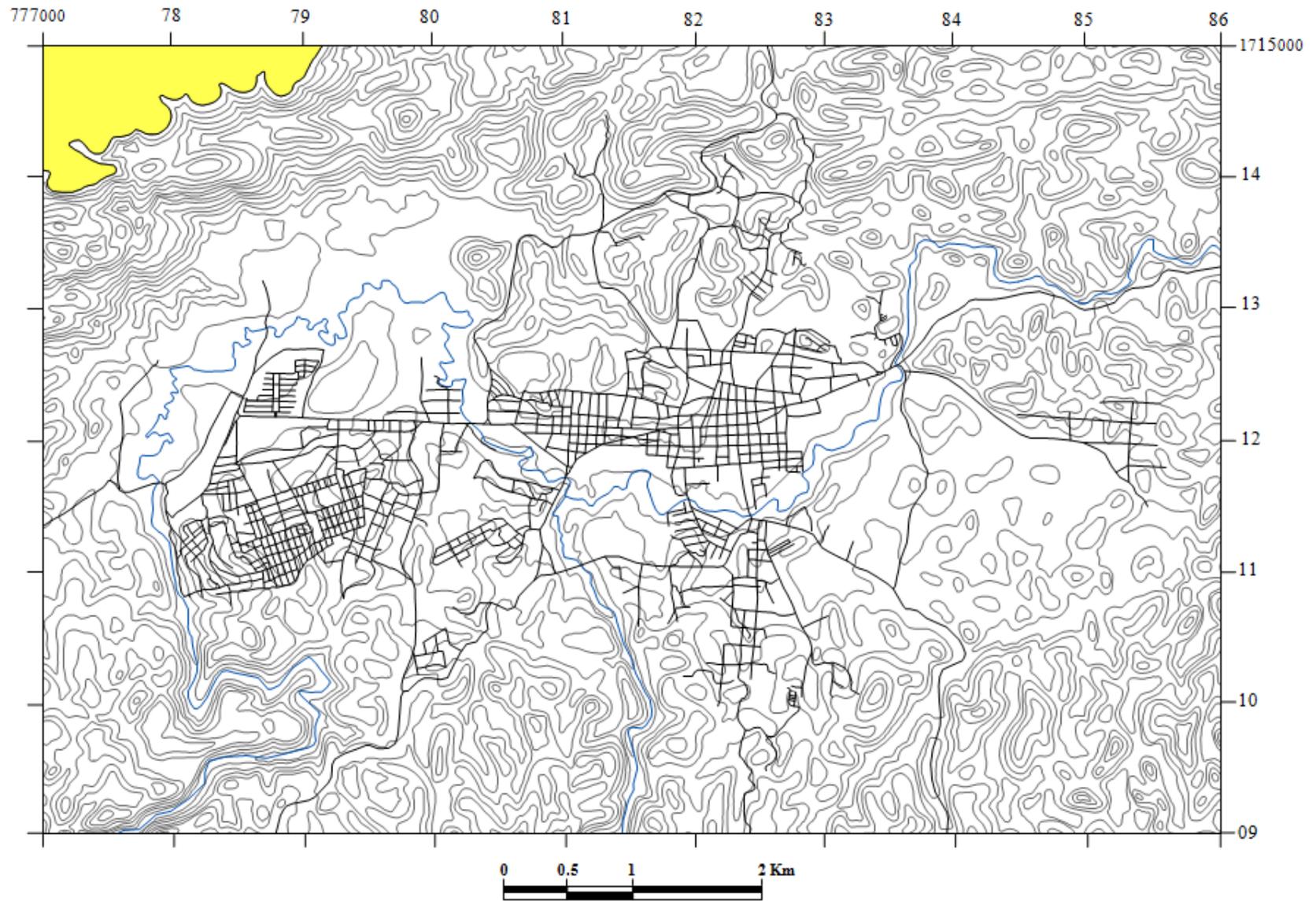
El mapa 6 es un modelo de elevación del área, elaborado a partir de las cotas o curvas de nivel, y el mapa 7 muestra las áreas consideradas amarillas debido a su altura sobre el nivel del mar. Para efectos de tamizaje, se consideran áreas amarillas todas aquellas que están sobre los 1,600 msnm.

Mapa 6. Modelo de Elevación



Fuente: elaboración propia a partir de las curvas de nivel de la hoja cartográfica Cobán. IGN

Mapa 7. Temático B: Topografía



Fuente: elaboración propia a partir de la hoja cartográfica Cobán. IGN

3.1.3 Pendientes

Las pendientes en el área presentan variaciones que van desde 0 a 12% en el centro de la subcuenca, hasta 55% en las partes altas.

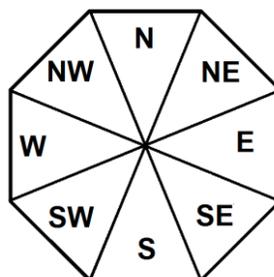
El mapa 8 es el mapa de pendientes del área. Las pendientes se agrupan en los rangos adecuados para su yuxtaposición con el mapa de exposiciones.

3.1.4 Exposiciones

Las exposiciones se refieren al ángulo de exposición de las laderas a la radiación solar.

En la gráfica 6, se muestran los ángulos de exposición. En el mapa 9, se representa la exposición de las laderas del área de estudio a los rayos solares.

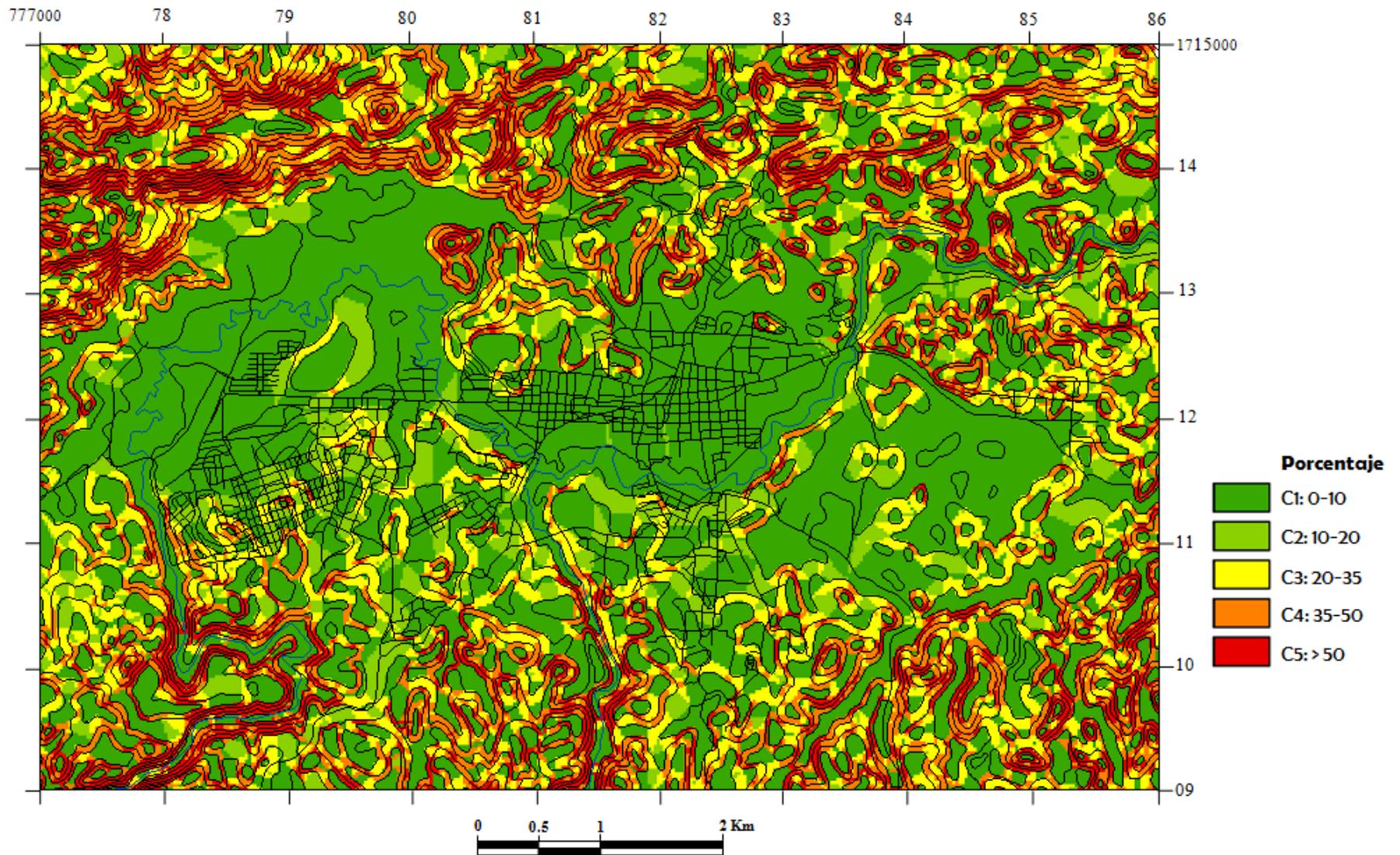
Gráfica 3.5. Exposiciones



Fuente: elaboración propia

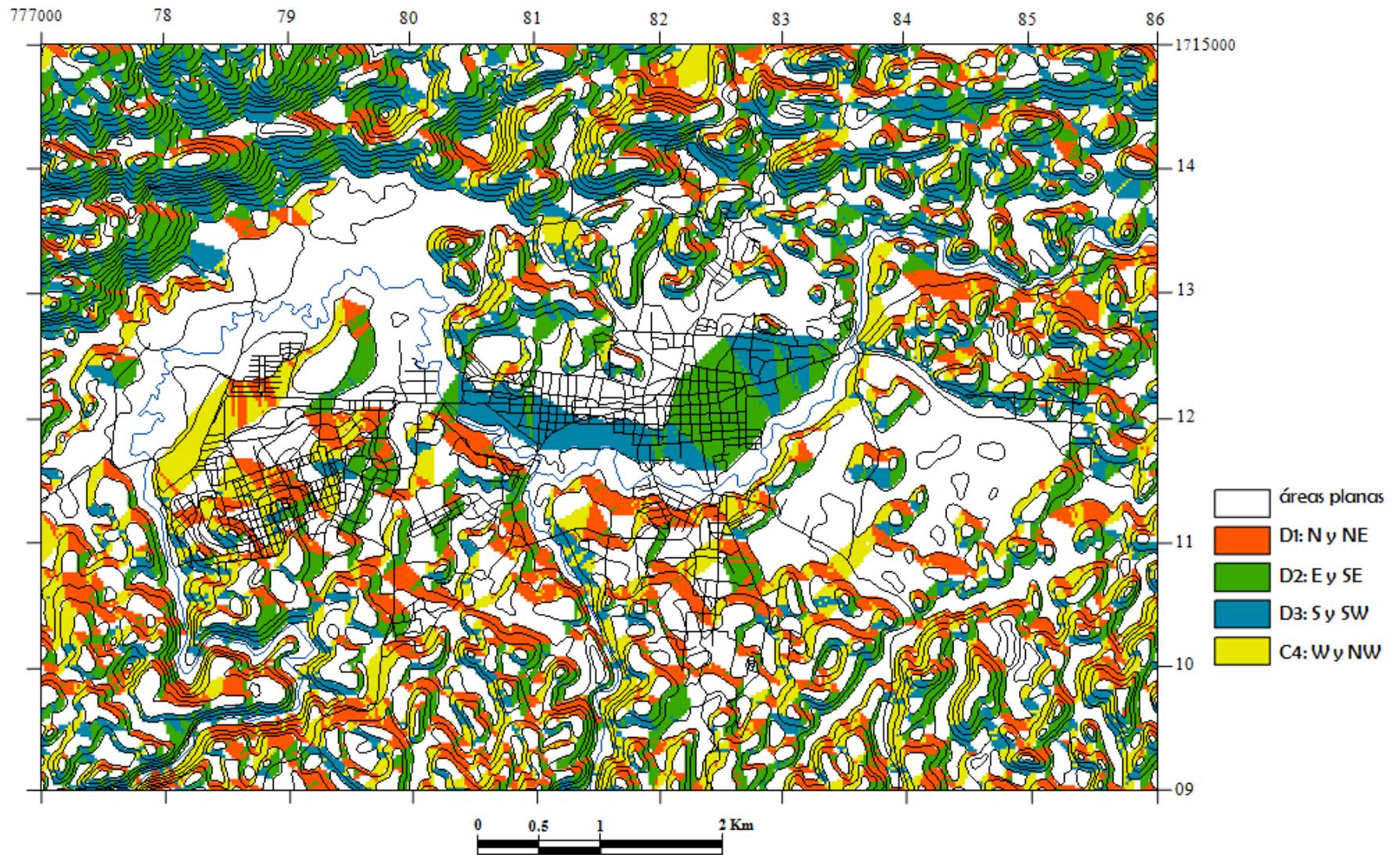
Para los fines de la caracterización, se ha sobrepuesto el mapa de topografía al mapa de exposiciones. De esta sobreposición, las áreas resultantes se muestran en el mapa 10, de la siguiente manera: áreas amarillas, todas las zonas C5 y C4 expuestas a Norte y Noreste (D1); y áreas azules, todas las zonas restantes C4 y C3 expuestas a Sur y Suroeste (D3).

Mapa 8. Temático C: Pendientes



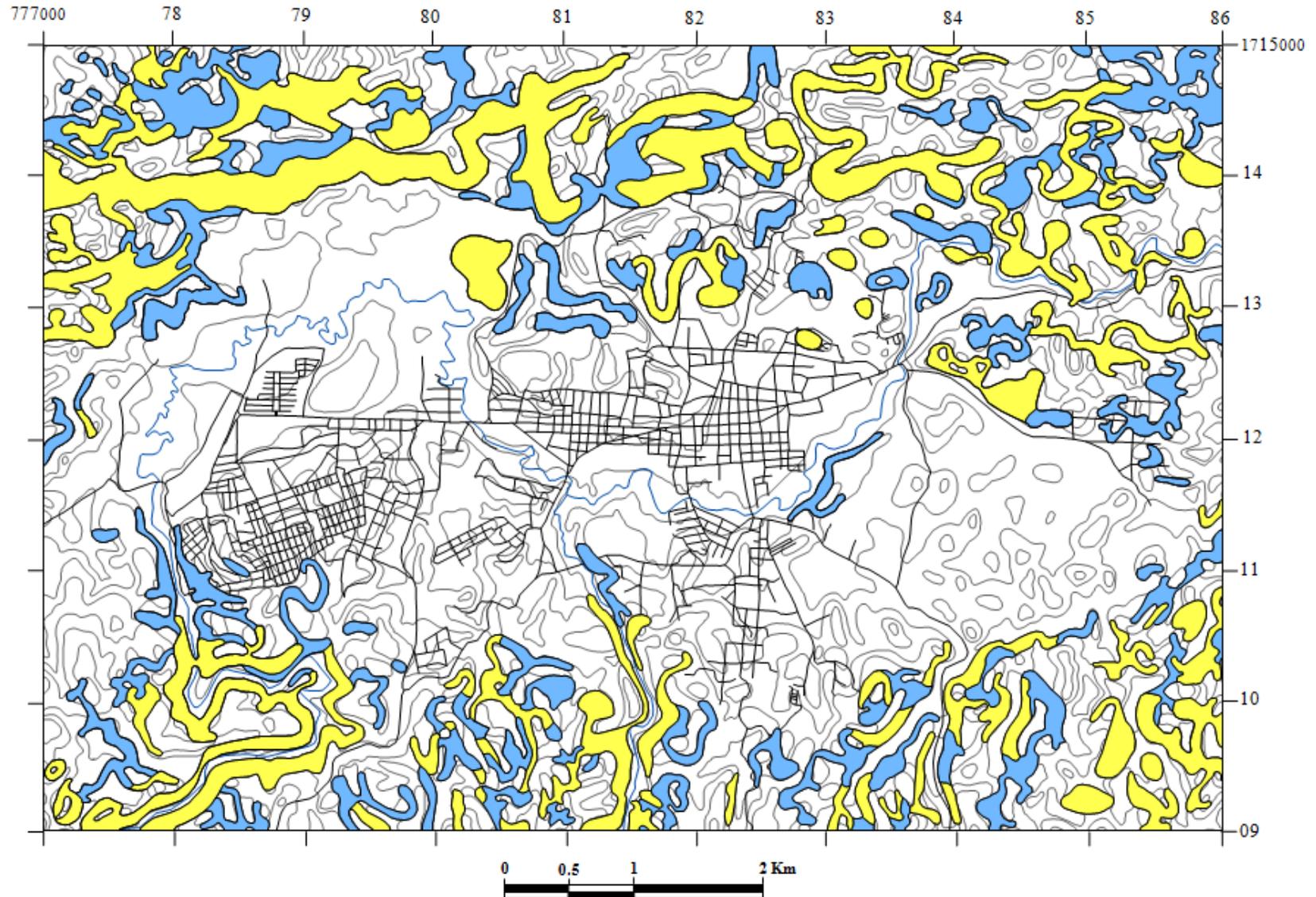
Fuente: elaboración propia a partir de las curvas de nivel de la hoja cartográfica Cobán. IGN

Mapa 9. Temático D: Exposiciones



Fuente: elaboración propia a partir de las curvas de nivel de la hoja cartográfica Cobán. IGN

Mapa 10. Yuxtapuesto de la topografía (C) y las exposiciones (D)



Fuente: elaboración propia a partir de los mapas de pendientes y exposiciones

3.1.5 Geología

Dentro de las principales unidades litoestratigráficas que es posible encontrar en el municipio de Cobán está la denominada Formación Cobán, la cual se localiza en la parte central y norte del departamento de Alta Verapaz, ocupando gran parte de su extensión. La formación se divide en dos miembros:

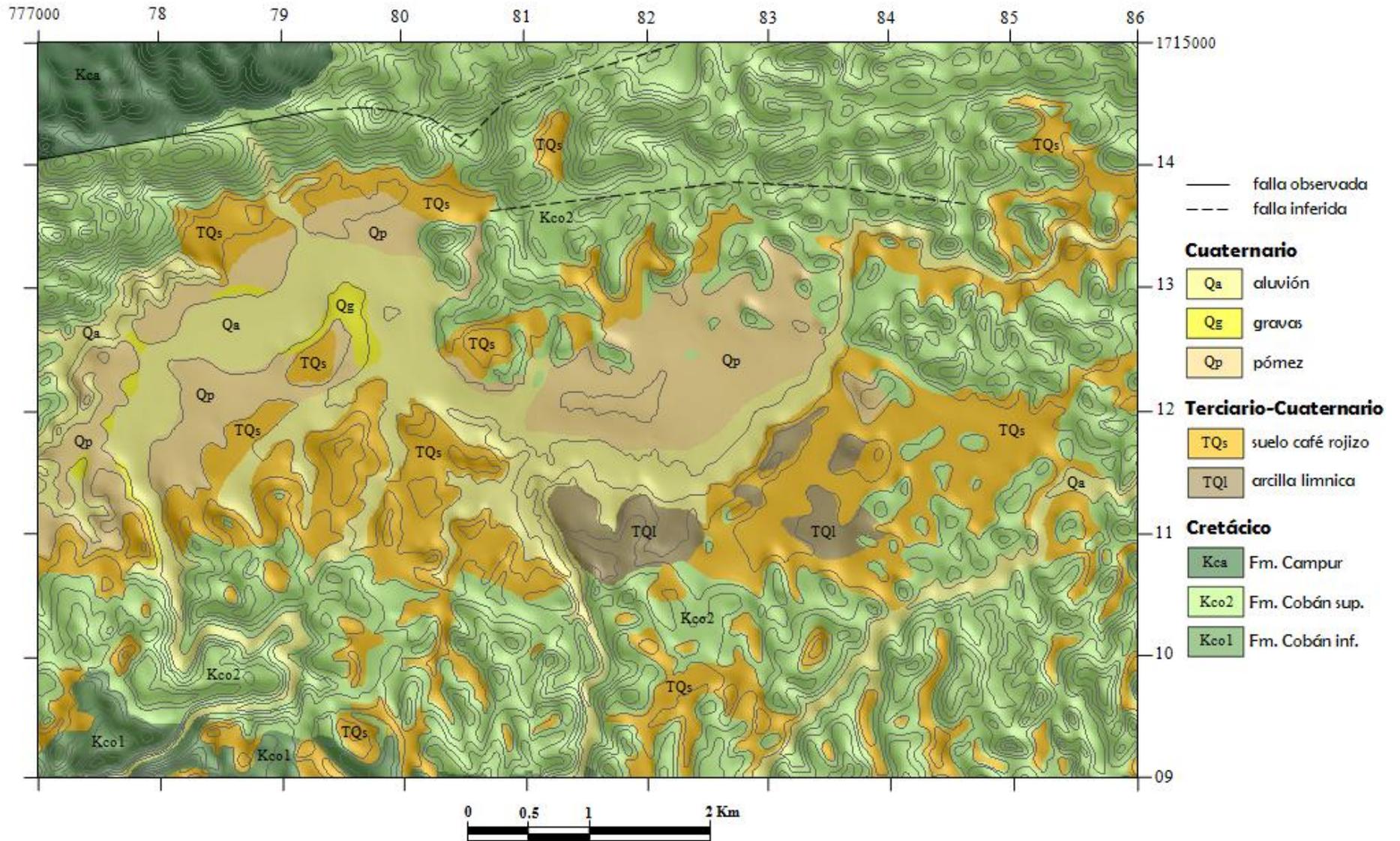
Miembro dolomítico inferior: que consiste en dolomías generalmente oscuras, calizas dolomíticas con miliólidos, capas de brechas métricas y pluridecamétricas de origen evaporítico y ocasionalmente algunas listas de calizas chérticas.

Miembro de caliza superior: que está compuesto de lodolita, wackestone o packestone con algunas listas de dolomitas y brechas, que pueden alcanzar los 20 centímetros. La parte superior de este miembro es una caliza de color claro y contiene piezas de rudistas y foraminíferos.

Además pueden aflorar en ciertas regiones rocas clásticas y depósitos cuaternarios, tales como depósitos de suelos, en parte redepositados y depósitos aluvionales.

El mapa 11 corresponde al mapa geológico del área. La litología comprende básicamente depósitos fluviales, suelos y aluviones (Qa), gravas de terrazas (Qg), pómez y depósitos pomáceos eólicos en parte redepositados (Qp), suelos café rojizos (TQs), arcilla limnica (TQl), Formación Campur, que consiste de calizas con fragmentos de rudistas, de edad Cenomaniano-Maestrichtiano (Kca), Formación Cobán superior, consistente de caliza foraminífera Albiano-Cenomaniano (Kco2), y Formación Cobán inferior, consistente básicamente de dolomita y caliza brechosa de edad Aptiano-Albiano.

Mapa 11. Temático E: Geología



Fuente: elaboración propia a partir de la hoja geológica Cobán. IGN

3.1.6 Taxonomía de Suelos

Según la clasificación de Series de Suelos de Simons, los suelos presentes en la subcuenca de los alrededores de la ciudad son suelos de origen volcánico y suelos de origen calcáreo, franco arenosos y franco arcillosos. Las series de suelos que más predominan son: Suelos Carchá, Suelos Cobán y Suelos Tamahú, los cuales se muestran en el mapa 12.

3.1.7 Hidrología

La geología de Cobán condiciona la existencia de dos ambientes hidrogeológicos. Uno constituido de rocas clásticas y otro, que constituye la mayoría del área, donde son abundantes las calizas y dolomitas karstificadas. Estos dos ambientes hidrogeológicos difieren significativamente en varias características geomorfológicas, a partir de las cuales, puede determinarse las zonas que podrían experimentar mayor recarga y también las zonas más vulnerables para la contaminación de aguas subterráneas.

La hidrología superficial está definida por el cauce del río Cahabón y los sistemas de canales mayoritariamente intermitentes que finalmente alimentan el cauce principal del río. Otro rasgo hidrológico importante lo constituye el río Mestelá, que desemboca al río Cahabón dentro del área de estudio.

Además de estas corrientes fluviales existen en el área otros cuerpos de agua menores, tratándose principalmente de lagunas y charcos intermitentes.

En el mapa 13 se muestran los ríos y cuerpos de agua.

Otro aspecto importante relacionado con la hidrología del área está constituido por las áreas sujetas a inundaciones. El mapa 14 muestra las zonas de inundación del área. Estas zonas de inundación se definen a partir de los desastres ocurridos el

13 de agosto de 2007, cuando debido a intensas lluvias que afectaron principalmente a Alta Verapaz, se ocasionaron, en términos de inundaciones y deslizamientos, impactos similares a los documentados para el huracán Mitch.

En el mapa 15, se muestran los datos de tamizaje correspondientes al sistema hidrológico del área. Las áreas amarillas corresponden a porciones de lecho de río que las aguas invaden en crecida, áreas sujetas a inundaciones estacionales, lagunas y manantiales. Las áreas azules corresponden al área de respeto de 50 metros de cada lado de la ribera de los ríos y cuerpos de agua secundarios.

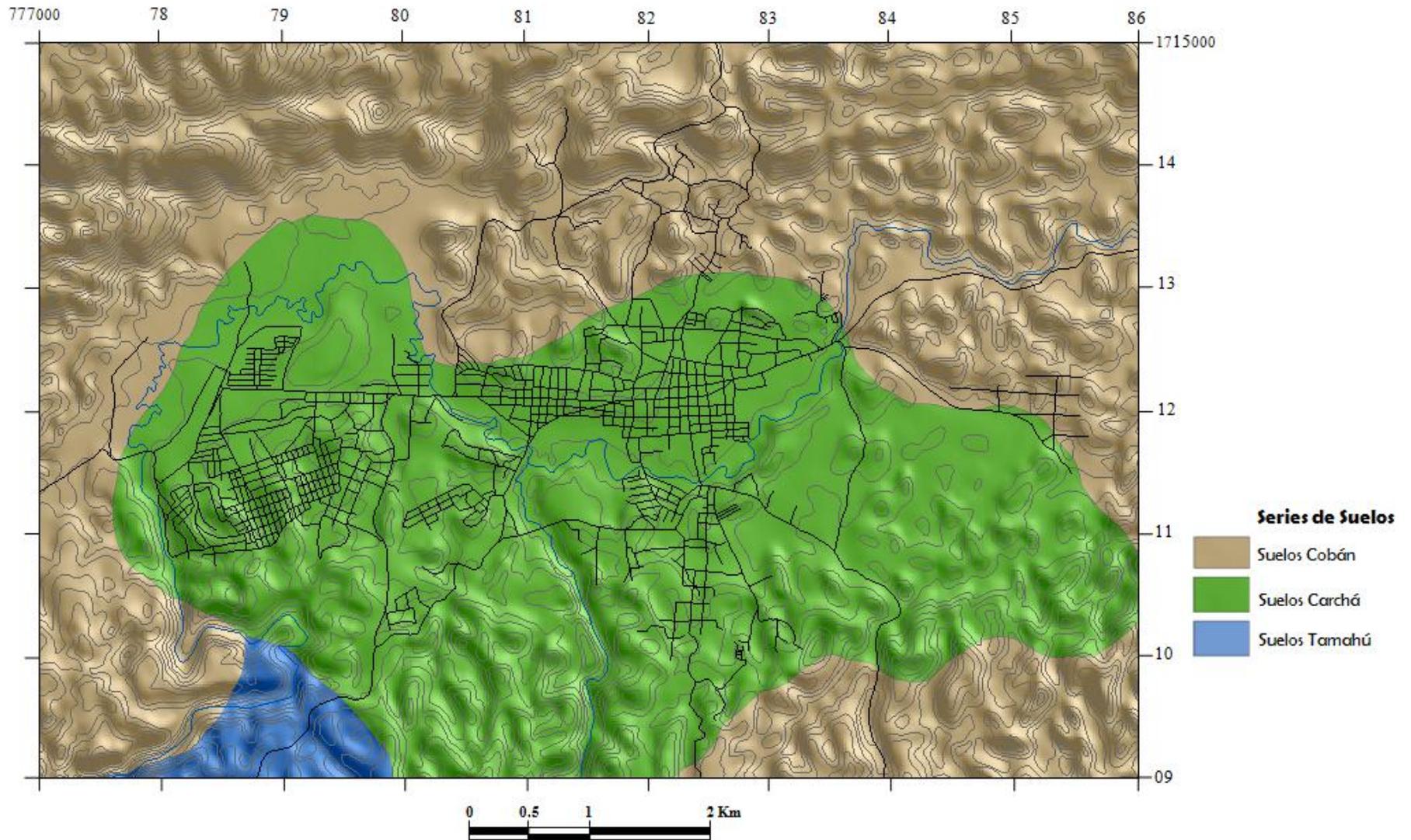
3.1.8 Cobertura Vegetal

El área de estudio se ubica dentro de la zona de vida clasificada por Holdridge como Bosque Muy Húmedo Subtropical (Bmh-S).

El mapa 24 corresponde a la cobertura y uso actual del suelo del área. El mapa 16 muestra únicamente la cobertura vegetal, donde puede observarse que ésta consiste principalmente de árboles dispersos, bosques, pastos naturales, cultivos de agricultura limpia anual y matorrales.

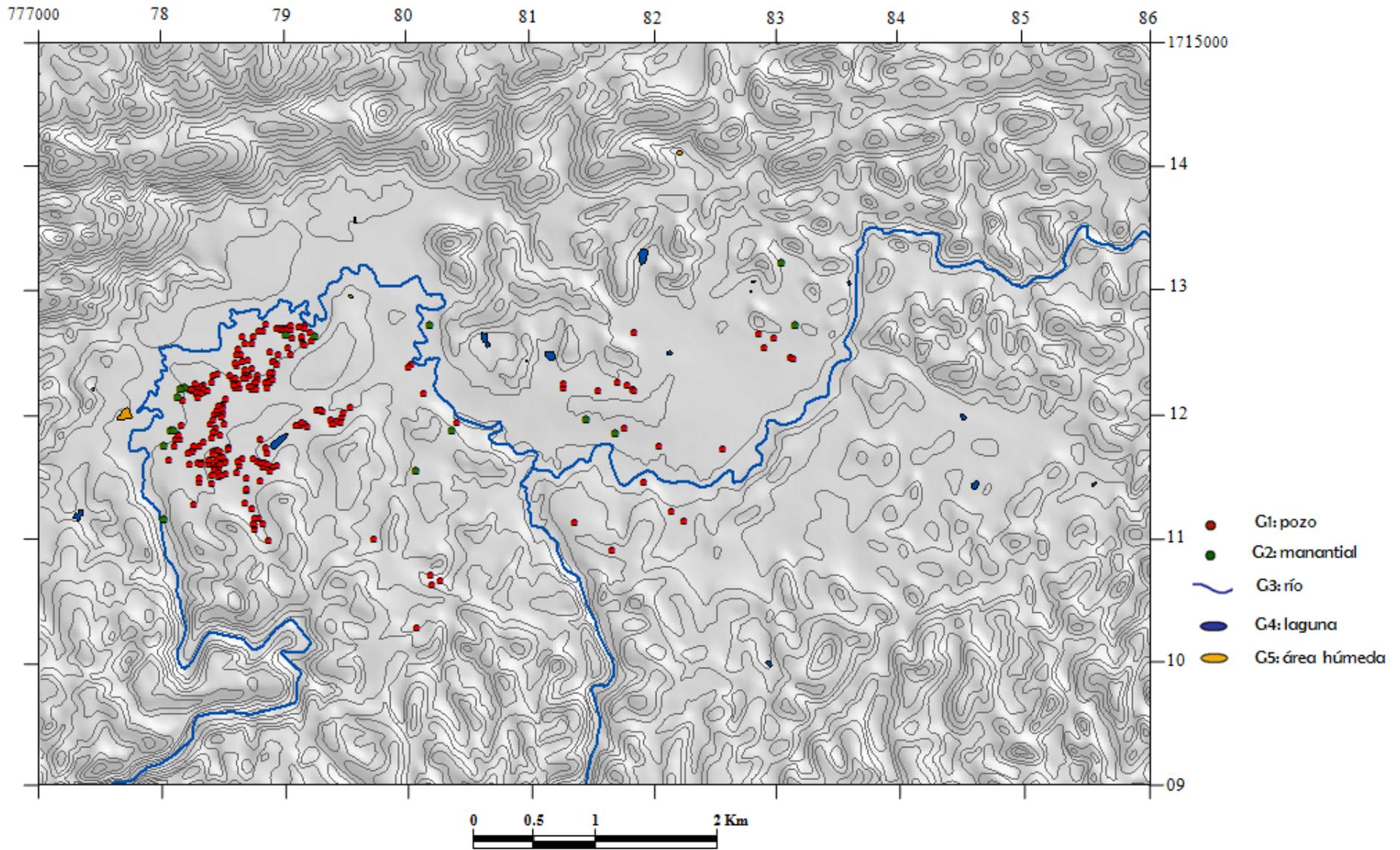
El área ha sufrido pérdida en la cobertura forestal, principalmente debido al avance de la frontera agrícola y a la urbanización. En el mapa 17 se representan las áreas consideradas para fines de tamizaje, con base en el porcentaje de cobertura forestal. Las áreas amarillas corresponden a áreas de bosque con grado de cobertura superior al 50%. Estas áreas de bosque que se conservan corresponden específicamente a las ubicadas dentro del Parque Nacional Las Victorias, el Instituto Nacional de la Juventud y el Deporte INJUD, y dentro del perímetro del Instituto Normal Mixto del Norte. Las áreas azules corresponden a bosques con grado de cobertura entre el 25% y 50%.

Mapa 12. Temático F: Taxonomía de suelos



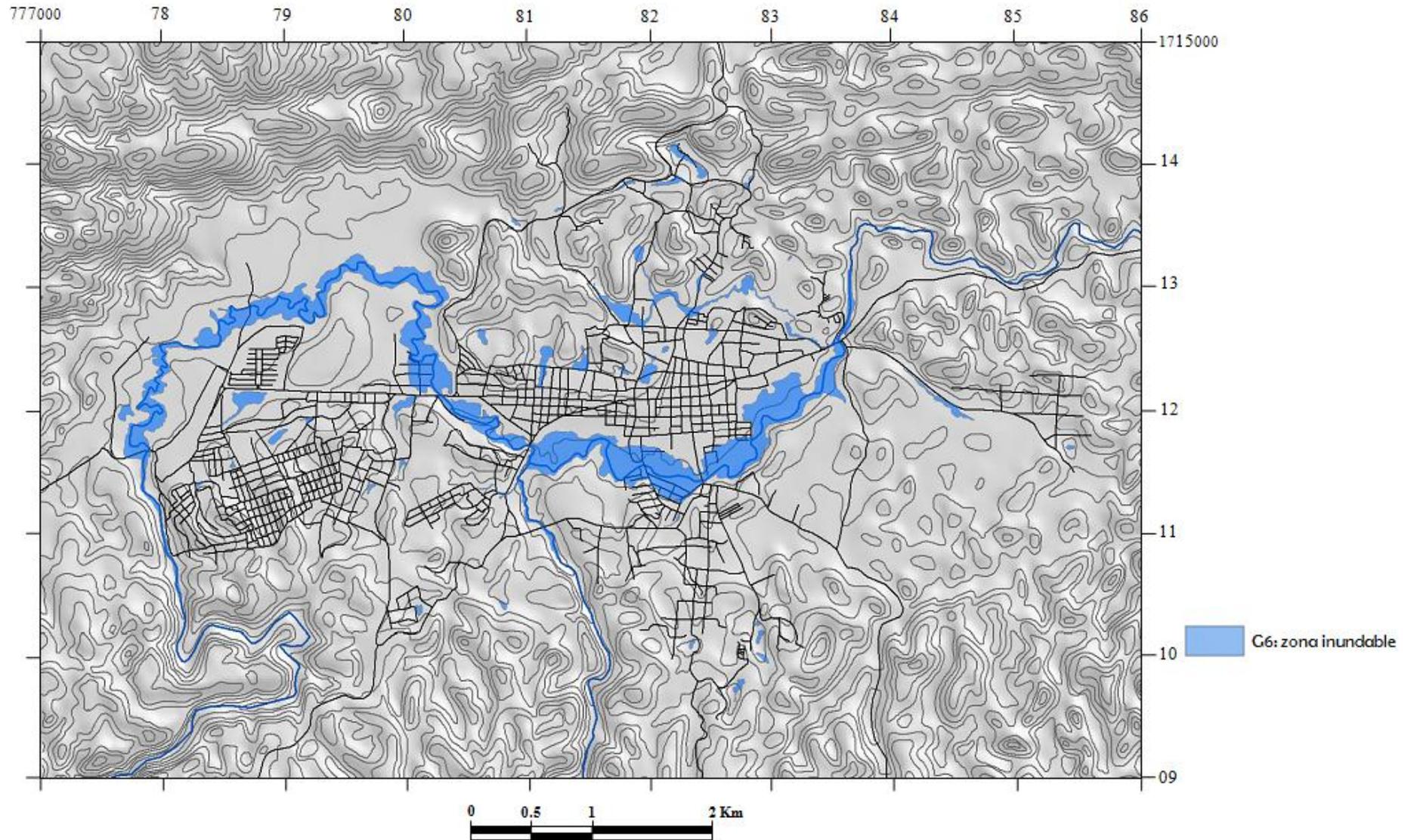
Fuente: elaboración propia con base en el mapa de Series de Suelos de Simmons. SIG MAGA

Mapa 13. Ubicación de cuerpos de agua



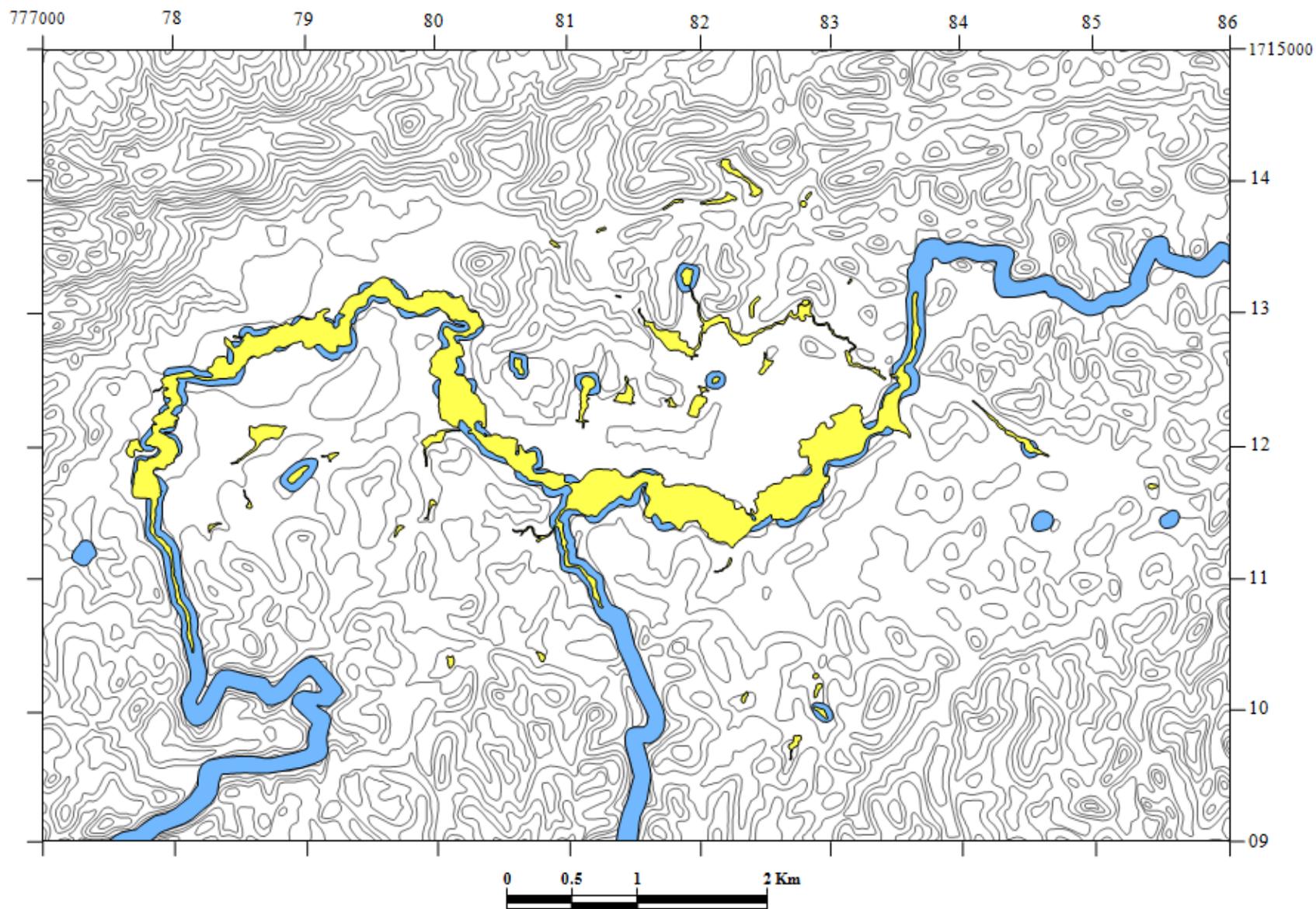
Fuente: elaboración propia

Mapa 14. Zonas de inundación



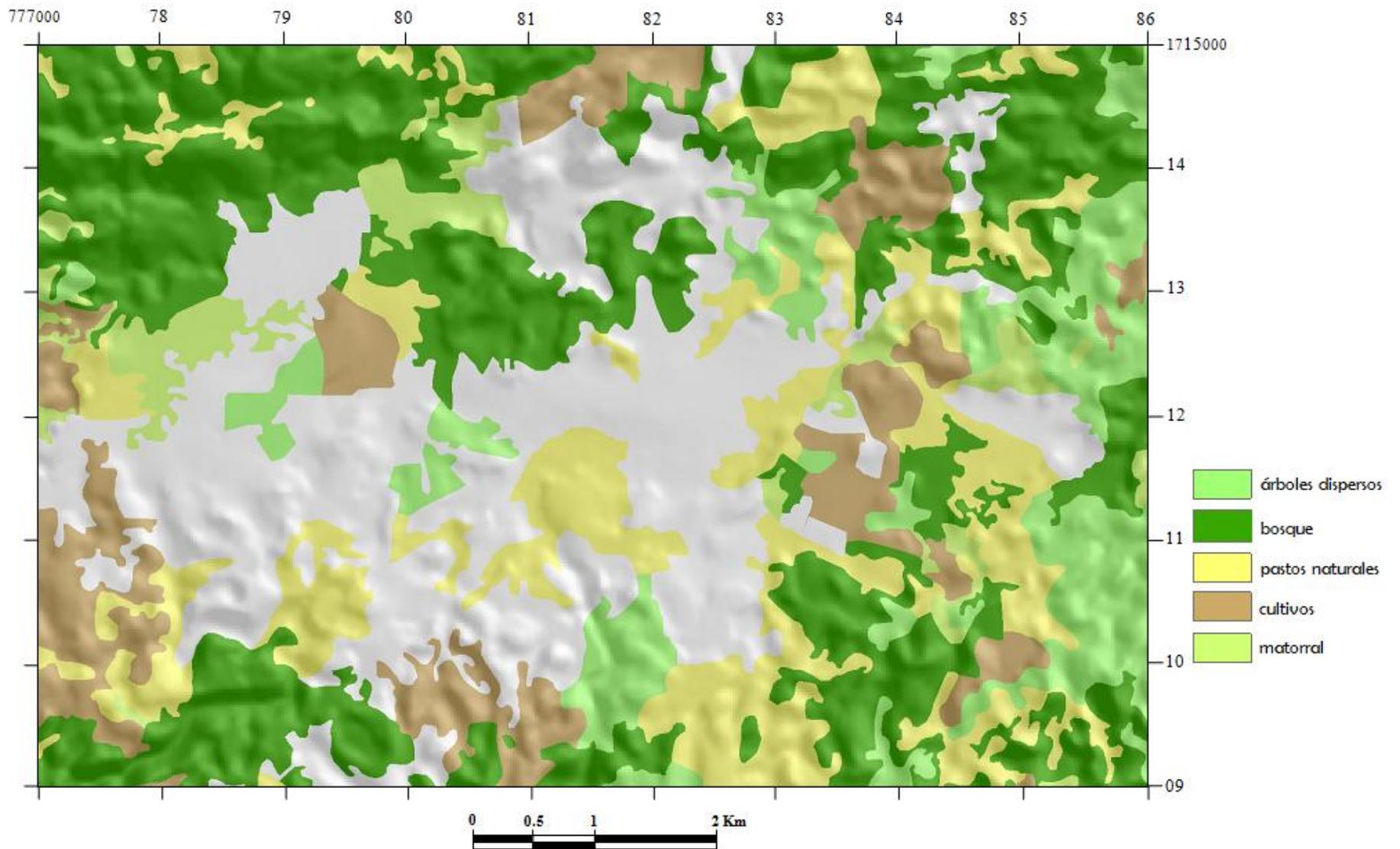
Fuente: elaboración propia con base en el mapa inventario de inundaciones. Carrera de Geología CUNOR USAC

Mapa 15. Temático G: Hidrología

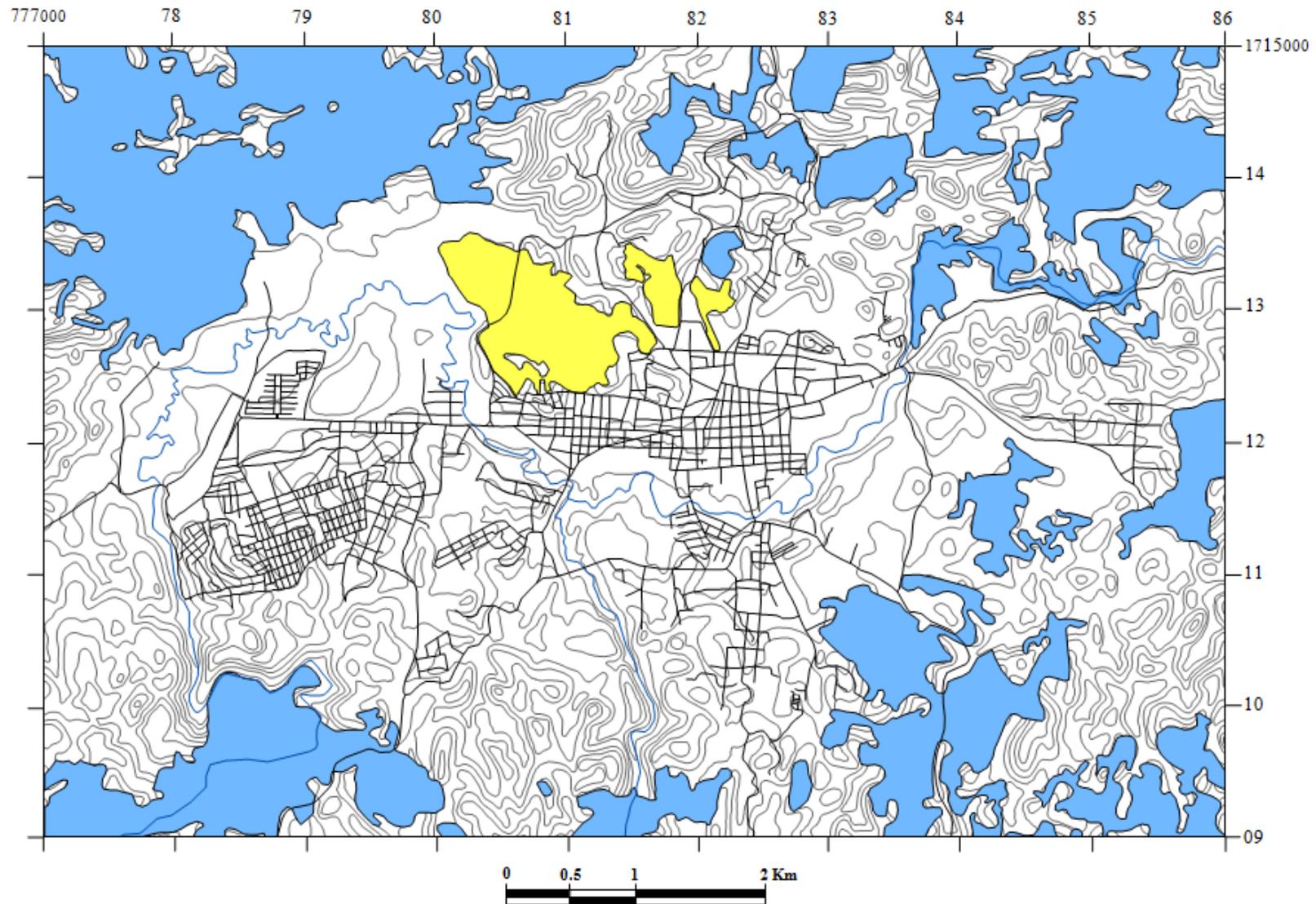


Fuente: elaboración propia

Mapa 16. Cobertura Vegetal



Fuente: elaboración propia con base en las ortofotos de Cobán

Mapa 17. Temático H: Cobertura Forestal

Fuente: elaboración propia

3.1.9 Zoología

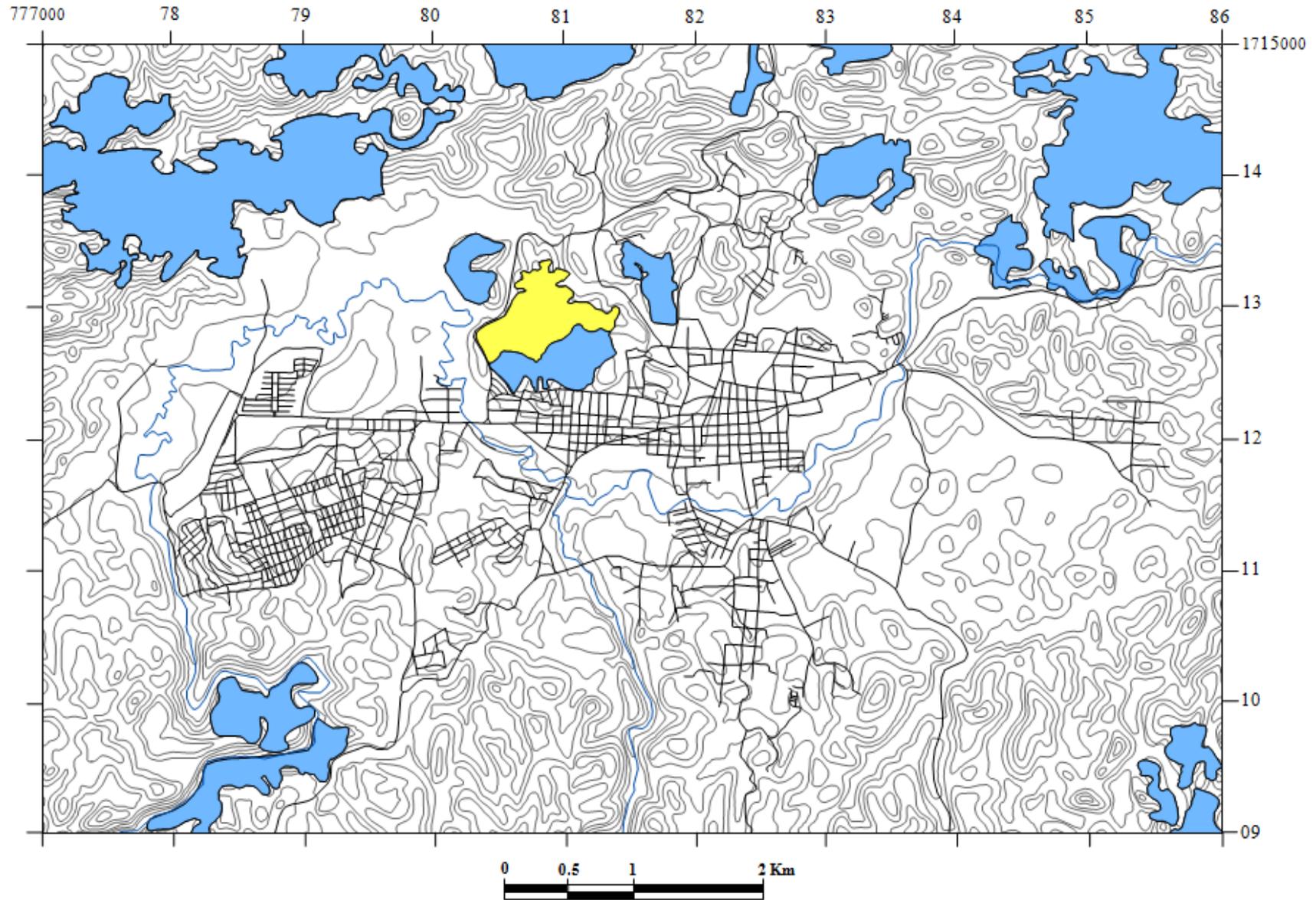
Las especies animales existentes en el área de estudio se ubican en las áreas remanentes de bosque. Sin embargo su abundancia únicamente ocurre en las áreas de bosque con mayor densidad de cobertura.

Dentro de los mamíferos se encuentran principalmente ardillas (*Sciurus sp.*) y conejos (*Sylvilagus sp.*) y excepcionalmente, armadillos (*Dassypus novemcinctus*), tacuazines (*Didelphys marsupialis*), comadreas (*Mustela sp.*), taltuzas (*Dasiprocta sp.*), coches de monte (*Tayassu pecari*), tigrillos (*Leopardus wiedii*), yaguarundíes (*Herpylurus yaguarondi*) y cabritos (*Masama americana*).

Dentro de las especies de aves, se encuentran principalmente zanates (*Quiscalus sp.*), palomas, garzas y colibríes, y excepcionalmente chachas (*Ortalis vetula*), tortolitas (*Columbina sp.*), pájaros carpinteros (*Camperphillus sp.*), patobolas, siguamontas y pajuiles (*Crax rubra*).

Los reptiles que pueden encontrarse son principalmente mazacuatas (*Boa constrictor*), zumbadoras, chichicuas, corales (*Micrurus sp.*) cantiles de agua y bejuquillos.

En el mapa 18 se muestran las áreas consideradas para fines de tamizaje. Las áreas azules corresponden a áreas en las cuales hay presencia tanto de mamíferos, aves y reptiles particulares. Las áreas amarillas corresponden a las áreas donde pueden encontrarse especies protegidas, tratándose en este caso de algunas especies, principalmente de mamíferos y aves, presentes en el área boscosa del Parque Nacional Las Victorias.

Mapa 18. Temático I: Zoología

Fuente: elaboración propia

3.1.10 Valores escénicos y monumentos naturales

En el mapa 19, se muestran como áreas amarillas, los sitios que corresponden a los parques naturales ya constituidos. El área azul corresponde a porciones del paisaje visibles desde puntos significativos de observación.

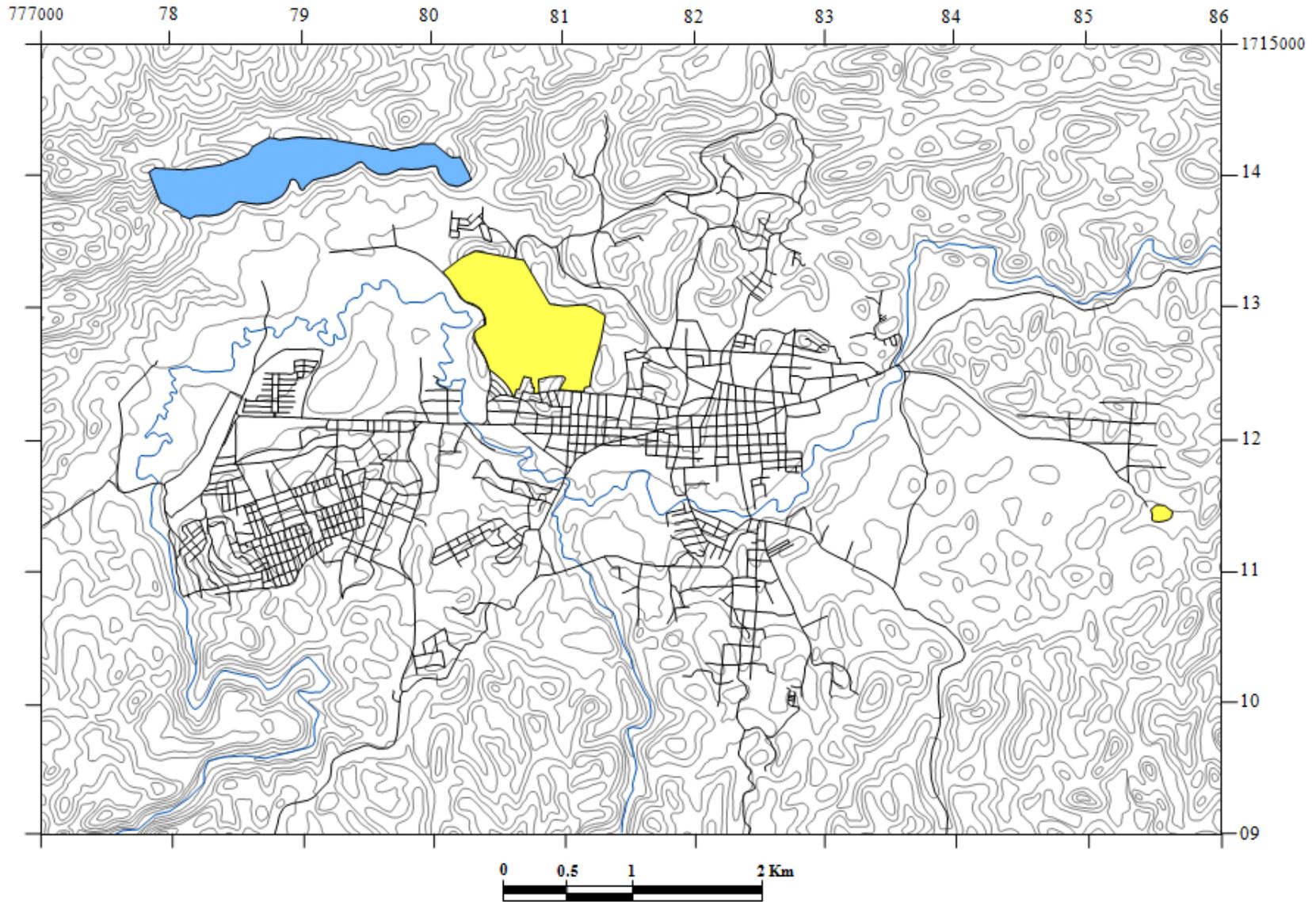
3.1.11 Desastres naturales

Además de los fenómenos de inundación a que están expuestas muchas zonas del área de la ciudad de Cobán, los principales desastres naturales del área están relacionados con factores geológicos y de estabilidad del suelo, generando áreas de hundimientos, zonas de alta vulnerabilidad a deslizamientos y áreas de susceptibilidad a colapsos o subsidencias debido a la presencia de dolinas originadas por fenómenos de karstificación en las rocas carbonáticas que caracterizan la región.

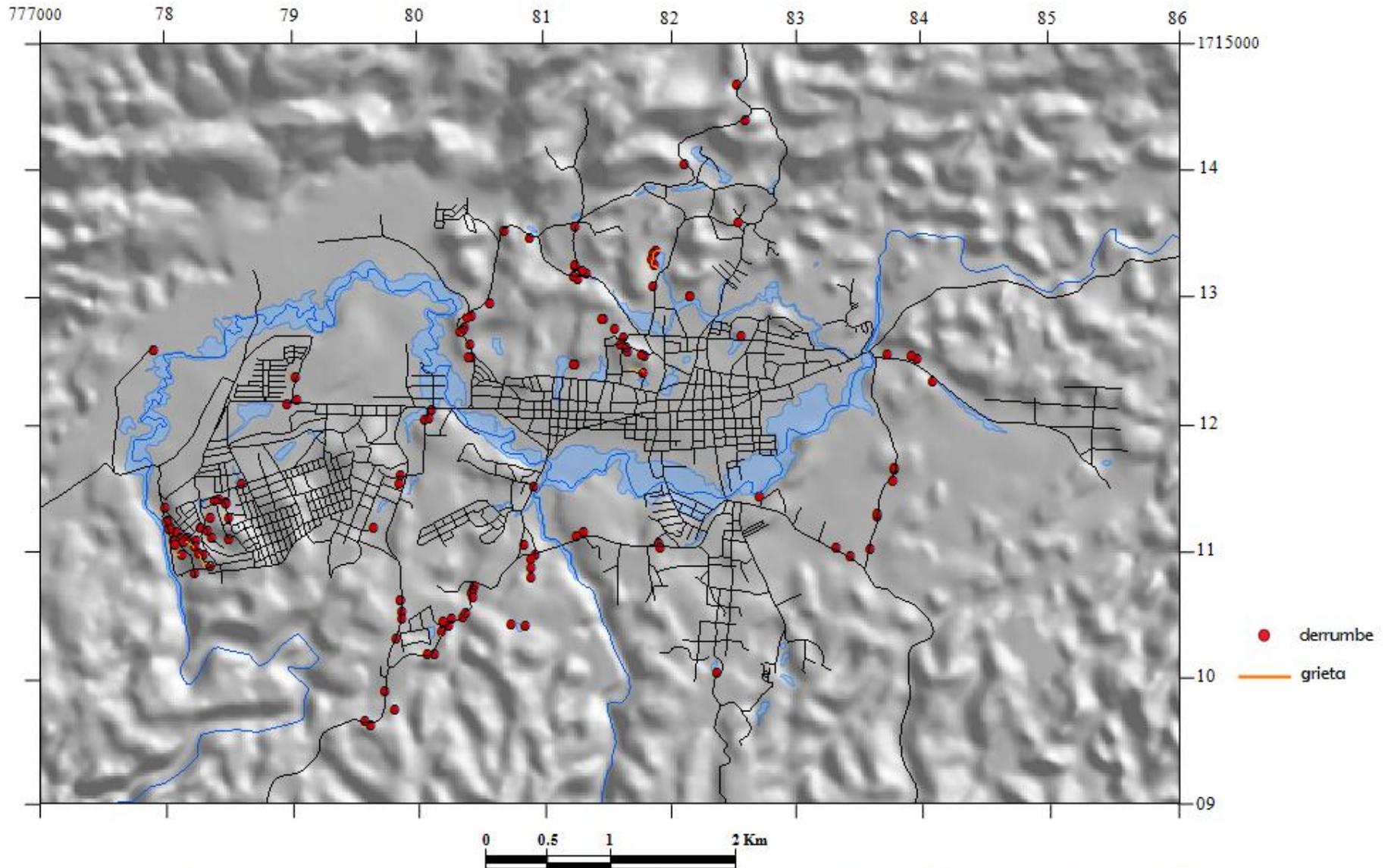
Las dolinas, las cuales se manifiestan como depresiones en el terreno debido a la disolución de la roca caliza, son estructuras geológicas a través de las cuales los contaminantes superficiales pueden acceder directamente al acuífero subterráneo, debido a que constituyen la expresión superficial de estructuras de disolución subterráneas.

El mapa 20 muestra, unido a las áreas de inundación definidas a partir de los desastres ocurridos el 13 de agosto de 2007 (véase 3.1.7 Hidrología), los puntos donde ocurrieron movimientos de ladera y agrietamientos en el terreno.

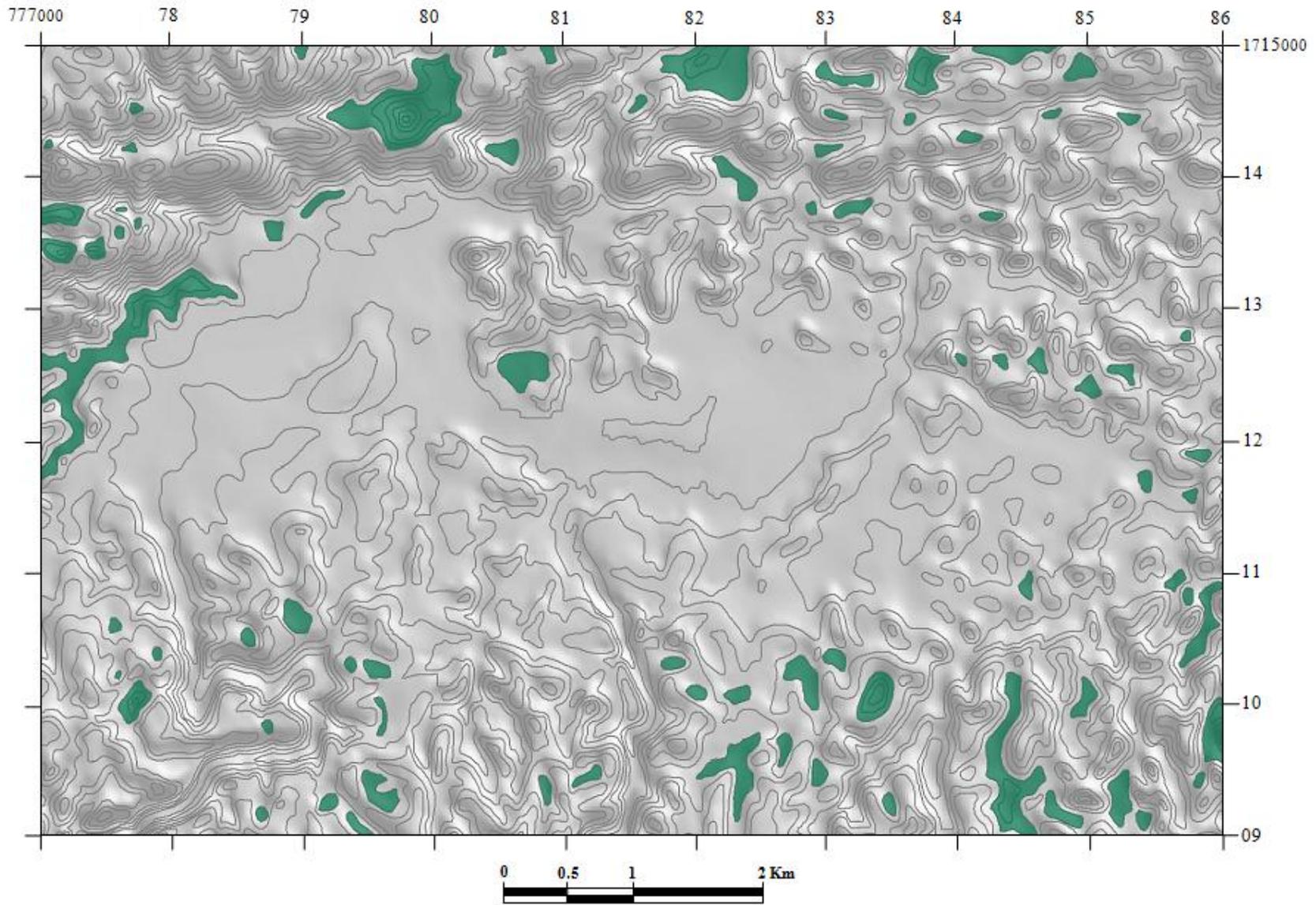
El mapa 21 muestra la distribución de dolinas en el área. El mapa 22 muestra las áreas para fines de tamizaje. Se consideran las zonas de derrumbes como áreas rojas y las dolinas, como áreas amarillas. Para el caso de las zonas de derrumbe, se han considerado como tales aquellas áreas que muestran mayor concentración de puntos de movimientos de ladera de dimensiones considerables.

Mapa 19. Temático J: Valores escénicos y monumentos naturales

Fuente: elaboración propia

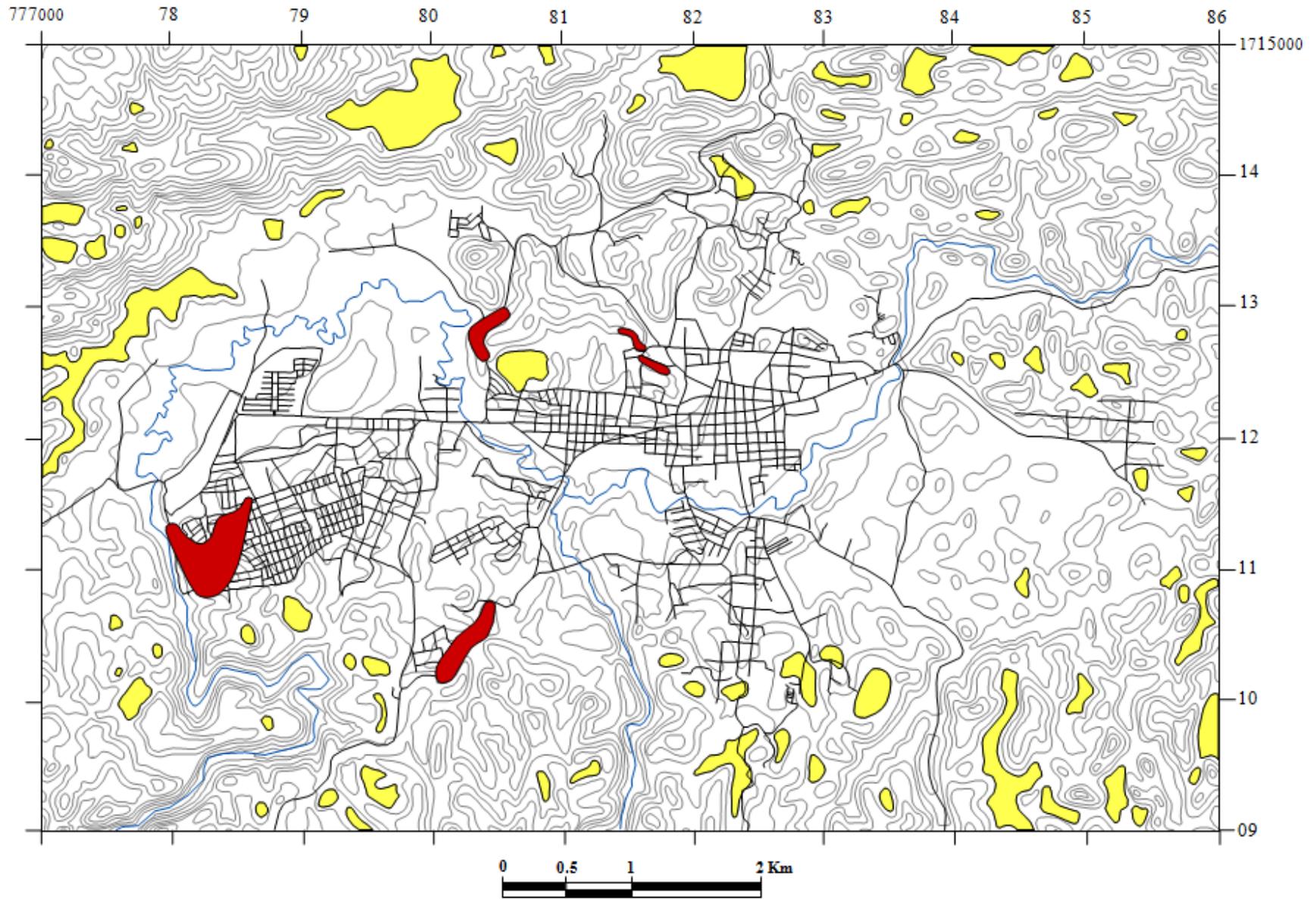
Mapa 20. Zonas de derrumbes y agrietamientos

Fuente: elaboración propia con base en el mapa inventario de inundaciones y deslizamientos. Carrera de Geología CUNOR USAC

Mapa 21. Distribución de dolinas

Fuente: elaboración propia a partir de la hoja cartográfica Cobán. IGN

Mapa 22. Temático K: Desastres naturales



Fuente: elaboración propia

3.1.12 Morfología

Las geoformas características del área son típicas del relieve kárstico. Se denomina con el nombre de karst al relieve originado por la disolución de las rocas carbonáticas, tales como las rocas calizas que predominan en la región.

Las geoformas originadas pueden agruparse en unidades geomorfológicas, como karst de montaña, colinas kársticas aisladas y valles aluviales. El mapa 23 muestra las unidades geomorfológicas delimitadas en el área.

3.2 PARÁMETROS CULTURALES

3.2.1 Uso del Suelo

El mapa 24 representa el uso actual del suelo. Los usos más comunes son las áreas de edificaciones, agricultura, pastos, bosques, cultivos y matorrales.

El mapa 25 muestra el uso de la tierra en el área urbana.

3.2.2 Demografía y servicios

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), en el municipio de Cobán se estima una población de 144,461 personas y 26,392 hogares. En la tabla 3.2 se muestra su distribución porcentual por sexo, grupo étnico y área de residencia. La densidad poblacional en el municipio es de 68 hab/km², la mayoría de personas viven en el área rural y más del 80% son indígenas; el número de hombres y

mujeres es aproximadamente igual, en general, por cada 100 niñas nacen 105 niños, sin embargo, a medida que avanza la edad, esta proporción varía a favor de las mujeres por la mayor mortalidad de hombres¹⁷.

Tabla 3.2. Población del municipio de Cobán

| SEXO | | GRUPO ÉTNICO | | ÁREA | |
|-------------|------------|--------------|----------------|----------|---------|
| % Masculino | % Femenino | % Indígenas | % No indígenas | % Urbana | % Rural |
| 50.25 | 49.75 | 80.1 | 19.9 | 33.67 | 66.33 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. INE. Censos 2002

El área de estudio incluye la cabecera de Cobán, por lo que la población del área corresponde básicamente la población urbana, la cual equivale a más de 45,000 habitantes aproximadamente.

Con relación a la tasa de crecimiento, como se muestra en la tabla 3.3, el área urbana presenta una mayor tasa de crecimiento, debido principalmente, al fenómeno de inmigración hacia la ciudad.

Tabla 3.3. Tasa de crecimiento en el municipio de Cobán

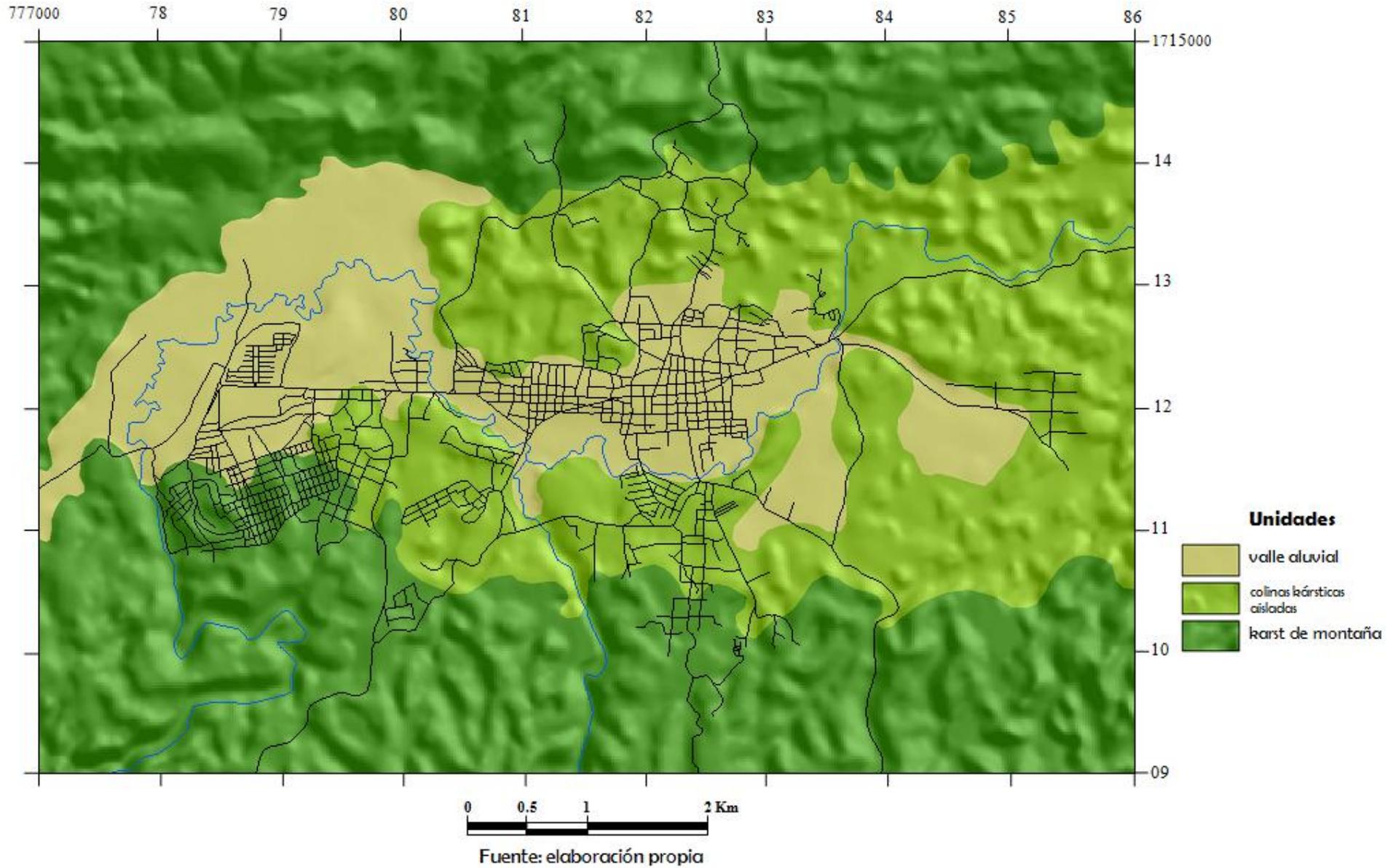
| TOTAL | URBANA | RURAL |
|-------|--------|-------|
| 6.2 | 6.7 | 5.7 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. IEN. Censos 2002

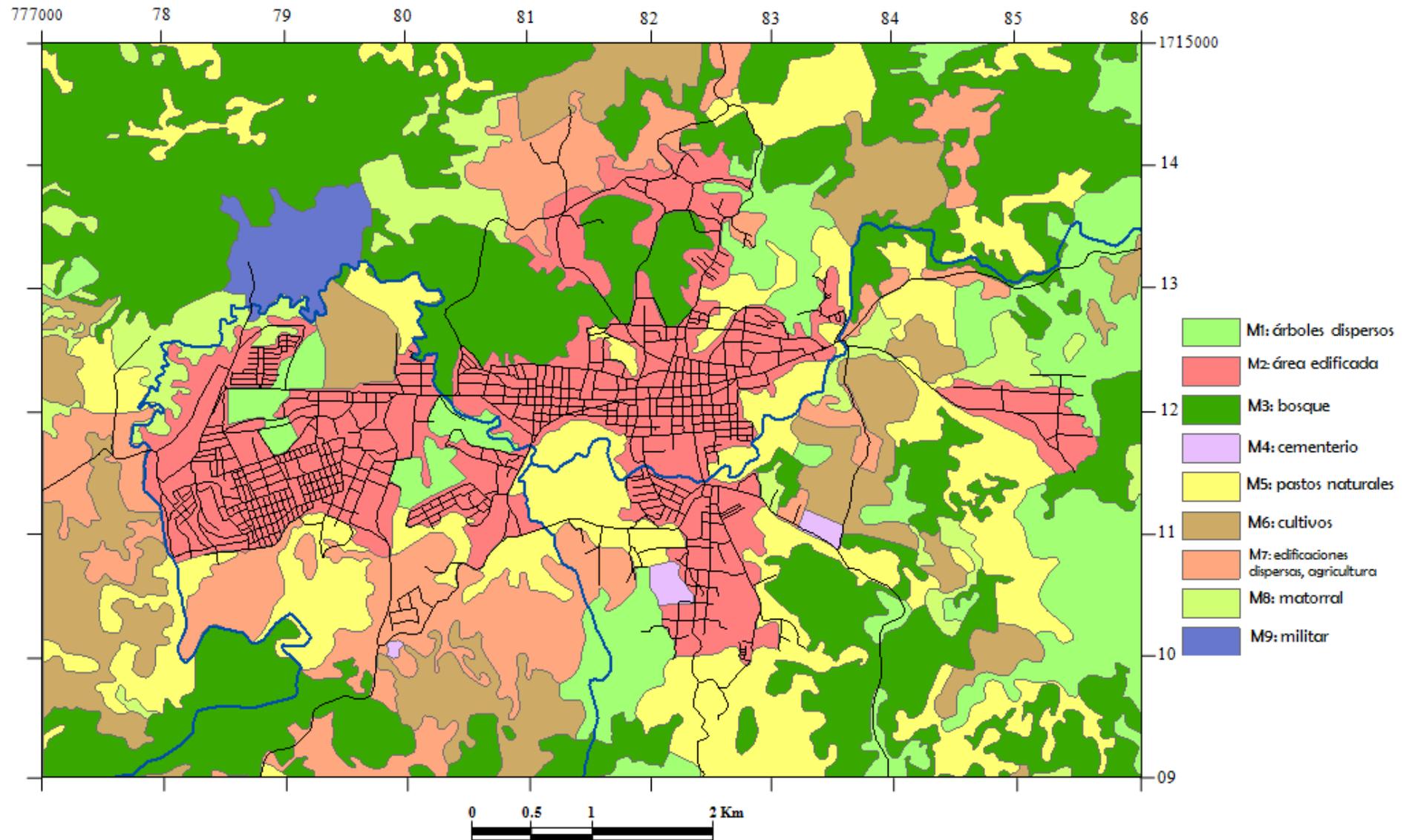
Los mapas 26, 27 y 28 corresponden a los servicios de alumbrado público, de distribución de agua potable y cobertura de drenaje sanitario. Otros servicios, tales como educativos, de salud y deportivos, se muestran en el mapa 29.

¹⁷ INE. *Diagnóstico municipal con enfoque de pobreza*

Mapa 23. Temático L: Morfología

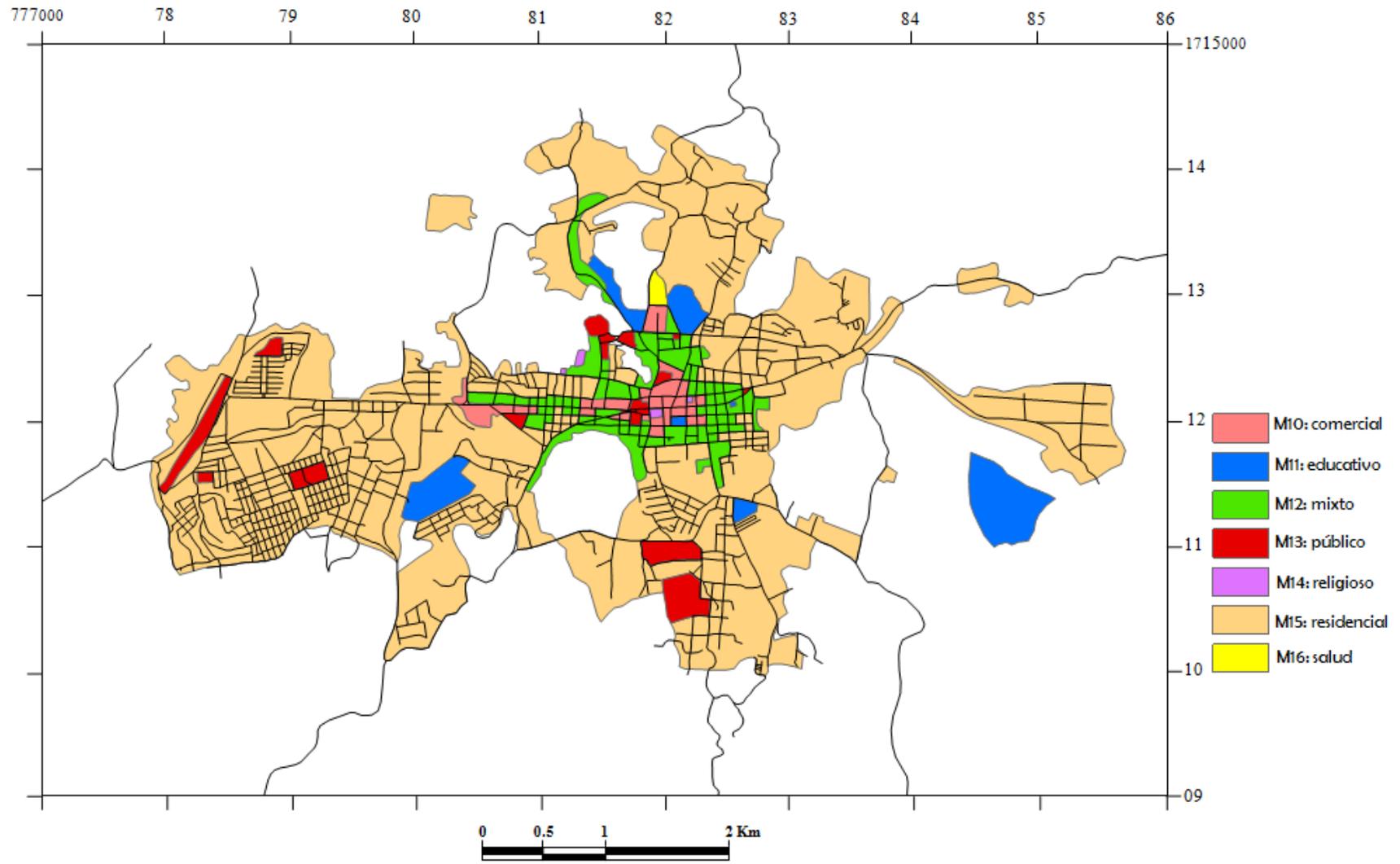


Mapa 24. Temático M: Uso del suelo

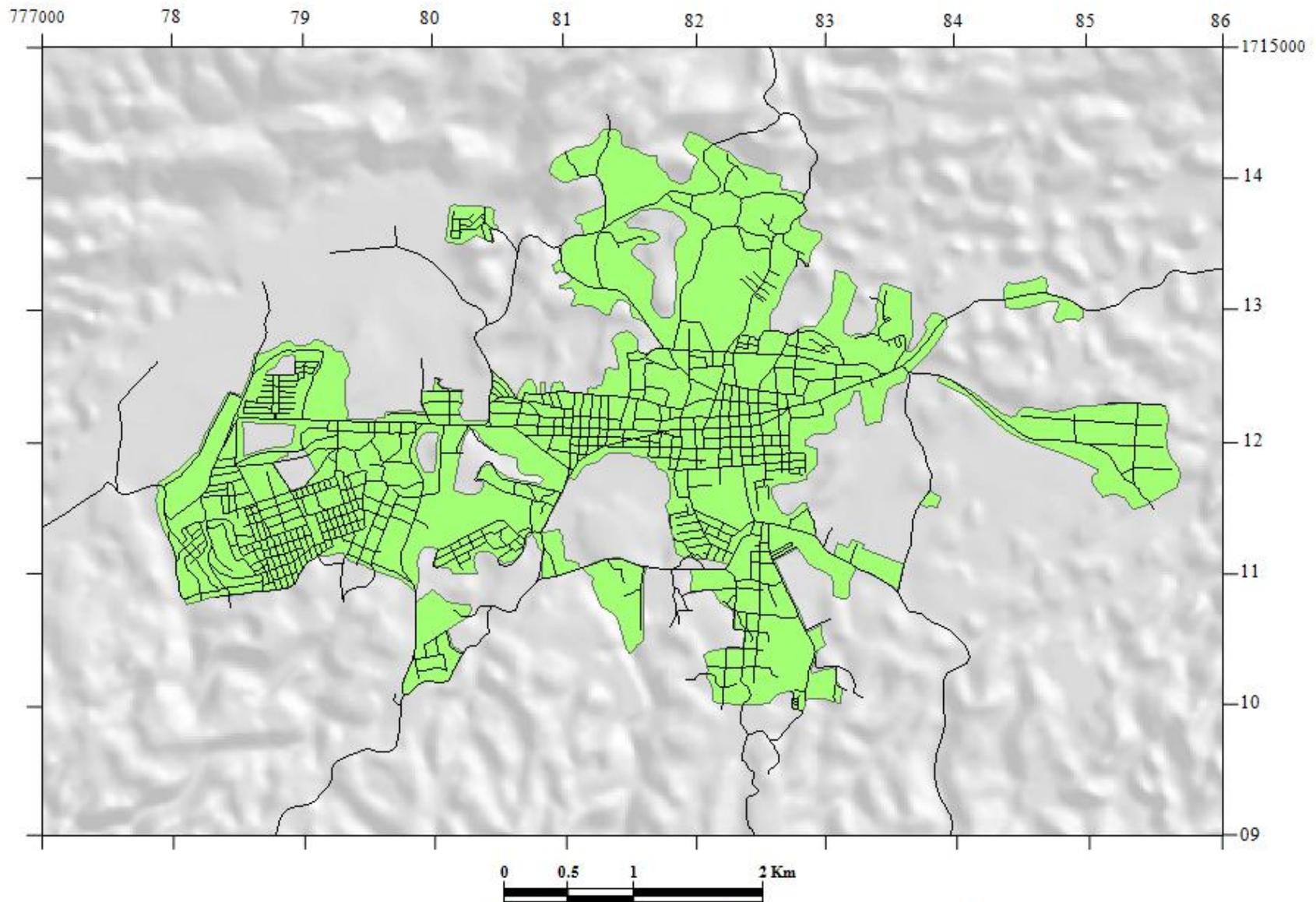


Fuente: elaboración propia

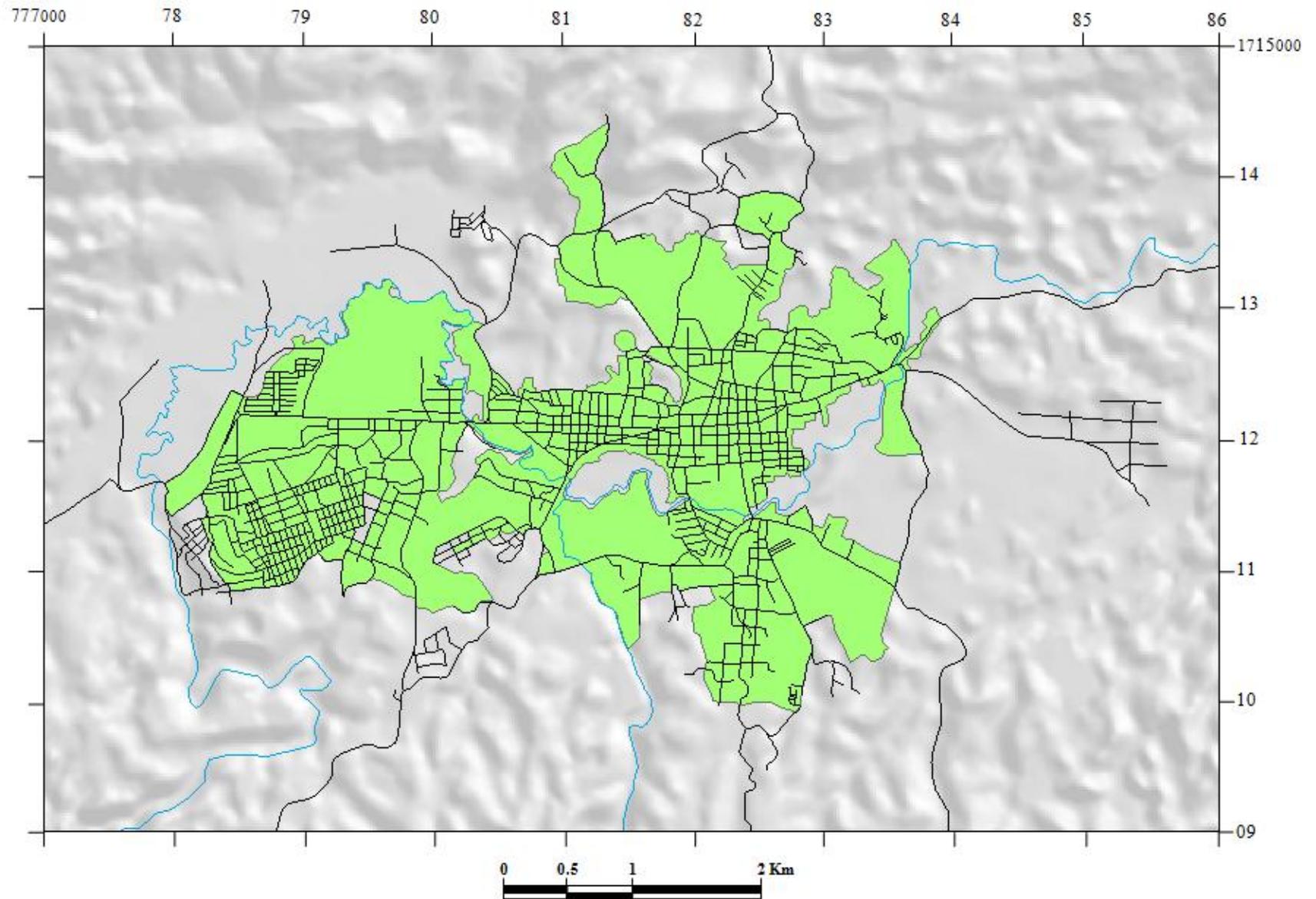
Mapa 25. Uso del suelo en el área urbana



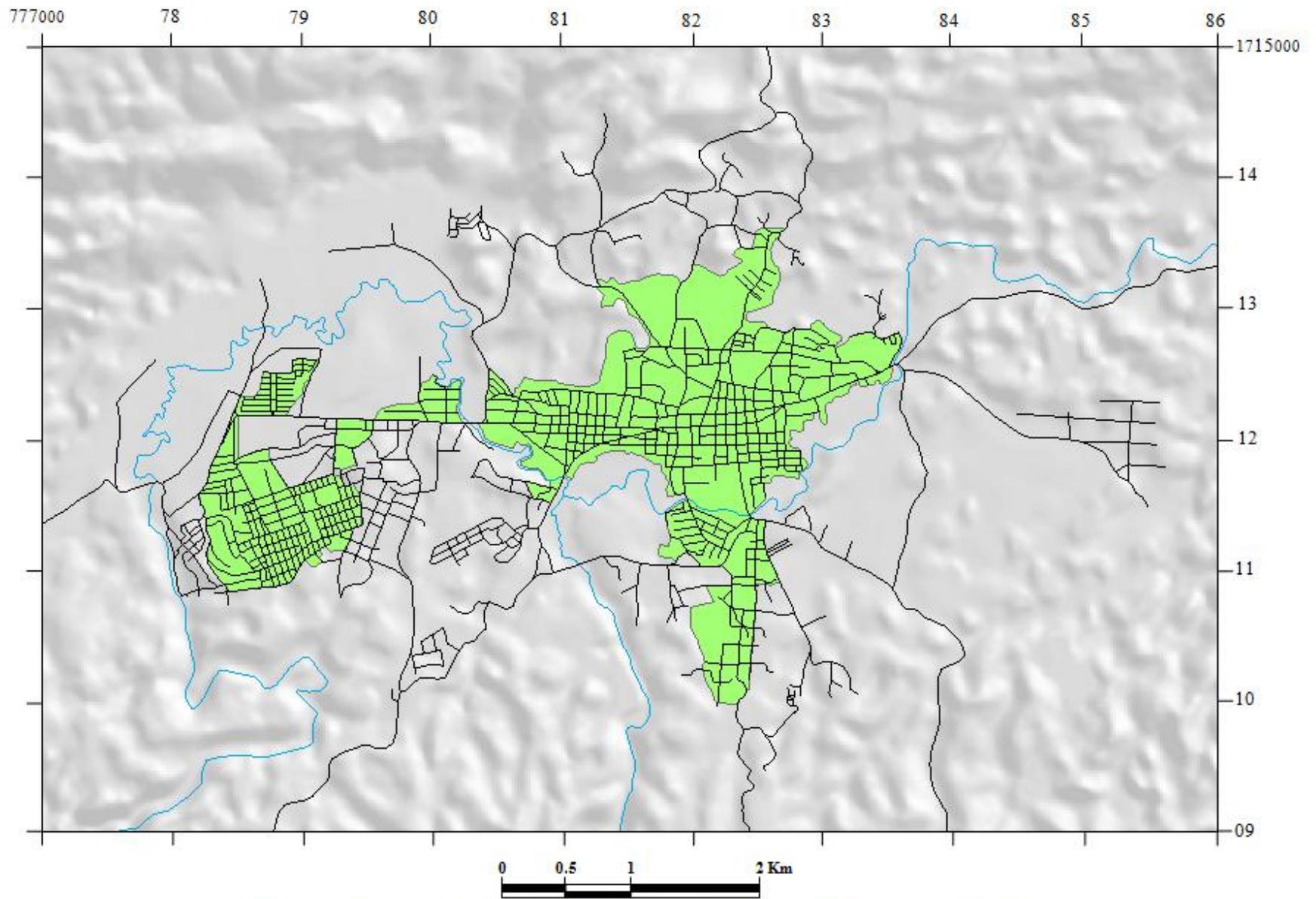
Fuente: elaboración propia

Mapa 26. Cobertura del servicio de alumbrado público

Fuente: elaboración propia con base en información de la municipalidad de Cobán.

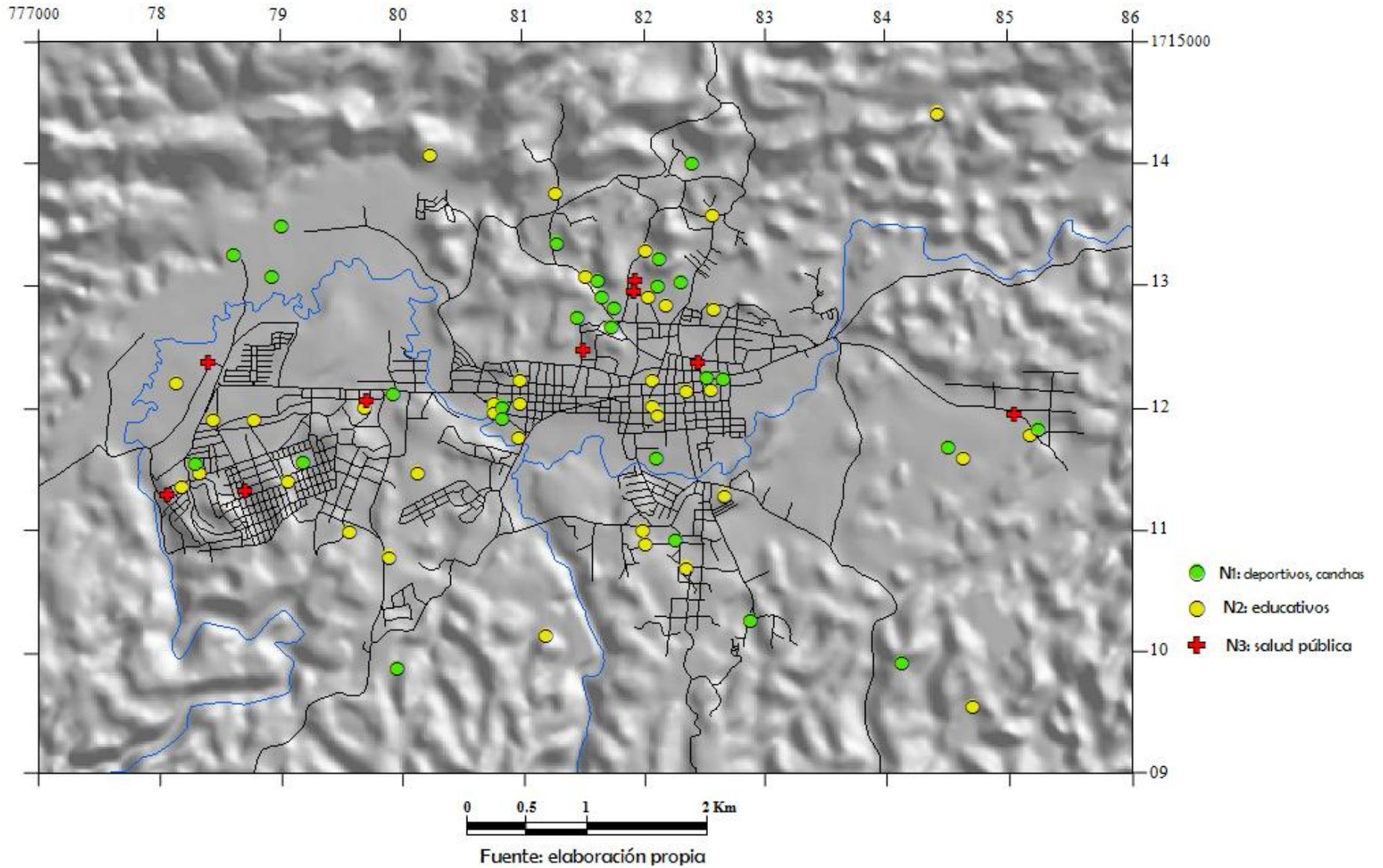
Mapa 27. Cobertura del servicio de agua potable

Fuente: elaboración propia con base en información de la municipalidad de Cobán.

Mapa 28. Cobertura de drenaje sanitario

Fuente: elaboración propia con base en información de la municipalidad de Cobán.

Mapa 29. Servicios educativos, deportivos y de salud



3.2.3 Red e infraestructura para transporte

La cabecera municipal de Cobán se encuentra comunicada a través de la ruta CA-9 que conduce de la ciudad capital a El Rancho, departamento de El Progreso, y la ruta CA-14 (ruta Las Verapaces) que conduce de este punto a hacia la ciudad de Cobán.

A los alrededores de la ciudad de Cobán, se puede acceder a través de veredas y caminos vecinales. En el mapa 30, se muestra la red vial, según tipo de material, en la ciudad de Cobán y sus alrededores.

3.2.4 Propiedad y valor de la tierra

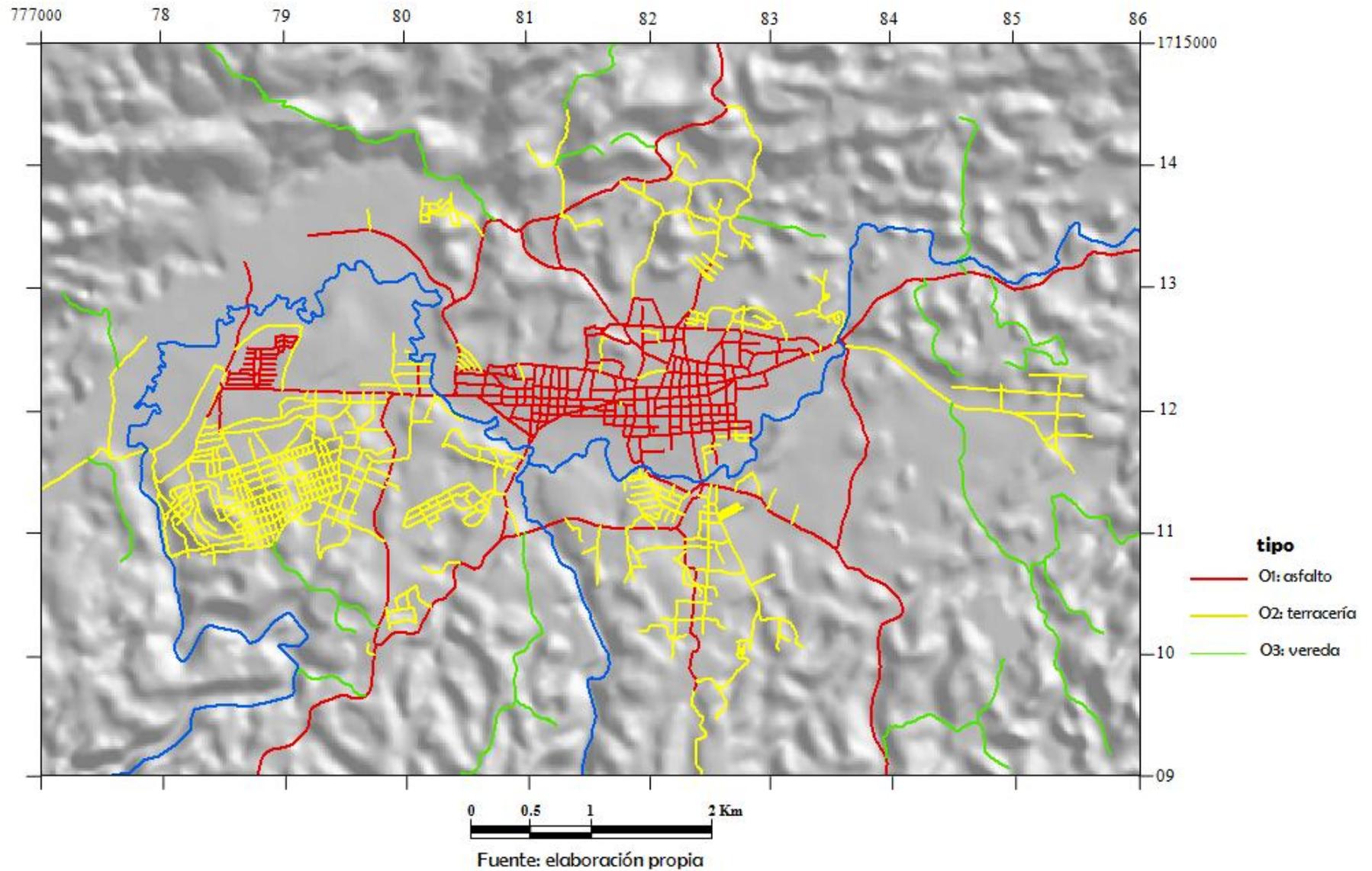
La mayor parte de los terrenos del área de estudio corresponden a la propiedad privada. Existen terrenos propiedad de la municipalidad, que se circunscriben casi exclusivamente al área periurbana de la ciudad, así como terrenos propiedad de dependencias del Estado, que corresponden principalmente a instalaciones militares, educativas y áreas protegidas.

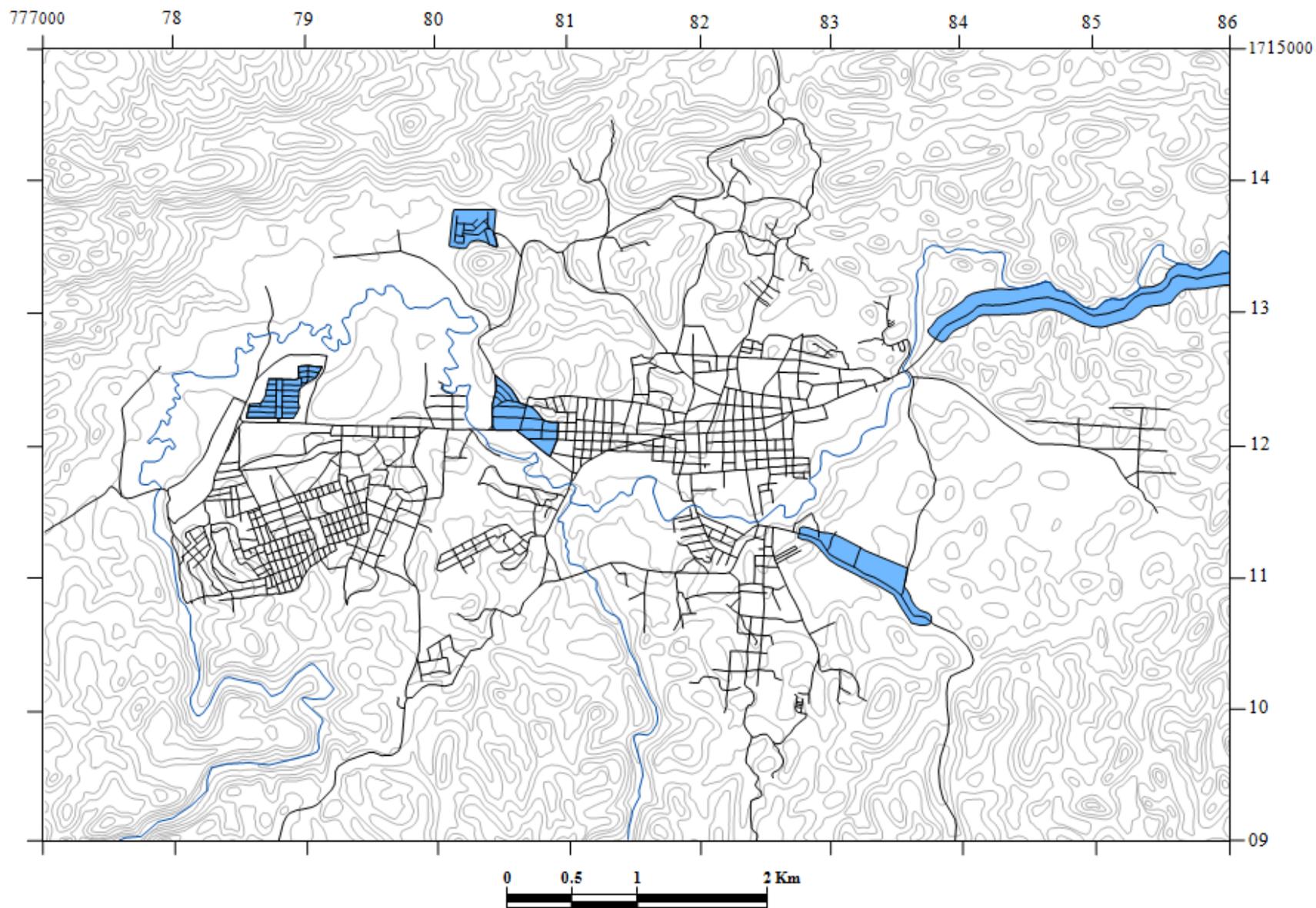
Para fines de tamizaje, el mapa 31 muestra como áreas azules, las áreas en las cuales el valor comercial ha aumentado en términos reales, más del 100% en los últimos años.

3.2.5 Categorías de uso

En el mapa 32 se muestran las áreas que se encuentran reglamentadas para usos determinados. Tanto el Parque las Victorias como el Balneario La Colonia se encuentran declarados por el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), en la categoría de Parque Nacional.

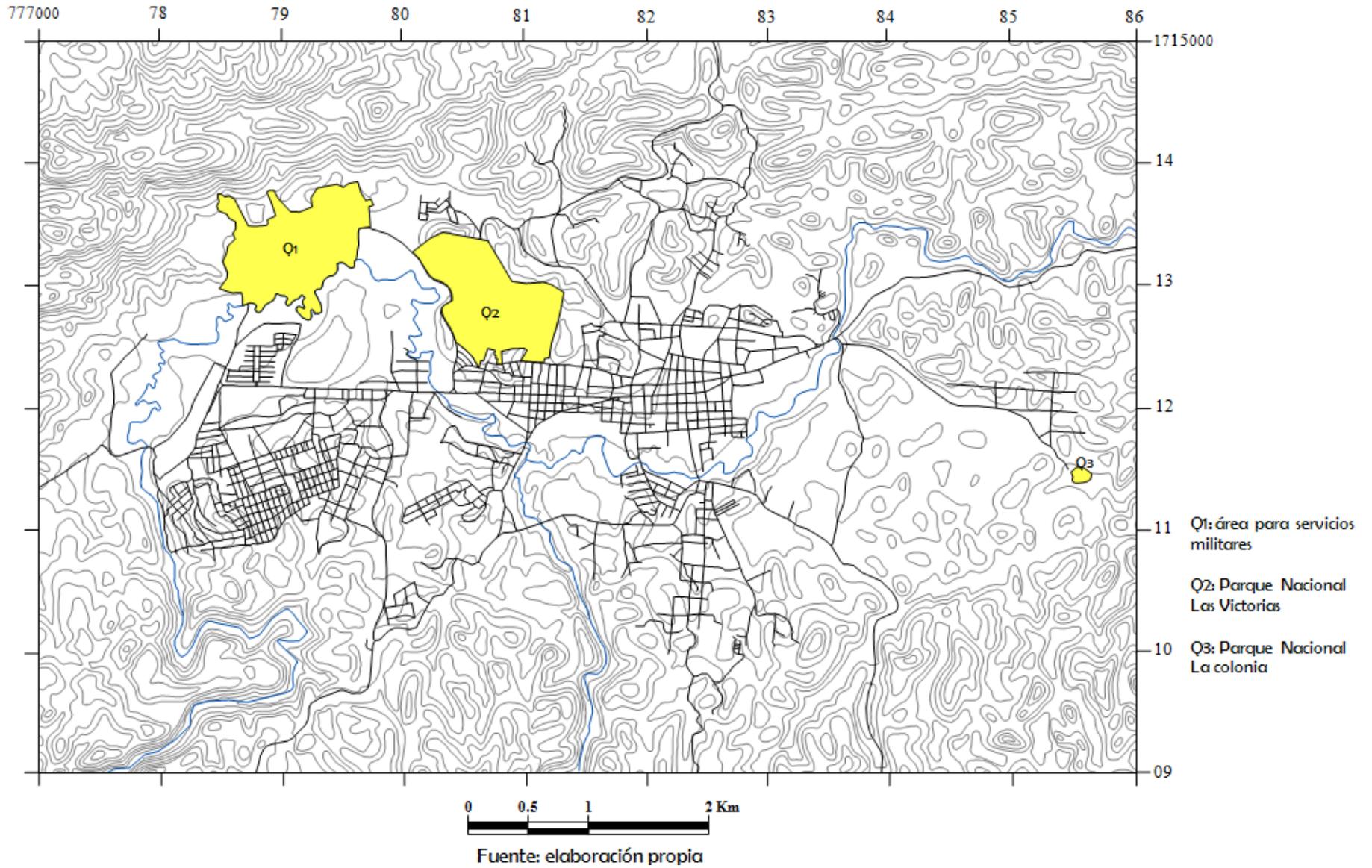
Mapa 30. Temático O: Red e infraestructura para transporte



Mapa 31. Temático P: Propiedad y valor de la tierra

Fuente: elaboración propia

Mapa 32. Temático Q: Categorías de uso (reglamentadas)



3.2.6 Crecimiento urbano

El crecimiento urbano de la ciudad de Cobán se ha incrementado durante los últimos años, principalmente debido al fenómeno de inmigración a la ciudad. Las áreas que más crecimiento evidencian son las que corresponden a las zonas periurbanas, principalmente en las Colonias El Esfuerzo I, El Esfuerzo II y La Nueva Esperanza, ubicadas en el extremo suroeste de la ciudad.

Hay también demanda de terrenos ubicados en las proximidades de las rutas que conducen a los municipios de San Pedro Carchá y San Juan Chamelco, sin embargo, estas áreas se caracterizan por un valor de la tierra que aumentó en más del 100% en los últimos años, por lo que el crecimiento urbano en estas áreas es poco significativo.

El mapa 33 es una aproximación al crecimiento urbano experimentado en la ciudad, a partir de mediados del siglo pasado, el cual se investigó a partir de información verbal de pobladores y de fotografías aéreas de la ciudad.

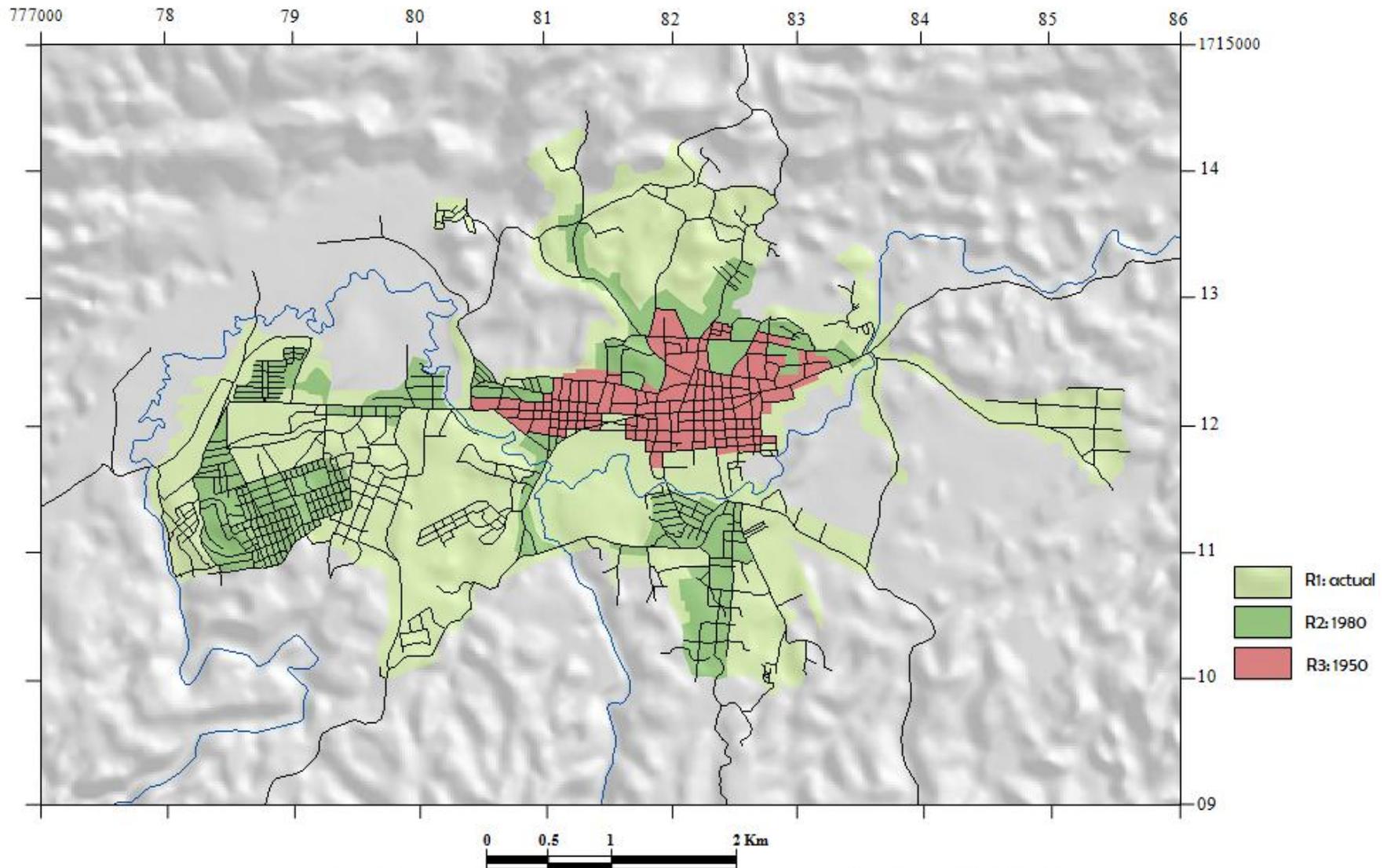
3.2.7 Uso turístico

Los puntos de interés turístico dentro del área de estudio se localizan principalmente dentro del área urbana o su periferia.

Dentro de la ciudad, los lugares de mayor reclamo turístico son el Parque Central, la Catedral, el Convento, el Palacio de Gobernación, el Mercado Central, que constituyen el centro de la ciudad. En el área periurbana, son sitios de reclamo turístico: el Parque Nacional Las Victorias, el Balneario la Colonia, el Balneario Talpetate, el Calvario y la Ermita Santo Domingo.

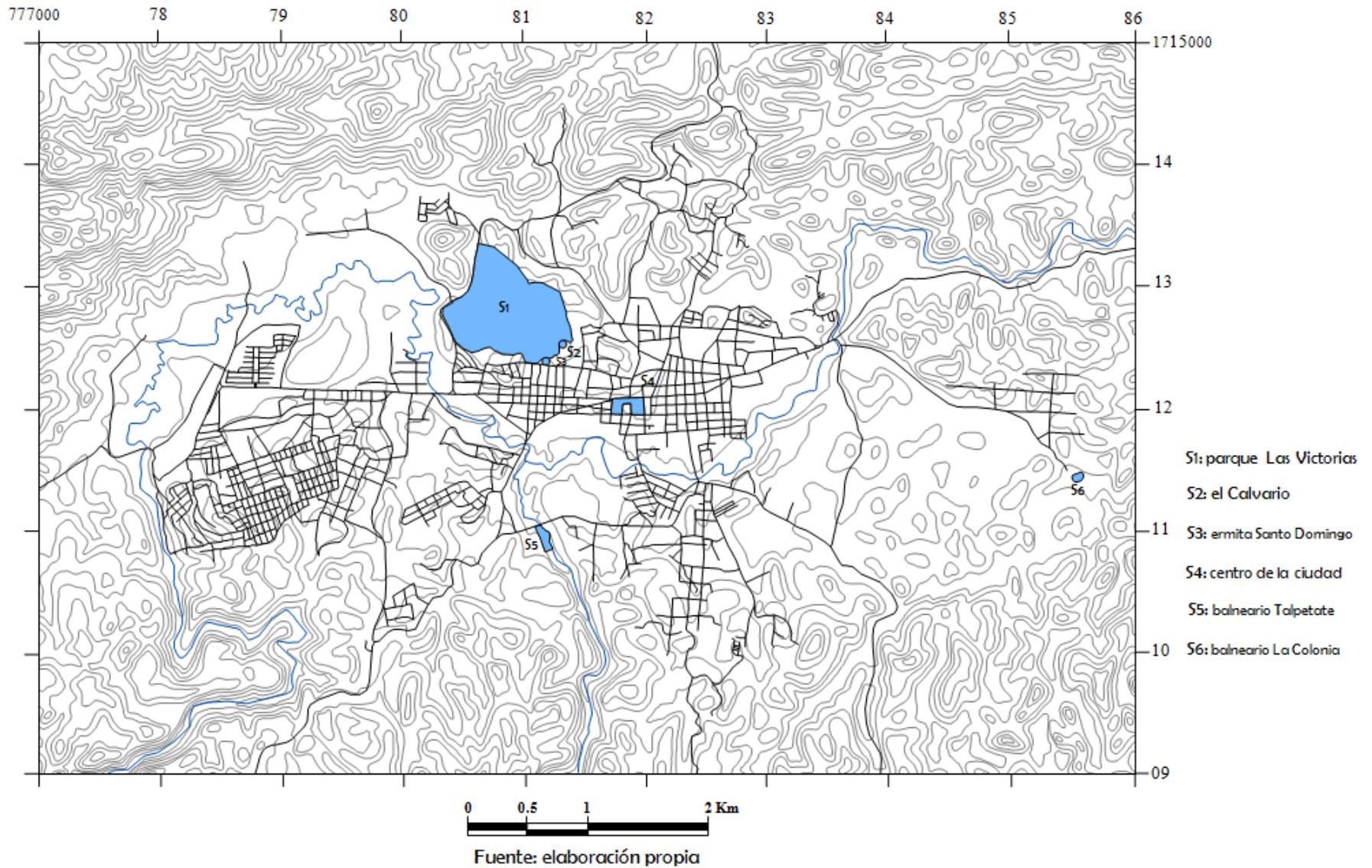
Estos sitios de interés turístico se muestran en el mapa 34, los cuales corresponden a áreas azules para fines de tamizaje.

Mapa 33. Temático R: Crecimiento urbano



Fuente: elaboración propia a partir de fotos aéreas en información verbal de pobladores

Mapa 34. Temático S: Uso turístico



3.2.8 Amenazas antrópicas

El área presenta tanto amenazas naturales, como antrópicas. Estas últimas se refieren a aquellas que ocurren por influencia directa del ser humano.

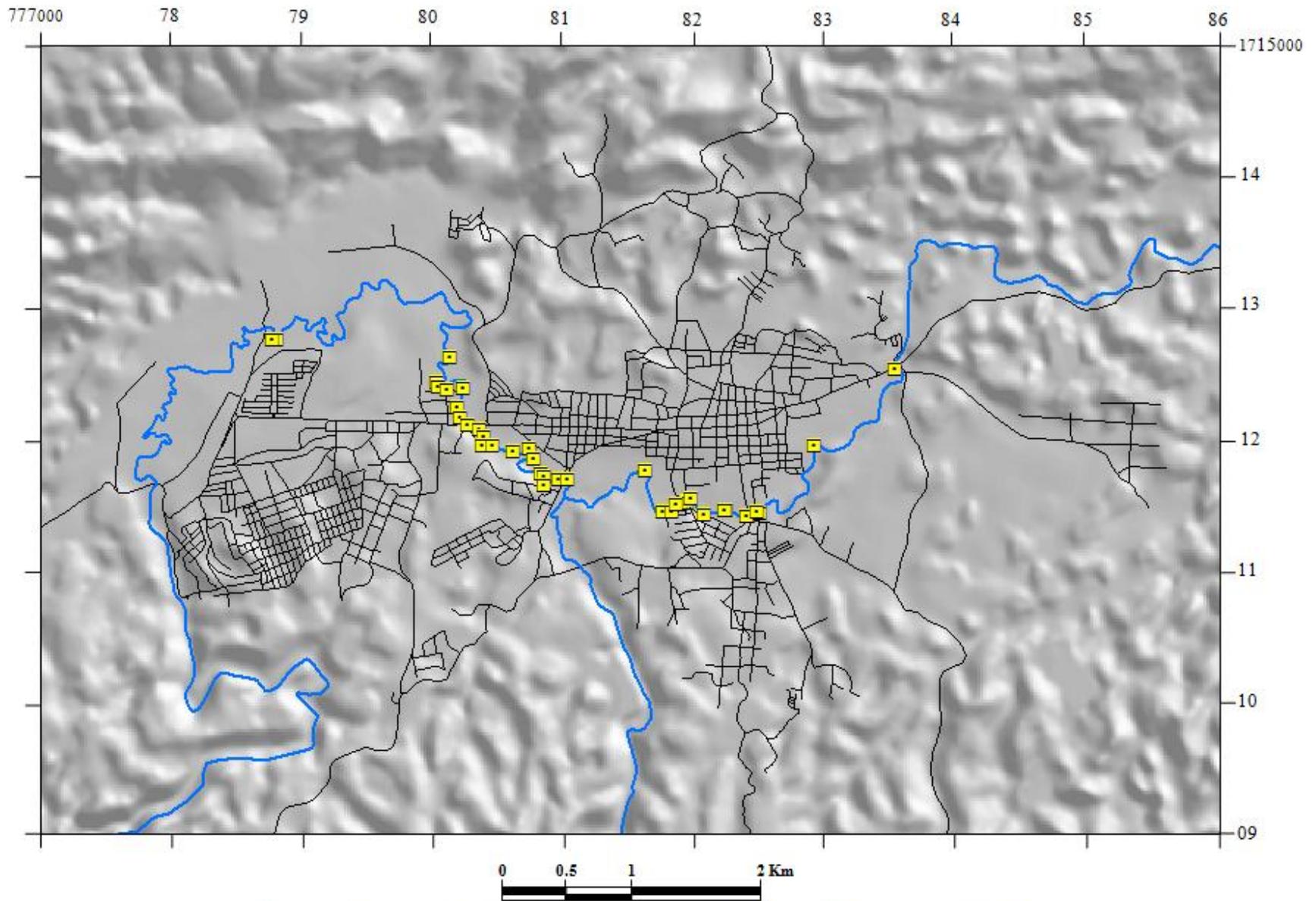
Las principales amenazas constituyen problemas ambientales serios y son producto principalmente del crecimiento urbano desordenado. Estas amenazas corresponden fundamentalmente a las siguientes:

- a. Descargas de aguas residuales al sistema hídrico superficial del río Cahabón, sin ningún tipo de tratamiento.
- b. Establecimiento de botaderos de residuos sólidos en áreas no recomendables.
- c. Inexistencia en áreas rurales, de sistemas de drenaje sanitario y ubicación de letrinas directamente sobre sumideros kársticos (siguanes).
- d. Modificaciones del drenaje natural y mal manejo del relieve kárstico.
- e. Crecimiento urbano desordenado, en áreas con susceptibilidad a inundaciones, subsidencias, colapsos y deslizamientos.
- f. Deficiente drenaje pluvial por falta de capacidad y mantenimiento de los alcantarillados y canales existentes.

Los mapas 35 y 36 muestran respectivamente, los puntos de descarga de drenajes al río Cahabón y vertederos no controlados.

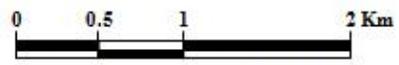
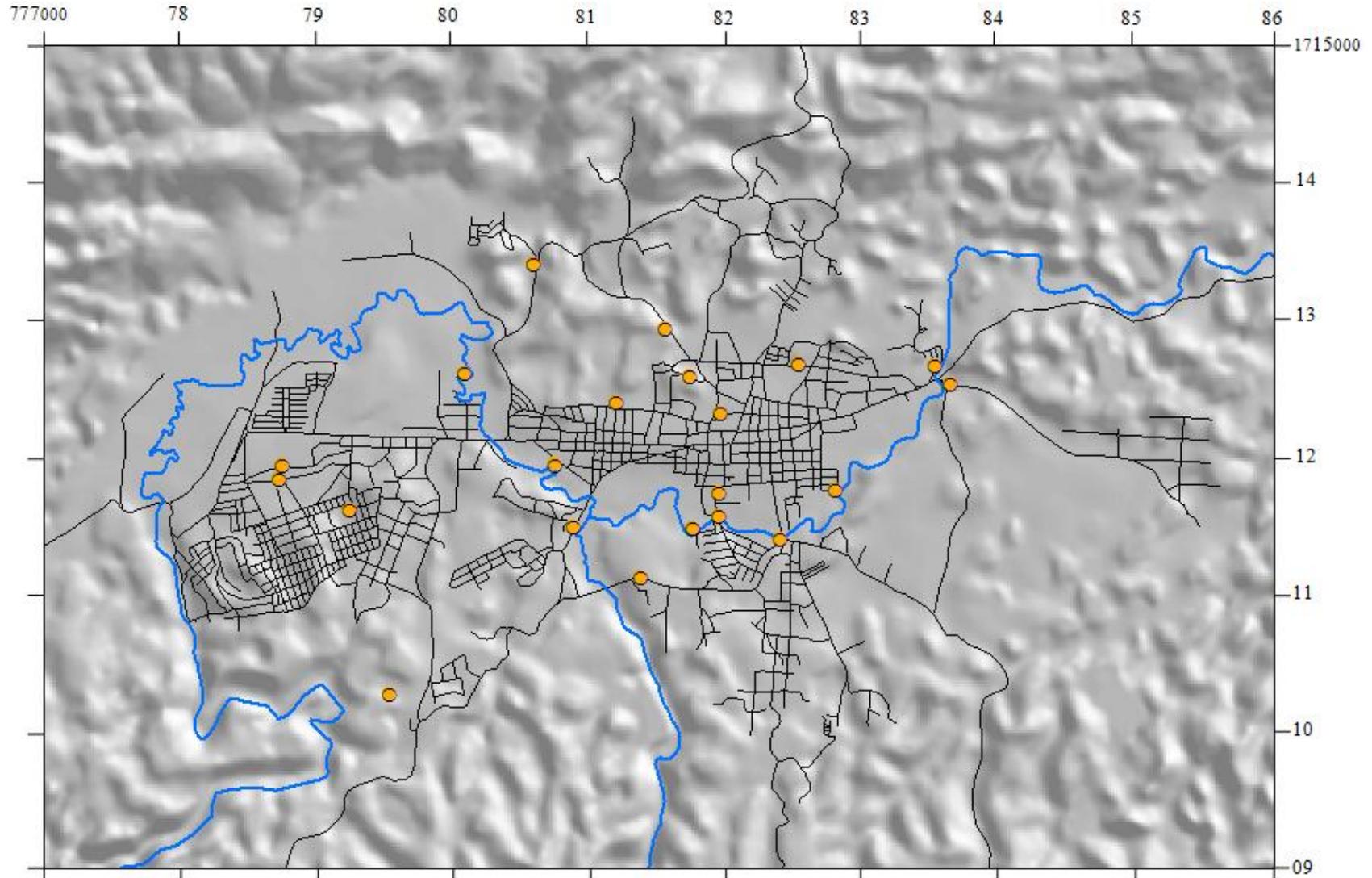
En el caso de las descargas de drenajes al río Cahabón, éstas constituyen la principal fuente de contaminación de la corriente fluvial en el área de la ciudad, de tal manera que las aguas del río se encuentran contaminadas tanto química como microbiológicamente. Las modificaciones del drenaje natural son originadas por causa de construcciones dentro de cauces de corrientes intermitentes. Estas pueden observarse principalmente en el área del Instituto Nacional de la Juventud y el Deporte, el Instituto Normal Mixto del Norte, y los barrios La Libertad, San Jorge, Chiguarrón, Gualom y el Arco.

Mapa 35. Descargas de drenaje



Fuente: elaboración propia con base en información de la municipalidad de Cobán.

Mapa 36. Botaderos



Fuente: elaboración propia

El mal manejo del relieve kárstico puede evidenciarse debido a la ubicación de letrinas en dolinas de disolución, principalmente en el área rural, y a la ubicación de viviendas dentro de estas depresiones naturales, observables principalmente en comunidades como Chajxucub, Gualom, El Esfuerzo II y la Nueva Esperanza.

En el mapa 37, se muestran otras amenazas antrópicas, tales como la contaminación hídrica, el basurero municipal y las áreas de crecimiento urbano desordenado.

Para fines de tamizaje, en el mapa 38 se muestran en conjunto las áreas correspondientes a las amenazas antrópicas, que se han caracterizado como áreas rojas.

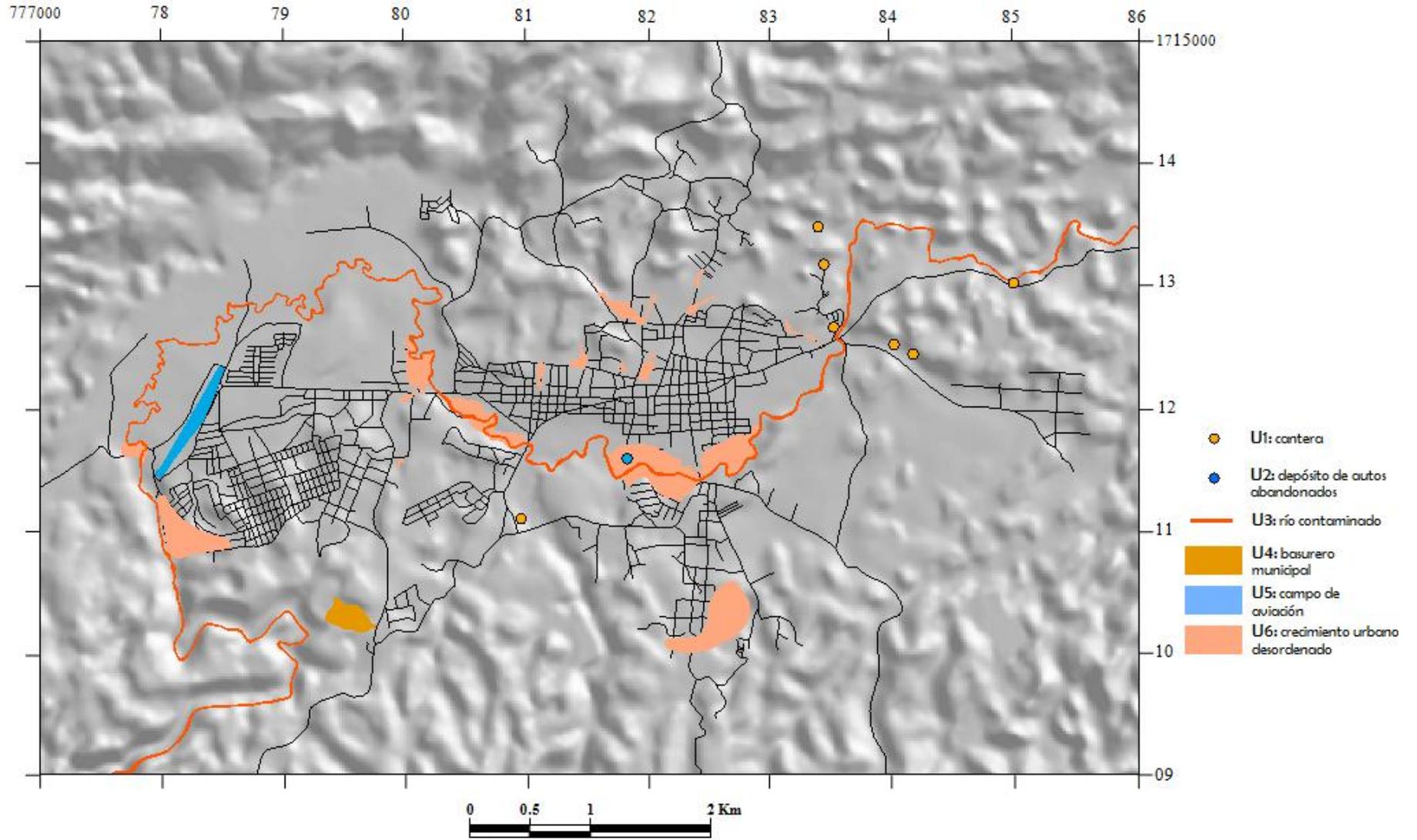
3.2.9 Arqueología

Desde el punto de vista arqueológico, se ha documentado recientemente la existencia de un sitio presunto de interés arqueológico. Éste se muestra en el mapa 39 y se considera como tal, debido a evidencia de que en el lugar existen principalmente restos de utensilios de cerámica de origen precolombino.

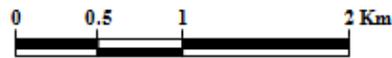
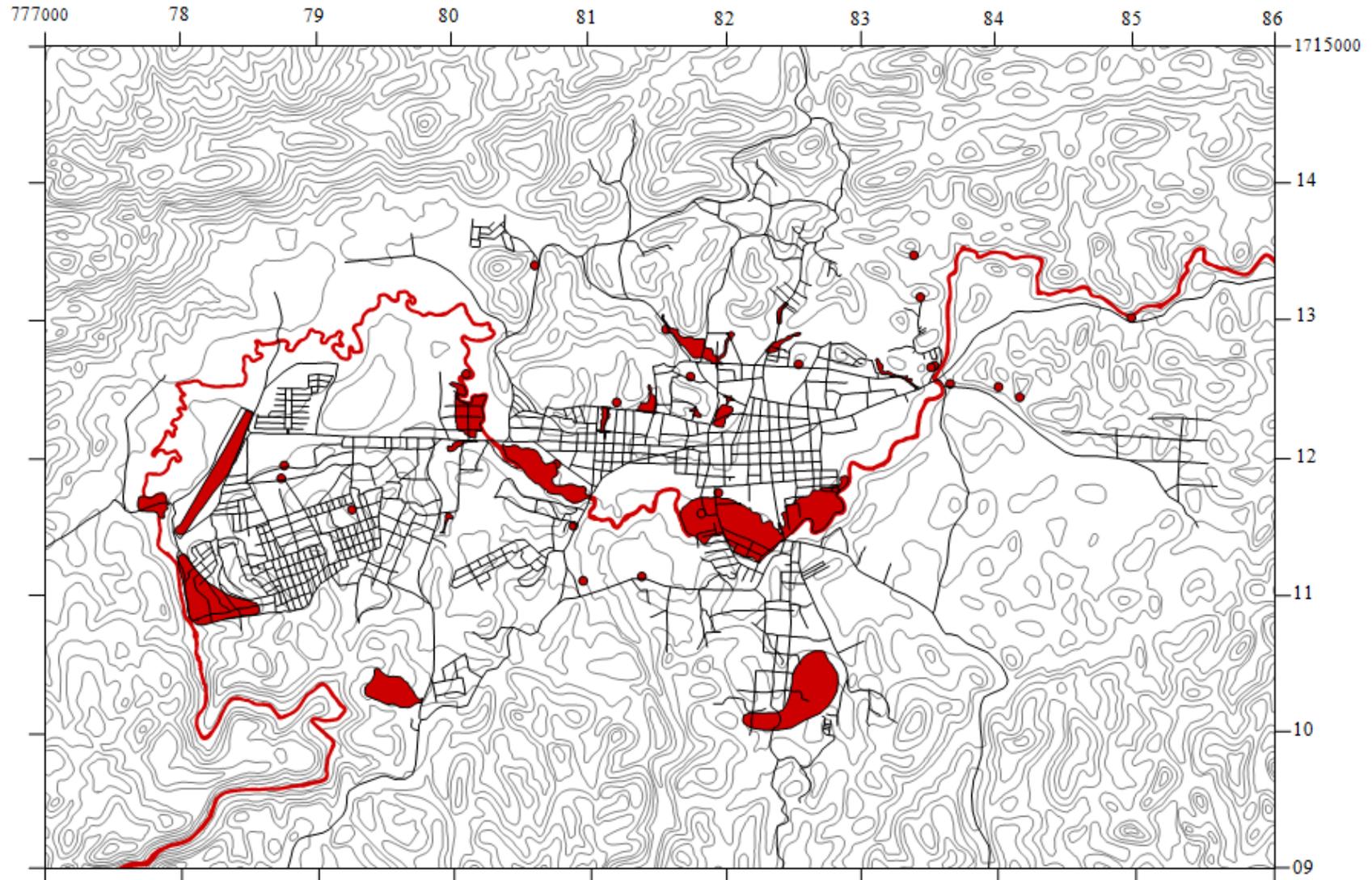
3.2.10 Valores arquitectónicos

En el mapa 40 se señala la ubicación de los elementos de valor arquitectónico. Estos se restringen exclusivamente al área urbana y periurbana de la ciudad. A su vez, elementos como el Calvario y la Catedral de la ciudad son considerados como parte del patrimonio cultural de la nación, principalmente por su carácter histórico.

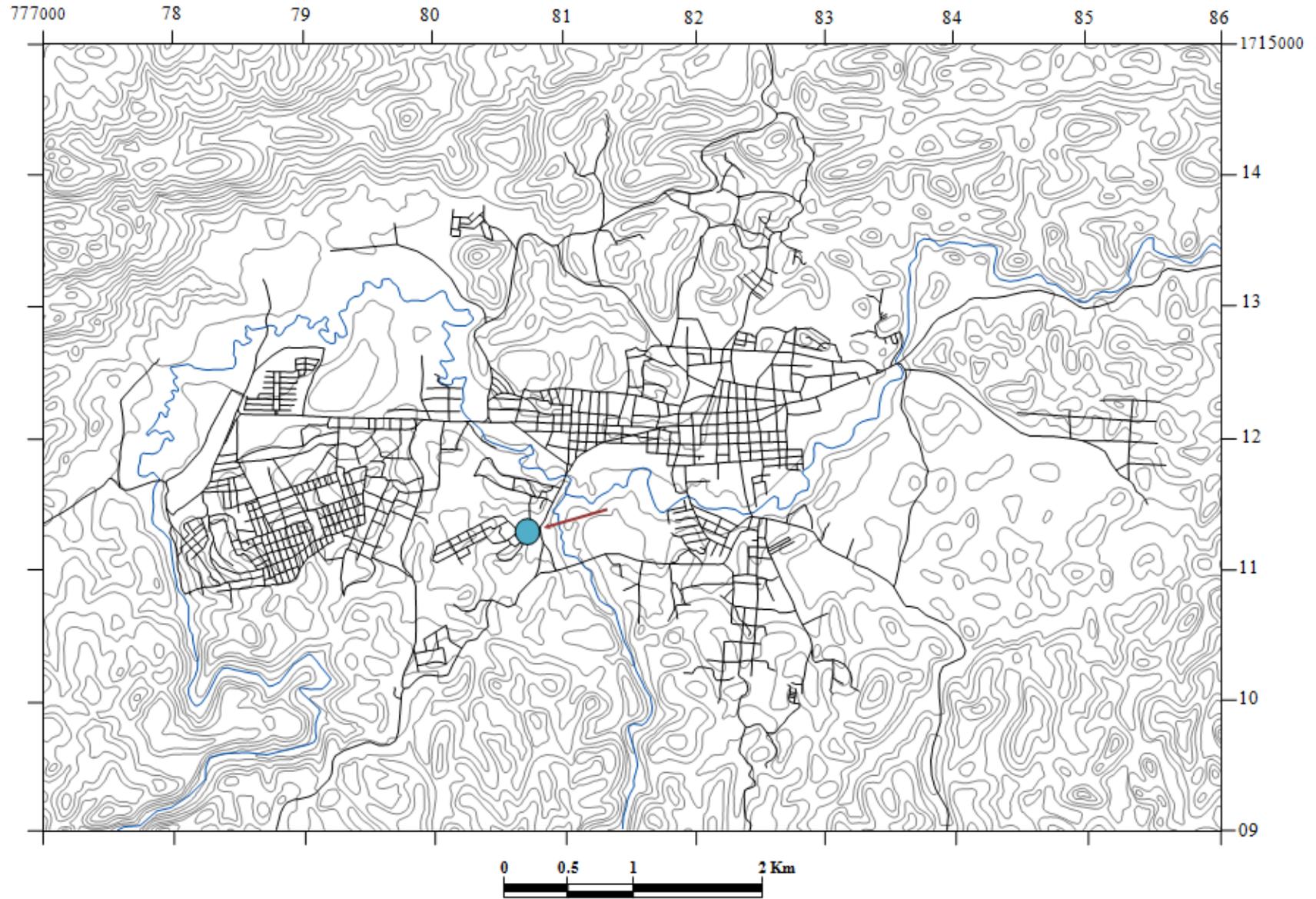
Mapa 37. Áreas de contaminación y riesgos



Fuente: elaboración propia

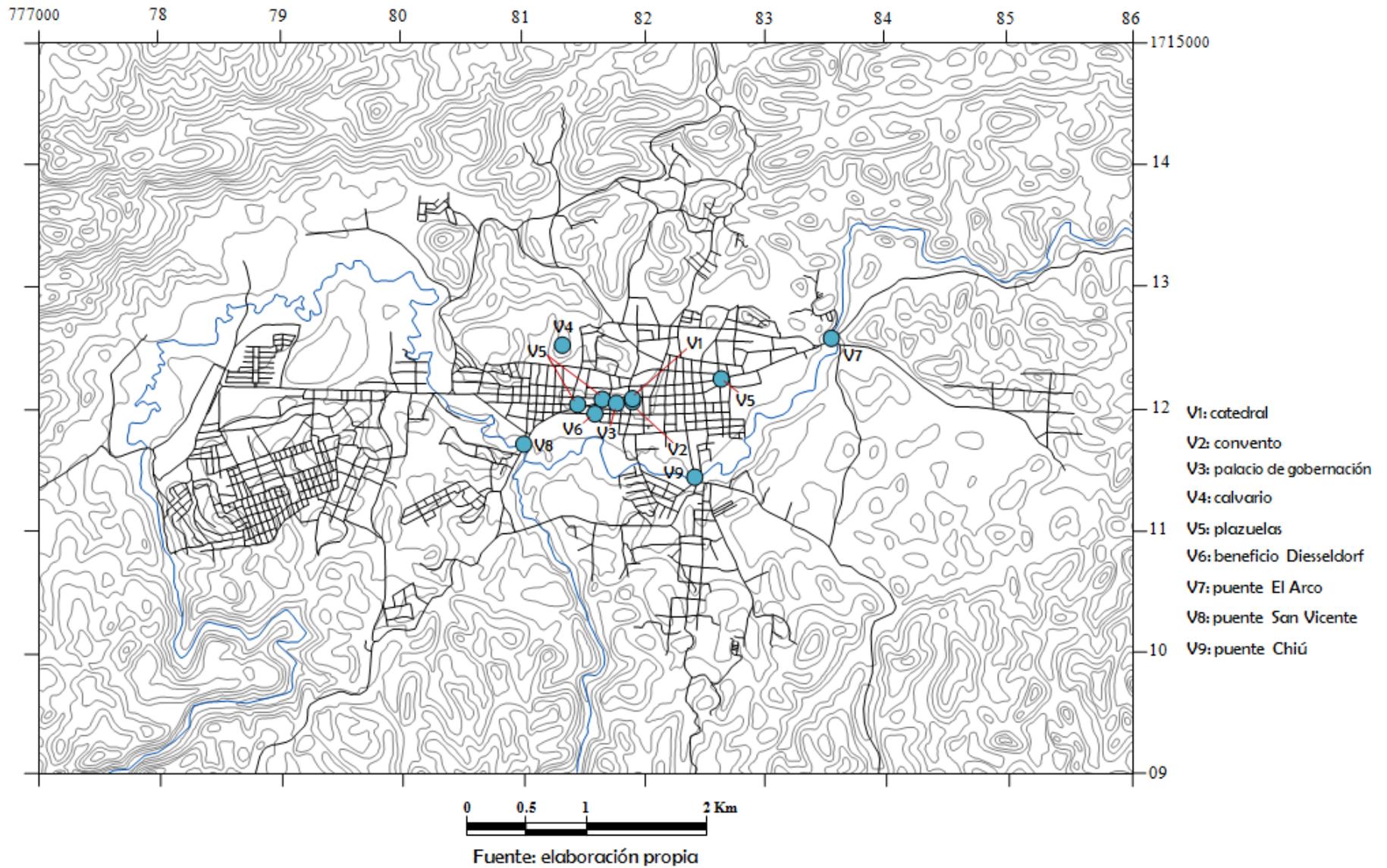
Mapa 38. Temático T: Amenazas antrópicas

Fuente: elaboración propia

Mapa 39. Temático U: Arqueología

Fuente: elaboración propia

Mapa 40. Temático V: Valores arquitectónicos



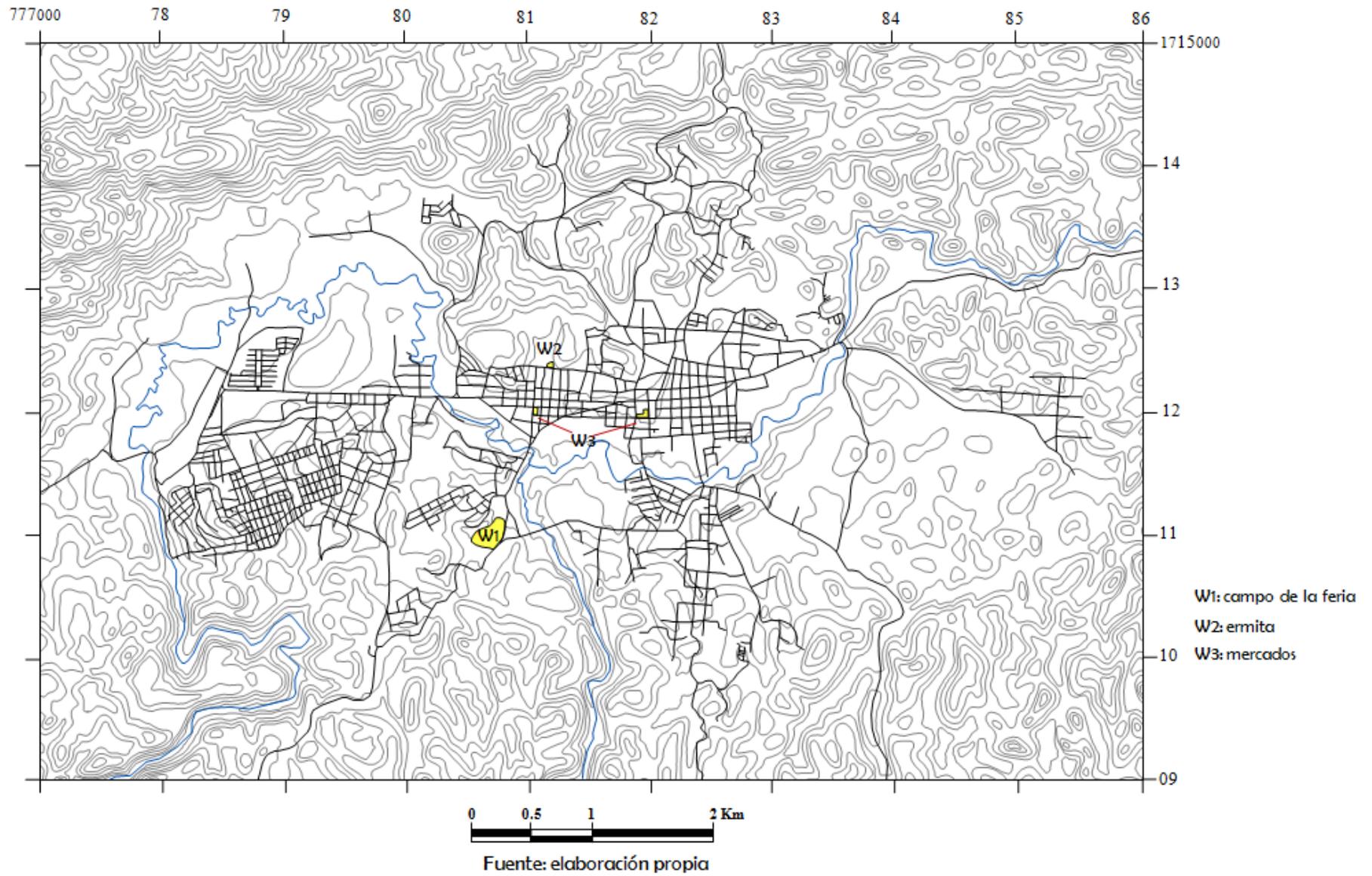
3.2.11 Tradiciones

A finales del mes de julio se celebra el Festival Folklórico Nacional, el cual consiste en una fiesta indígena, cuyo propósito es representar manifestaciones artísticas y culturales de las diferentes etnias de Guatemala.

Durante este festival se realizan representaciones únicas de los trajes típicos, el folklore y las tradiciones de las etnias de Guatemala. Está relacionado con la fiesta patronal de Cobán, que se celebra del 1 al 4 de agosto, donde se llevan a cabo rituales de cofradías y bailes folklóricos como El Baile de la Conquista y El Baile de los Moros.

En el mapa 41 se muestran las áreas en las que se desarrollan actividades tradicionales.

Mapa 41. Temático W: Tradiciones



CAPÍTULO IV

Diagnóstico Integral

Para el diagnóstico integral del área, se ha realizado la yuxtaposición de los mapas temáticos para la obtención de mapas de cobertura. Estos mapas de cobertura constituyen mapas resumen por cada color, de tal manera que se ha generado un mapa de cobertura de áreas azules, uno de áreas amarillas y uno de áreas rojas.

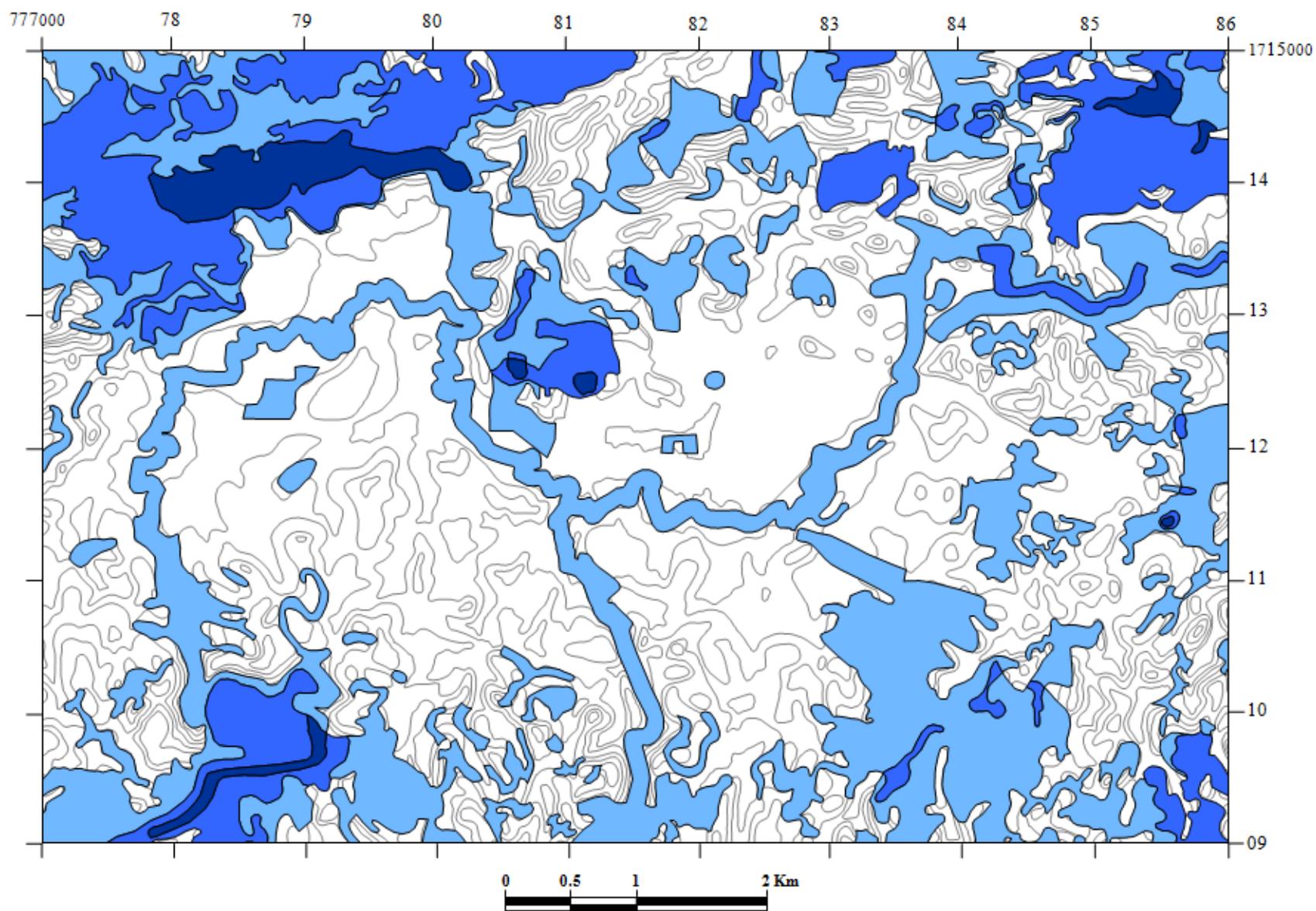
4.1 ANÁLISIS DE LOS MAPAS EN YUXTAPOSICIÓN

En los mapas de yuxtaposición, por cada color, se han utilizado variaciones de tonalidad, dependiendo del número de yuxtaposiciones (véase gráfica 3.1). Estos mapas de yuxtaposición de áreas por color corresponden a los mapas 42, 43 y 44.

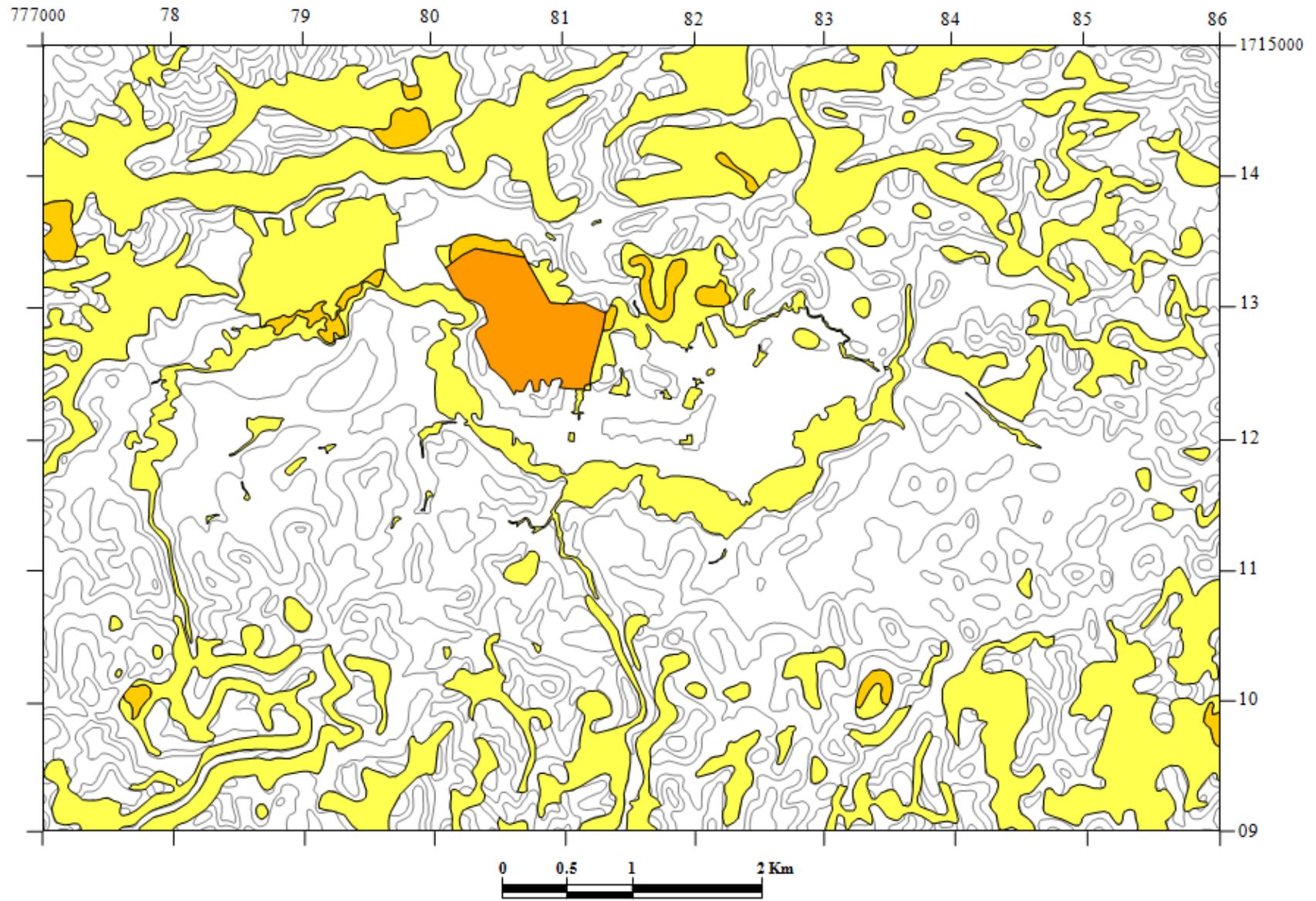
4.1.1 Áreas azules

Las áreas azules representadas en el mapa 42 son producto principalmente de las áreas de respeto alrededor de los cuerpos de agua, propiedad y valor de la tierra, áreas turísticas, valores escénicos, zoología y cobertura vegetal. Las áreas de dos sobreposiciones corresponden mayoritariamente a la sobreposición de áreas de cobertura forestal significativa con existencia de especies de animales silvestres. En las áreas de tres sobreposiciones coinciden más que todo, áreas con cobertura forestal significativa, con especies de animales considerables y áreas de importante valor turístico, escénico o paisajístico.

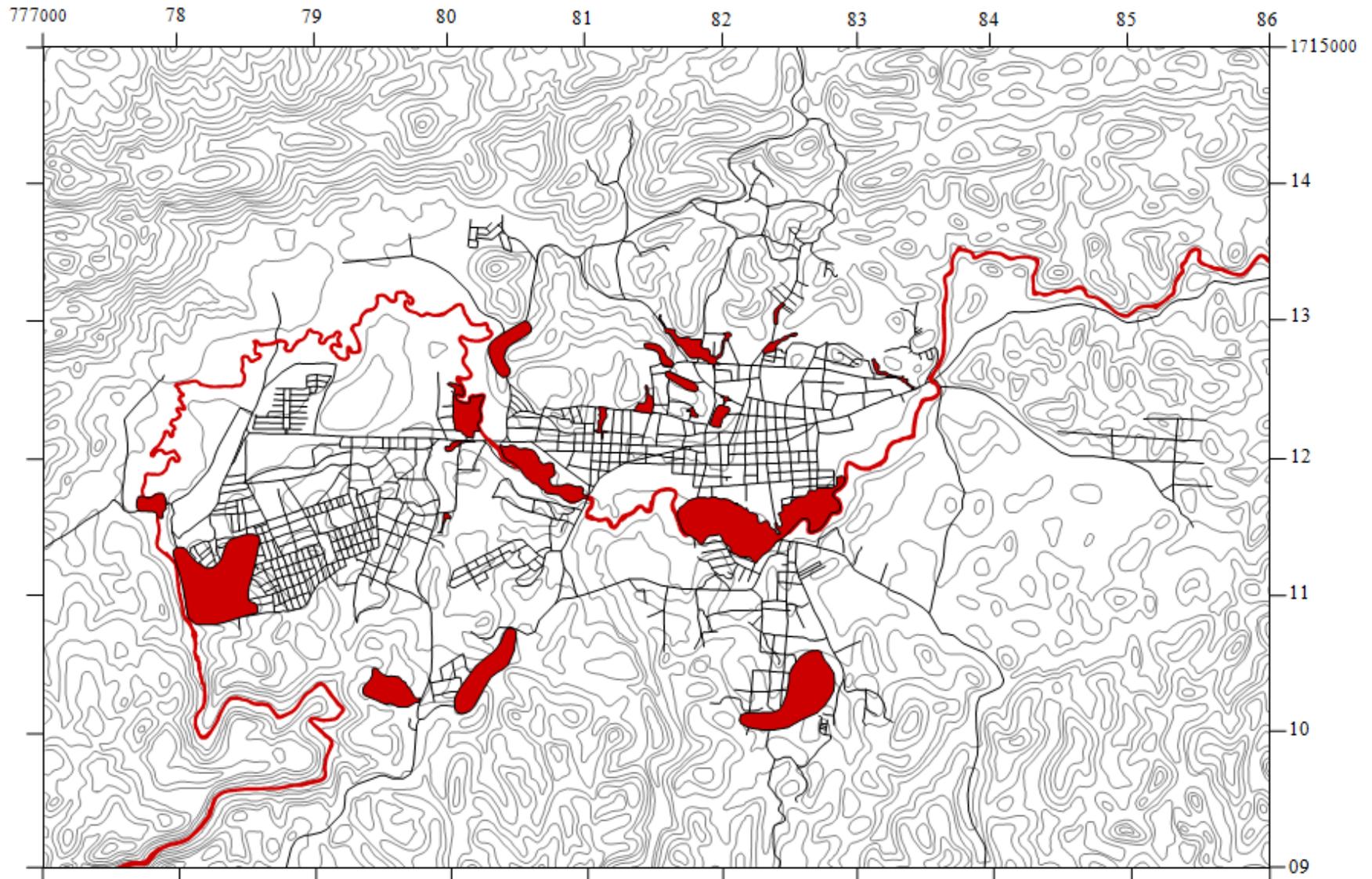
Mapa 42. Áreas azules: Cobertura de la yuxtaposición



Fuente: elaboración propia

Mapa 43. Áreas amarillas: Cobertura de la yuxtaposición

Fuente: elaboración propia

Mapa 44. Áreas rojas: Cobertura de la yuxtaposición

0 0.5 1 2 Km

Fuente: elaboración propia

4.1.2 Áreas amarillas

Las áreas amarillas representadas en el mapa 43 se deben fundamentalmente a áreas de topografía abrupta, zonas de inundación, cobertura forestal espesa, áreas naturales protegidas y las áreas ocupadas por dolinas, consideradas como áreas de peligro potencial. Las áreas de sobreposiciones ocurren básicamente en el Parque Nacional las Victorias y sus alrededores, donde siendo un área natural protegida, coinciden inclusive más de tres criterios en yuxtaposición, principalmente cobertura forestal espesa, con animales silvestres protegidos.

4.1.3 Áreas rojas

Las áreas rojas se encuentran representadas en el mapa 44 y corresponden básicamente a las áreas de desastres naturales y amenazas antrópicas.

4.2 MAPA RESUMEN DE LA YUSTAPOSICIÓN

El mapa resumen de la yuxtaposición (mapa 45) se ha obtenido al sumar en forma gráfica los tres mapas de cobertura de las áreas rojas, amarillas y azules. Este mapa resumen constituye la base de la planificación. Para la obtención de este mapa se sigue el principio de: *Donde dos o más áreas de diferente color se sobrepongan, prevalecerá la del peso específico mayor*¹⁸. Esto significa que si en una parte del territorio está señalada al mismo tiempo como área roja y como amarilla, se tendrá que indicar como área roja, ya que prevalece el principio de la restauración, sobre el de la sola conservación. En caso de encontrarse al mismo tiempo un área amarilla y una azul, prevalece el principio de la conservación (área amarilla) sobre el principio de manejo¹⁹.

¹⁸ Palma, Susana, *Análisis y Manejo Integrado del Patrimonio Natural y Cultural para el Desarrollo de San Andrés Xecul, Totonicapán*. USAC, Guatemala 1994, con base en Boca, Diego, et.al.

¹⁹ Palma, Susana, *Análisis y Manejo Integrado del Patrimonio Natural y Cultural para el Desarrollo de San Andrés Xecul, Totonicapán*. USAC, Guatemala 1994, con base en Boca, Diego, et.al.

El mapa resumen de la yuxtaposición permite contar con un condensado resultante del proceso de análisis, para la interpretación de la situación ambiental del área de estudio.

4.2.1 Áreas azules

Las áreas azules corresponden fundamentalmente a áreas de vegetación, de alta pendiente y áreas de respeto alrededor de los cuerpos de agua. Los programas de estas zonas deberán orientarse al **manejo**.

4.2.2 Áreas amarillas

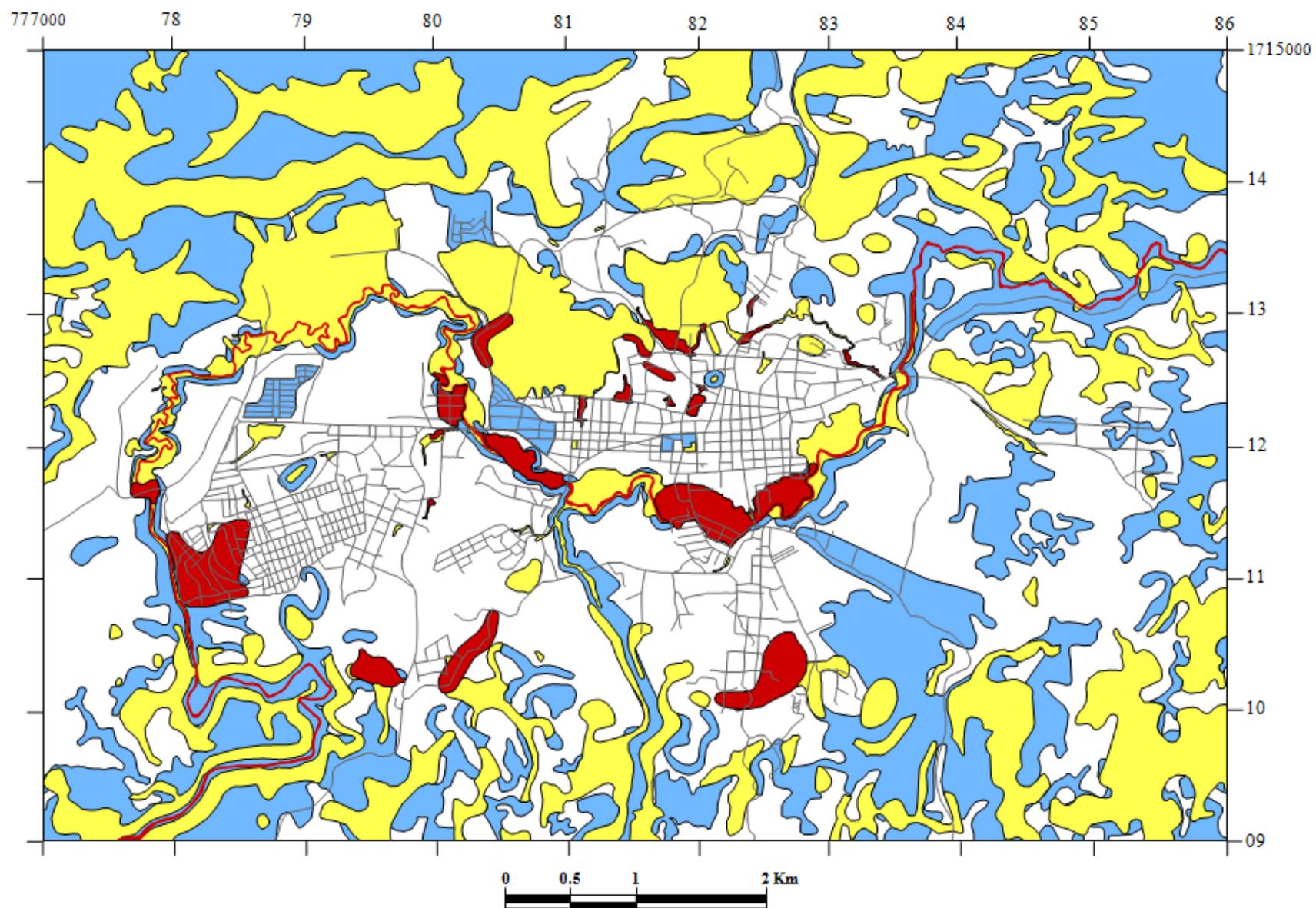
Las áreas amarillas corresponden a las áreas de muy alta pendiente, con cobertura forestal, zonas de inundación, áreas naturales protegidas y las áreas correspondientes a dolinas, que como se ha indicado se consideran como áreas de peligro potencial a subsidencias, colapsos y a contaminación del recurso hídrico subterráneo. Los programas de estas zonas deberán orientarse a la **conservación**.

4.2.3 Áreas rojas

Las áreas rojas permiten identificar los principales problemas ambientales del área de estudio. Estos se refieren básicamente a áreas de desastres naturales y a áreas de amenazas antrópicas. Con base en lo indicado en los mapas temáticos respectivos de estas áreas, podría concluirse que finalmente las áreas rojas están determinadas principalmente por la suma de áreas de deslizamientos, el río contaminado, basureros y las áreas de crecimiento urbano desordenado.

En áreas rojas, los programas deberán orientarse a la **recuperación y saneamiento** de las zonas.

Mapa 45. Resumen de la yuxtaposición



Fuente: elaboración propia

4.3 ÁREAS HOMOGÉNEAS DE PRIMERO Y SEGUNDO GRADO

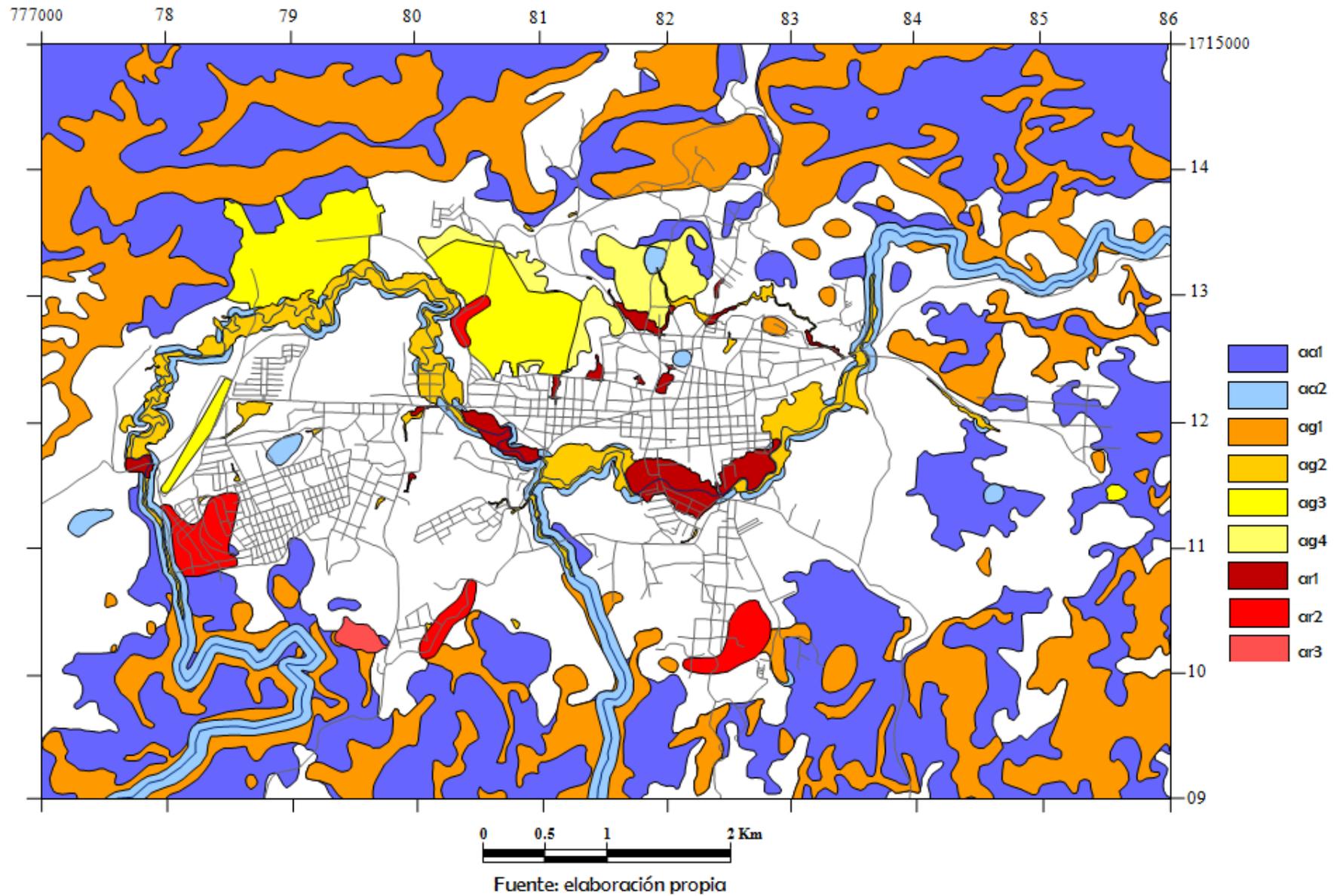
Las áreas que se han determinado mediante el proceso de análisis y yuxtaposición pueden tener dimensiones no adecuadas y generar excesivas subdivisiones del territorio. Por esta razón, para fines de la planificación, el territorio puede ser subdividido en dos niveles de áreas homogéneas: de primero y de segundo grado.

Las áreas homogéneas de primer grado son aquellas obtenidas hasta ahora, a través del proceso de análisis y yuxtaposición. Las áreas de segundo grado se obtienen tomando un área de primer grado con características y dimensiones adecuadas, agrupando áreas similares y cercanas entre sí, o atribuyendo a una zona de primer grado con varios colores, el color que en ella predomine.

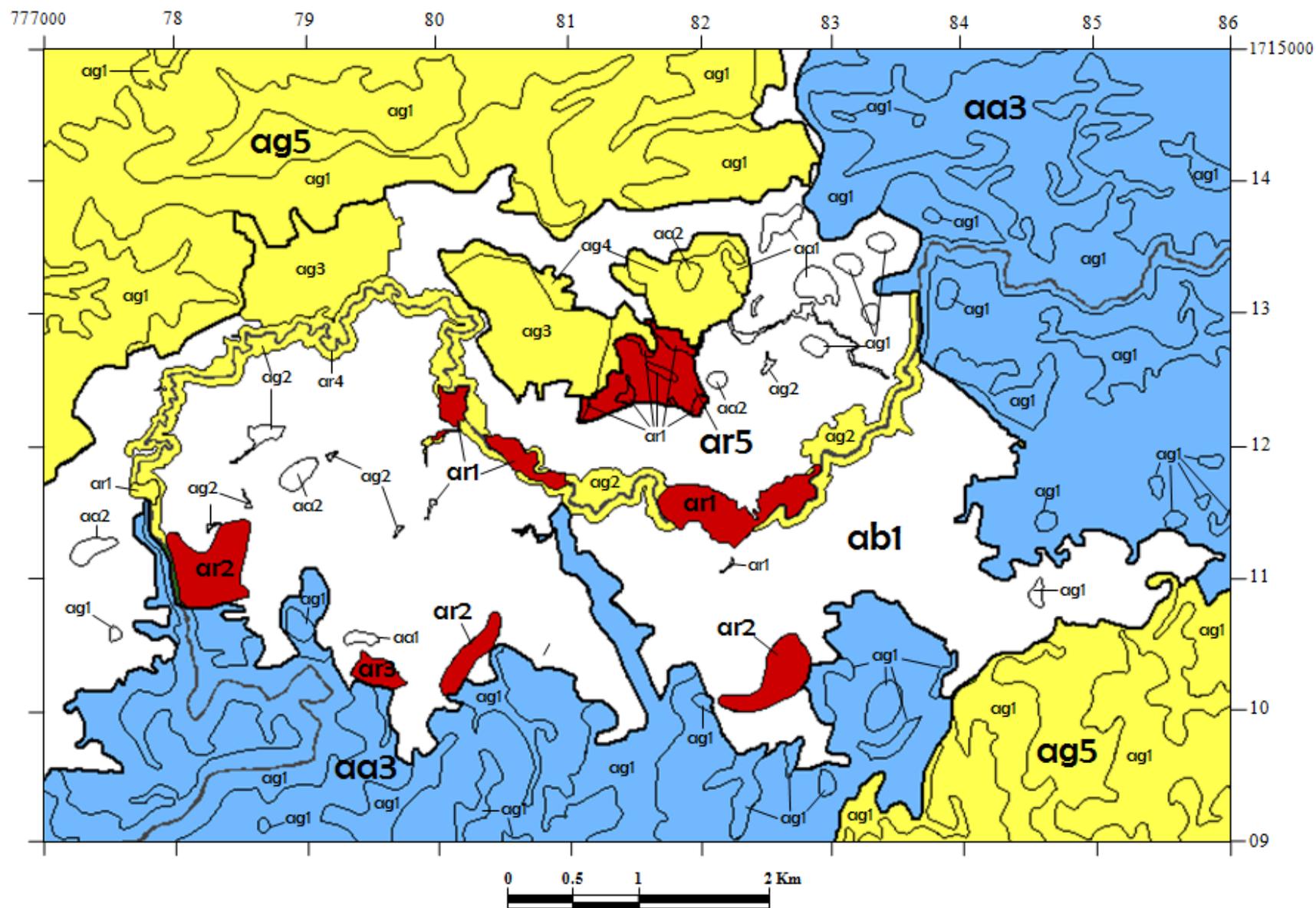
Los mapas 46 y 47 son los mapas de áreas homogéneas de primer y segundo grado, respectivamente. Se han utilizado las siglas aa, ag y ar, para identificar áreas azules, áreas amarillas y áreas rojas, respectivamente. Para las áreas homogéneas de segundo grado, se ha utilizado la misma nomenclatura, pero con un tamaño de letra más grande. Las siglas van acompañadas de un número, de tal manera que se han obtenido diferentes áreas homogéneas definidas según sus características y el manejo que pueda hacerse de ellas posteriormente.

La tabla 4.1, muestra las características principales de las áreas homogéneas.

Mapa 46. Áreas homogéneas de primer grado



Mapa 47. Áreas homogéneas de segundo grado



Fuente: elaboración propia

Tabla 4.1 Descripción de áreas homogéneas de primero y segundo grado

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|---------|--|
| aa1 | Áreas de alta pendiente, generalmente con cobertura forestal del 25% a 50%. |
| aa2 | Áreas de respeto en las orillas de los cuerpos de agua. |
| aa3 | Área homogénea de segundo grado. Incluye principalmente áreas aa1 y ag1, con predominancia de áreas azules. |
| ag1 | Pueden considerarse áreas de riesgo. Corresponden a dolinas de subsidencia o colapso y a áreas de pendientes abruptas. |
| ag2 | Áreas sujetas a inundación. |
| ag3 | Áreas protegidas, reglamentadas o de uso definido. |
| ag4 | Áreas caracterizadas por presentar una densidad forestal superior al 50%. |
| ag5 | Área homogénea de segundo grado. Incluye principalmente áreas aa1 y ag1, con predominancia de áreas amarillas. |
| ar1 | Correspondientes a lugares urbanizados en zonas de inundación. |
| ar2 | Áreas de alta densidad de derrumbes. |
| ar3 | Basurero municipal. |
| ar4 | Río contaminado, corresponde al trayecto del río Cahabón, que atraviesa el área. |
| ar5 | Área homogénea de segundo grado. Incluye áreas rojas de primer grado ar1. |

Fuente: elaboración propia

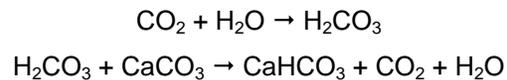
4.4 ANÁLISIS DE CAUSALIDAD DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES

A partir del diagnóstico realizado, se puede determinar que los principales problemas ambientales del área, correspondientes además a las áreas rojas del análisis de mapas, están relacionados a procesos geológicos y geomorfológicos, con un componente antrópico. A continuación se describe la incidencia ambiental de estos procesos, incluyendo procesos relacionados con la hidrología, hidrogeología e hidrometeorología del área.

4.4.1 Procesos Geológicos

Debido a que más del 50% del área de estudio está constituido por rocas calizas, el área de estudio se caracteriza por ser predominantemente kárstica.

El karst se caracteriza por formas de relieve originadas por la descomposición de la caliza debido a la acción disolvente del agua en un proceso químico llamado disolución. La caliza está compuesta principalmente por calcita o carbonato cálcico, la cual es prácticamente insoluble en agua pura, pero altamente vulnerable al ácido carbónico formado cuando el dióxido de carbono se disuelve en el agua. El dióxido de carbono puede provenir de la atmósfera a través de la lluvia, y en áreas donde la caliza es cubierta por el suelo, puede también derivarse biológicamente como resultado de la respiración de las plantas y la actividad bacteriana; en estas situaciones, el dióxido de carbono en el suelo alcanza altas concentraciones. Mediante un proceso químico el ácido carbónico resultante descompone la calcita para producir bicarbonato cálcico, el cual es soluble en el agua y fácilmente removido de la roca, según la siguiente reacción:



La meteorización química así producida tiende a aumentar en áreas calizas cubiertas de tierra.

La contaminación, los colapsos y subsidencias, y en casos particulares inundaciones, son los problemas principales que surgen del establecimiento de poblados en terrenos kársticos.

Las geoformas diagnósticas superficiales del karst son las dolinas. En el área de estudio existen hasta 80 dolinas mapeables a escala 1:50000. La formación de karstificación superficial es directamente dependiente del tipo de roca y obedece en gran medida al desarrollo estructural del área.

En terrenos kársticos, los techos de cavernas pueden derrumbarse y formar depresiones en la superficie. Los sumideros o dolinas de colapso, conocidos localmente con el nombre de *siguanes*, indican la presencia de cavernas bajo ellos.

En el área de estudio existen cavernas de dimensiones pequeñas, incluso dentro del área que ocupa la ciudad de Cobán. Los terrenos montañosos de los alrededores, que además se caracterizan por presentar pendientes relativamente elevadas, corresponden a los terrenos con mayor densidad de dolinas. Estos terrenos presentan también existencia de cavernas de dimensiones pequeñas y son abundantes los sumideros o dolinas de colapso, por lo que puede inferirse la relación que existe entre ambas estructuras kársticas.

Respecto a la contaminación, el vertido controlado es la manera más barata de eliminar residuos, pero depende de la existencia de emplazamientos adecuados. Es fundamental elegir el terreno adecuado para que no se produzca contaminación ni en la superficie ni en aguas subterráneas. Para ello, entre otras medidas, se seleccionan suelos con pocas filtraciones y se evitan zonas expuestas a inundaciones o cercanas a manantiales subterráneos, por lo que en terrenos kársticos es de suma importancia la consideración de la geología para tales efectos.

La contaminación del agua es inminente en terrenos kársticos. Entre los contaminantes del agua en áreas pobladas están principalmente las aguas residuales de hogares y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua), agentes infecciosos, sustancias contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos; por lo que es necesario estar conscientes del riesgo que representa en un área kárstica, el hecho de devolver estas aguas a los sistemas hídricos locales sin ningún tratamiento ni cuidado especial.

4.4.2 Procesos Geomorfológicos

Los principales peligros asociados a la geomorfología del área corresponden a inundaciones fundamentalmente en los planos de inundación de las superficies fluviales, y además, debido a la presencia de suelos arcillosos asociados a las características litológicas, pueden tener lugar deslizamientos de las laderas de algunas elevaciones con fuerte pendiente.

4.4.3 Procesos relacionados con la hidrología superficial y subterránea

La red fluvial en el área de estudio es casi nula. Este carácter está determinado por la permeabilidad de las rocas carbonatadas que facilita el proceso de karstificación. La principal fuente de alimentación hídrica en el área son las lluvias, las cuales por el escurrimiento superficial pasan a formar parte del acuífero subterráneo y alimentan el río Cahabón, que atraviesa el área.

Los principales peligros relacionados con la hidrología del área están condicionados por los fenómenos de inundaciones locales en los planos de inundación del río Cahabón y en paleocauces y cauces intermitentes.

Los riesgos de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas pueden provenir esencialmente de fuentes antrópicas relacionadas con la agricultura y con la urbanización. Los focos de contaminación más importantes son las descargas de las aguas residuales de la ciudad de Cobán y comunidades adyacentes. En el caso de los centros poblados que cuentan con drenaje de aguas servidas, éstas se devuelven sin ningún tratamiento al río Cahabón, y en el caso de las áreas rurales de los alrededores de la ciudad, donde no existen sistemas de drenaje, la contaminación es principalmente a nivel del agua subterránea, debido a que la carga contaminante es vertida a letrinas o directamente a los cuerpos de agua superficiales o a sumideros.

Uno de los focos de contaminación más importantes dentro del área de estudio lo constituye el basurero de la ciudad. El problema que ocasiona el establecimiento de un botadero en terrenos kársticos, sin ningún estudio previo, es la inminente contaminación del agua subterránea, debido a que las estructuras kársticas suelen presentar bajo la superficie, sistemas de cavidades subterráneas formadas por la disolución de las rocas.

4.4.4 Procesos asociados a fenómenos hidrometeorológicos

La intensidad y prolongación de la precipitación pueden ocasionar que ésta se convierta en un factor desencadenante tanto para los flujos de escombros y deslizamientos, como para la ocurrencia de inundaciones.

Guatemala fue objeto en el pasado reciente de fenómenos hidrometeorológicos que ocasionaron en el peor de los casos pérdidas humanas. Como parte de dichos fenómenos, los eventos correspondientes a los huracanes Mitch y Stan, ocurridos coincidentemente al final de la época lluviosa de 1998 y 2005, aportaron entre 200 y 600 mm de lluvia en períodos de 6 a 12 días, cuando los suelos y acuíferos estaban ya saturados, provocando inundaciones y propiciando flujos que desencadenaron deslizamientos. Debido a la distribución espacial de la lluvia de estos dos eventos atmosféricos, el huracán Mitch fue el que afectó de una manera más seria a la región de Alta Verapaz.

Entre los Huracanes Mitch y Stan hubo una diferencia de 7 años, sin embargo, las intensas lluvias del día 13 de Agosto del año 2007, que afectaron principalmente a Alta Verapaz, ocasionaron, en términos de inundaciones y deslizamientos, impactos similares a los documentados para el huracán Mitch.

Este evento permitió documentar las afecciones relacionadas a las inundaciones y deslizamientos ocurridos en el área de estudio, y que se utilizan en la caracterización de desastres en el presente estudio. Estas afecciones estuvieron

asociadas a las altas precipitaciones, o lluvias intensas, continuas y de corta duración, las cuales iniciaron aproximadamente a las 18:00 horas del día 12 de agosto y finalizaron aproximadamente a las 12:00 del día 13.

La mayor intensidad de lluvia ocurrió a las 8:00 horas del día 13 y en el intervalo comprendido de las 9:00 a las 11:00 horas del mismo día, se estabilizó el valor de lluvia acumulada, que llegó a alcanzar sus valores máximos de 273.812 mm a las 14:00 horas y 275.844 mm a las 23:00 horas, cuando finalizó el evento.

Durante este evento, fue evidente que las inundaciones ocurridas a nivel de la ciudad de Cobán tuvieron básicamente tres causas principales: la geomorfología de los planos de inundación del río Cahabón, la obstrucción de cauces naturales y el surgimiento de agua de dolinas.

Con respecto a las inundaciones ocasionadas por el río Cahabón, ocurridas debido al desbordamiento de su cauce, las áreas afectadas fueron principalmente Residenciales Imperial, colonia Chichochoch y barrio El Recreo.

Las zonas inundadas a causa de la obstrucción de causas naturales fueron las correspondientes al Instituto Nacional de la Juventud y el Deporte INJUD, al Instituto Emilio Rosales Ponce, y los barrios La Libertad, San Jorge, Chiguarrón, Gualom y El Arco. Otros de menor escala ocurrieron en las áreas cercanas al Polideportivo, Zona 8.

Las inundaciones debidas al surgimiento de agua en dolinas se detectaron principalmente las comunidades de Chajxacub, Gualom, mercado Terminal, Esfuerzo II y La Nueva Esperanza. Los principales daños ocurrieron debido a que en estos sectores existen viviendas ubicadas dentro de estas depresiones kársticas.

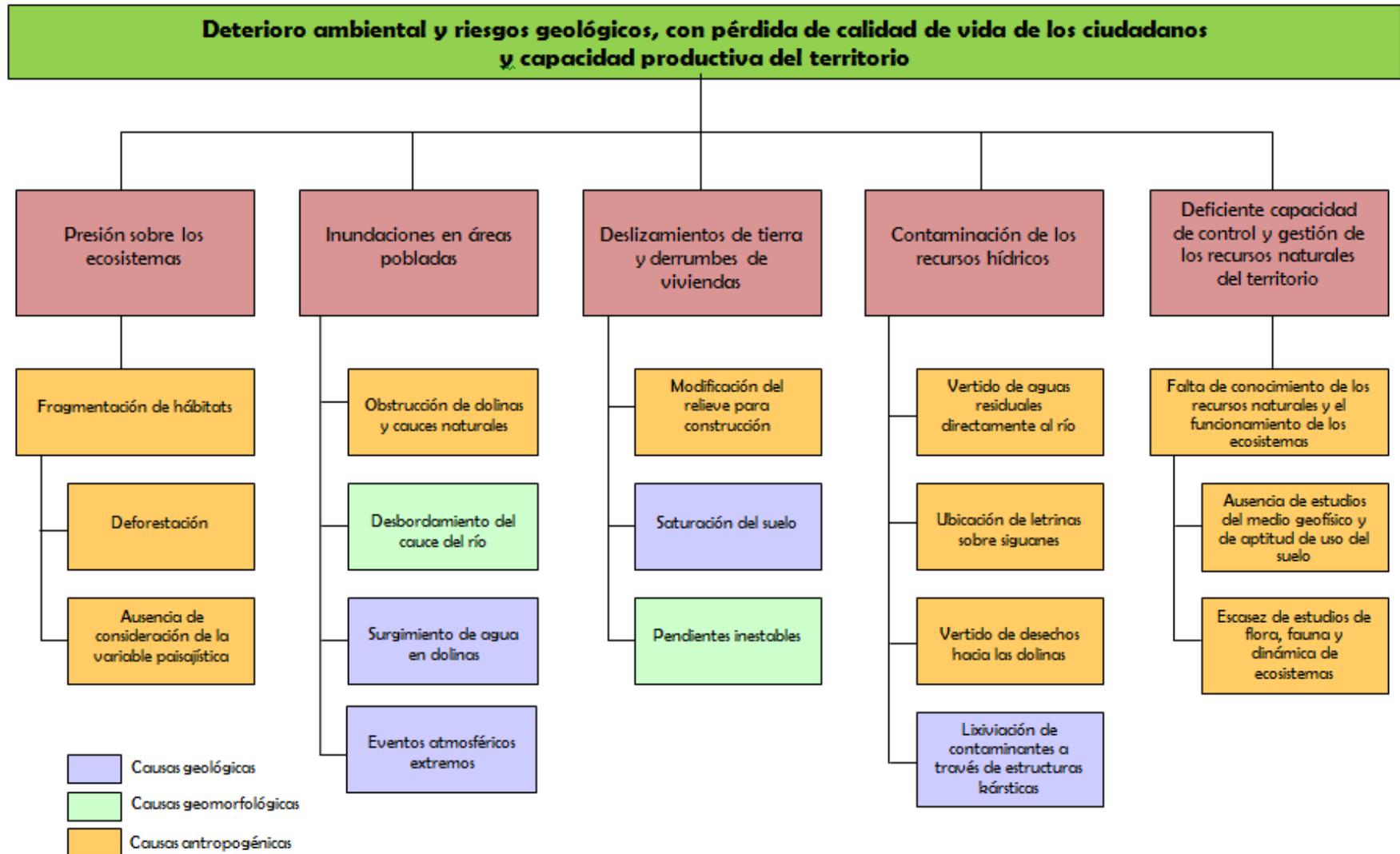
Durante este evento se originaron además movimientos de ladera, que en ciertos sectores afectaron viviendas y causaron pérdidas humanas. Dentro de las zonas más afectadas por este proceso está la colonia Nueva Esperanza, debido a las características geológicas, edafológicas y topográficas y a la alta densidad poblacional de la zona.

La mayoría de movimientos de ladera fueron de tipo traslacional, originados por la saturación del suelo y la actividad antrópica. Existen a nivel de este sector movimientos de ladera de dimensiones métricas, que fueron producto de cortes hechos sobre el terreno, para la ubicación de las viviendas. Se hizo notoria además la presencia de agrietamientos de dimensiones métricas afectando las laderas de la zona. Esto refleja que el sector es muy susceptible a la generación de un deslizamiento de dimensiones considerables.

4.4.5 Árbol de problemas

A partir del diagnóstico integral del área, se ha establecido el árbol de problemas del área, el cual se muestra en la gráfica 4.1.

Gráfica 4.1. Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO V

Propuesta

Para que se constituya en una herramienta para la formulación posterior de un plan de manejo integral del área de estudio o como insumo para la planificación del territorio, a partir de los resultados obtenidos del diagnóstico, los cuales han permitido determinar los problemas críticos que requieren atención, se ha formulado el respectivo árbol de objetivos y se ha establecido un escenario positivo del área.

5.1 ÁRBOL DE OBJETIVOS

A partir de los problemas detectados en el área, y para establecer un plan de manejo integral del área, se ha construido el árbol de objetivos que se muestra en la gráfica 5.1. La tabla 5.1 es un cuadro de estrategias para el logro de los objetivos.

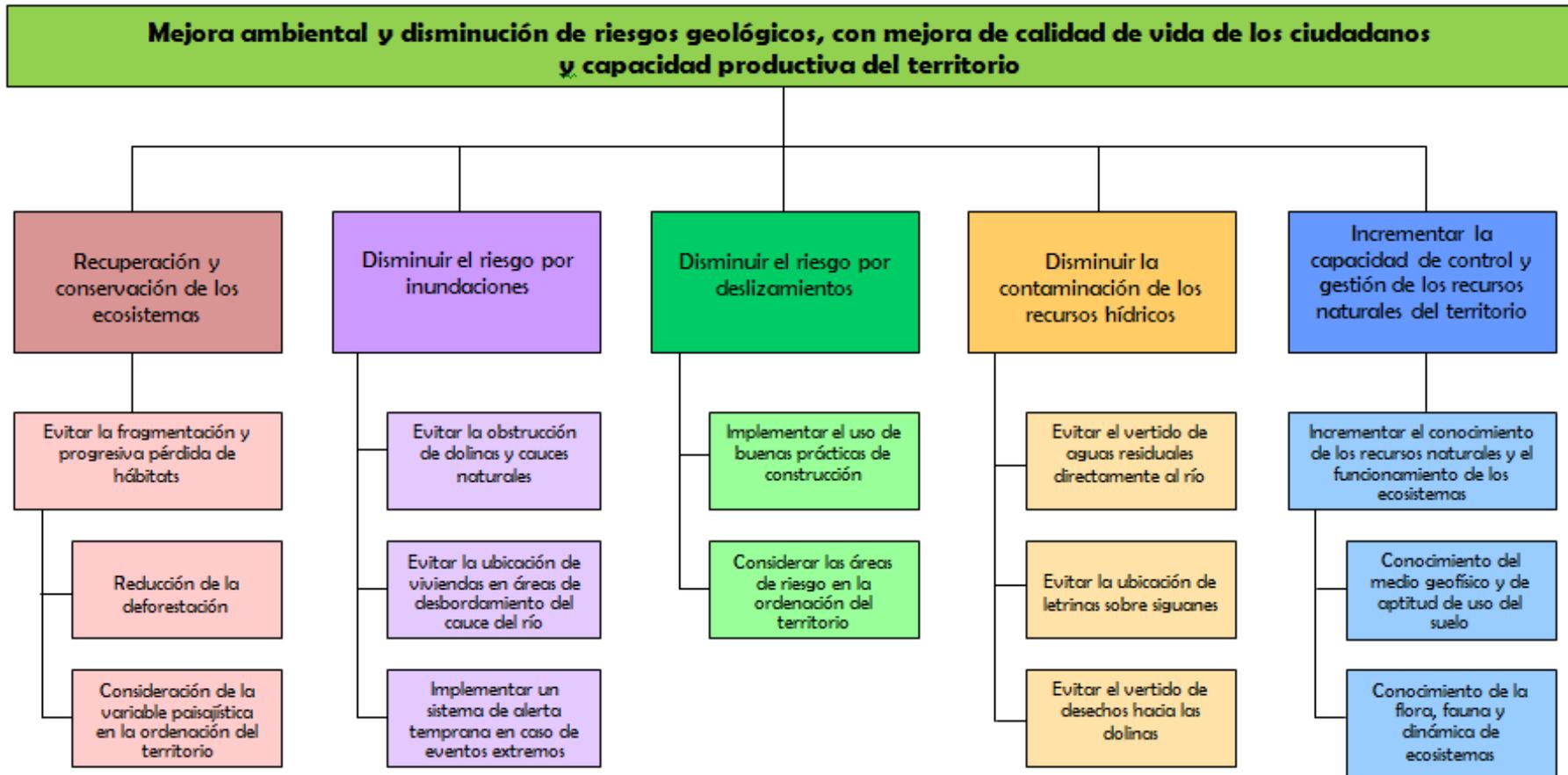
5.2 LÍNEAS DE ACCIÓN EN ÁREAS AMBIENTALMENTE ANALIZADAS

5.2.1 Áreas Rojas

Para las áreas rojas detectadas, se sugieren intervenciones con proyectos detallados y organización ambiental.

Son áreas que requieren una completa replanificación con normativas específicas y proyectos planificados de manera detallada.

Gráfica 5.1. Árbol de objetivos



Fuente: elaboración propia

Tabla 5.1 Cuadro de estrategias

| OBJETIVO | ESTRATEGIAS | ACTORES INVOLUCRADOS |
|--|--|--|
| Recuperación y conservación de los ecosistemas | Promover programas de educación ambiental a efecto de concientizar sobre la importancia de la reforestación de áreas degradadas y sobre la reducción de la deforestación del medio | Dirección Departamental de Educación, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Bosques |
| | Considerar la variable paisajística en los planes de ordenamiento del territorio | Municipalidad, Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia |
| Disminuir el riesgo por inundaciones | Impulsar medidas que tiendan a evitar la obstrucción de cauces naturales y la ubicación de viviendas en áreas de inundación, en el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio | Municipalidad, Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia |
| | Implementar un sistema de alerta temprana en caso de eventos extremos | Coordinadora Regional para la reducción de Desastres, Centro Universitario del Norte |
| Disminuir el riesgo por deslizamientos | Crear normativas a efecto de implementar el uso de buenas prácticas de construcción | Municipalidad |
| | Considerar las áreas de riesgo en la ordenación del territorio | Municipalidad, Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia |
| Disminuir la contaminación de los recursos hídricos | Restauración y saneamiento del río Cahabón | Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Cooperación Internacional |
| | Educación ambiental para evitar la ubicación de letrinas sobre siguanes y el vertido de desechos hacia las dolinas | Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Dirección Departamental de Educación |
| | Dotar de los servicios mínimos adecuados de drenaje y manejo de desechos domésticos en las áreas rurales | Gobierno, municipalidad |
| Incrementar la capacidad de control y gestión de los recursos naturales del territorio | Incrementar el conocimiento de los recursos naturales y el funcionamiento de los ecosistemas. | Centro Universitario del Norte |

Fuente: elaboración propia

En el caso de las áreas rojas, la organización ambiental requerirá grandes inversiones, provistas por el Estado, la comunidad o el sector privado, en todo caso. Para determinados programas, una opción es acceder al apoyo de la Cooperación Internacional.

5.2.2 Áreas Amarillas

Son áreas que requieren intervenciones con normativa y proyectos ambientales de alta calidad.

Tratándose de sectores de gran valor ambiental, con vocación natural y recreativa, cada intervención contará con un diseño muy amplio que salvaguarde las condiciones especiales de la zona. Deberían ser planificados proyectos ambientales de alta calidad que sean capaces de coordinar las sucesivas intervenciones de carácter técnico y normativo.

A pesar de las normas detalladas para el mantenimiento o para la restauración de los caracteres arquitectónicos y botánicos del área, para cada área deberá especificarse el destino óptimo y el tipo de organización ambiental.

Mientras las construcciones sean de tipo agrícola, turístico y de servicio (privilegiando la recuperación), las condiciones botánicas requerirán una normativa precisa en cada punto, detallando todas las intervenciones de reconstrucción (reforestación, sustitución gradual de especies, reacondicionamiento hidrológico, intervenciones de bioingeniería, etc.), acondicionando el proyecto a las carencias, formas, dimensiones y compatibilidad del ambiente.

5.2.3 Áreas Azules

Para las áreas azules, puede actuarse a través de una intervención con normativa general.

Tratándose de áreas de valor pero destinadas a un uso normal, la gestión ambiental deberá basarse en normas precisas que regulen los aspectos estructurales, botánicos y arquitectónicos del ambiente.

Deberán indicarse las especies arbóreas prohibidas y las autorizadas, su uso y la modalidad de uso para cada objetivo.

Para la arquitectura deberá indicarse la forma y dimensiones de los edificios, el tipo de material y colores de la fachada, los materiales y forma de los techos, el tipo y colores de las paredes externas, decoraciones exteriores, tipo y materiales del cercado o pared perimetral, indicaciones sobre las tipologías especiales como: muros secos, terrazas, planicies, etc.

Las mismas normas deberán indicarse para el patrimonio arquitectónico existente, para su restauración gradual y para la atención de los problemas ambientales. Así mismo deberá indicarse en los instrumentos urbanísticos, el grado de compatibilidad de las edificaciones existentes con las normas emanadas del análisis ambiental. De igual manera para las obras de infraestructura, como calles, áreas industriales, puentes, etc., se darán indicaciones coherentes.

Cada área azul tendrá una normativa específica que deberá integrarse al Plan de Ordenamiento Territorial del municipio.

5.2.4 Áreas Blancas

En estas áreas no se hace necesaria ninguna intervención especial, es decir, no está prevista ninguna intervención ambiental y se dejará a criterio de la administración municipal.

El Plan de Ordenamiento Territorial se limitará a proveer una serie de indicaciones mínimas para el buen manejo del territorio.

5.3 ESCENARIO POSITIVO DEL ÁREA

Con la puesta en marcha de las líneas de acción descritas anteriormente para cada área ambientalmente analizada, según las características y el estado actual de las áreas homogéneas definidas, puede establecerse un escenario positivo para el área de estudio.

La zonificación del territorio en diferentes áreas, se ha realizado atendiendo a sus características y las medidas que pueden implementarse en ellas o su uso ideal. Con base en esta consideración, se han definido las siguientes áreas:

5.3.1 Zonas de conservación natural (Z0)

Para identificarlas se utilizó la información del diagnóstico integral del área, de tal manera, que corresponden fundamentalmente a áreas amarillas en las que existe potencial de riesgo ante sismos y deslizamientos debido a la presencia de pendientes abruptas, áreas correspondientes a dolinas de subsidencia o colapso, y áreas en las que la cobertura vegetal del terreno, permite identificarlas como zonas ecológicamente importantes.

Se han considerado además dentro de esta categoría, las áreas de respeto alrededor de los cuerpos de agua, las áreas sujetas a inundaciones y las áreas urbanizadas en zonas de inundación y de alta densidad de derrumbes.

Estas áreas deben considerarse como áreas de reserva natural, donde por razones ambientales y de alto riesgo no se permite la construcción para la ocupación humana.

5.3.2 Zonas de manejo (Z1)

Corresponden fundamentalmente a las áreas azules de alta pendiente y mediana cobertura forestal. Pueden considerarse como áreas rurales o boscosas con un nivel intermedio de riesgo, donde se permite la construcción de edificaciones para la ocupación humana de muy baja densidad, pero donde predomina la preservación ambiental del entorno natural.

5.3.3 Zonas de manejo (Z2)

Son aquellas áreas donde por su ubicación o topografía sólo se permite la edificación de baja densidad en las que las edificaciones están más cercanas unas de otras, pero todavía predomina el verde de los jardines por sobre la masa edificada. Corresponden a las áreas semiurbanas de baja pendiente, con densa cobertura forestal.

5.3.4 Zonas de manejo (Z3)

Corresponde a las áreas blancas, por lo que debido a sus características de topografía y cobertura vegetal no considerable, pueden ser sujetas a urbanización bajo planes de ordenamiento urbano, pudiéndose generar zonas semiurbanas de baja densidad de edificación, zonas urbanas de mediana densidad, zona central de alta densidad de edificaciones y zona núcleo de muy alta densidad de edificación.

5.3.5 Zonas especiales (Z4)

En la ciudad existen por lo menos cuatro áreas monofuncionales que no se integran, por su propia condición, a las zonas urbanas generales, debido a que se trata de áreas protegidas o de usos específicos o reglamentados.

5.3.6 Zonas de recuperación o saneamiento (Z5)

Existen áreas rojas, diagnosticadas a partir, principalmente, de la ubicación de zonas urbanas en áreas de riesgo. Estas deben ser consideradas como zonas de recuperación o saneamiento.

Dentro del escenario positivo, deberían considerarse finalmente como zonas de conservación, y dado que esto implica a la complejidad socioeconómica y cultural, deben considerarse en primera instancia las medidas que tiendan a la reducción del riesgo.

En el mapa 48 se muestra el escenario positivo del área de estudio y la correspondencia entre las áreas homogéneas determinadas a partir del diagnóstico integral del área y las zonas en el escenario positivo, se muestran en la tabla 5.2.

Mapa 48. Escenario positivo del área

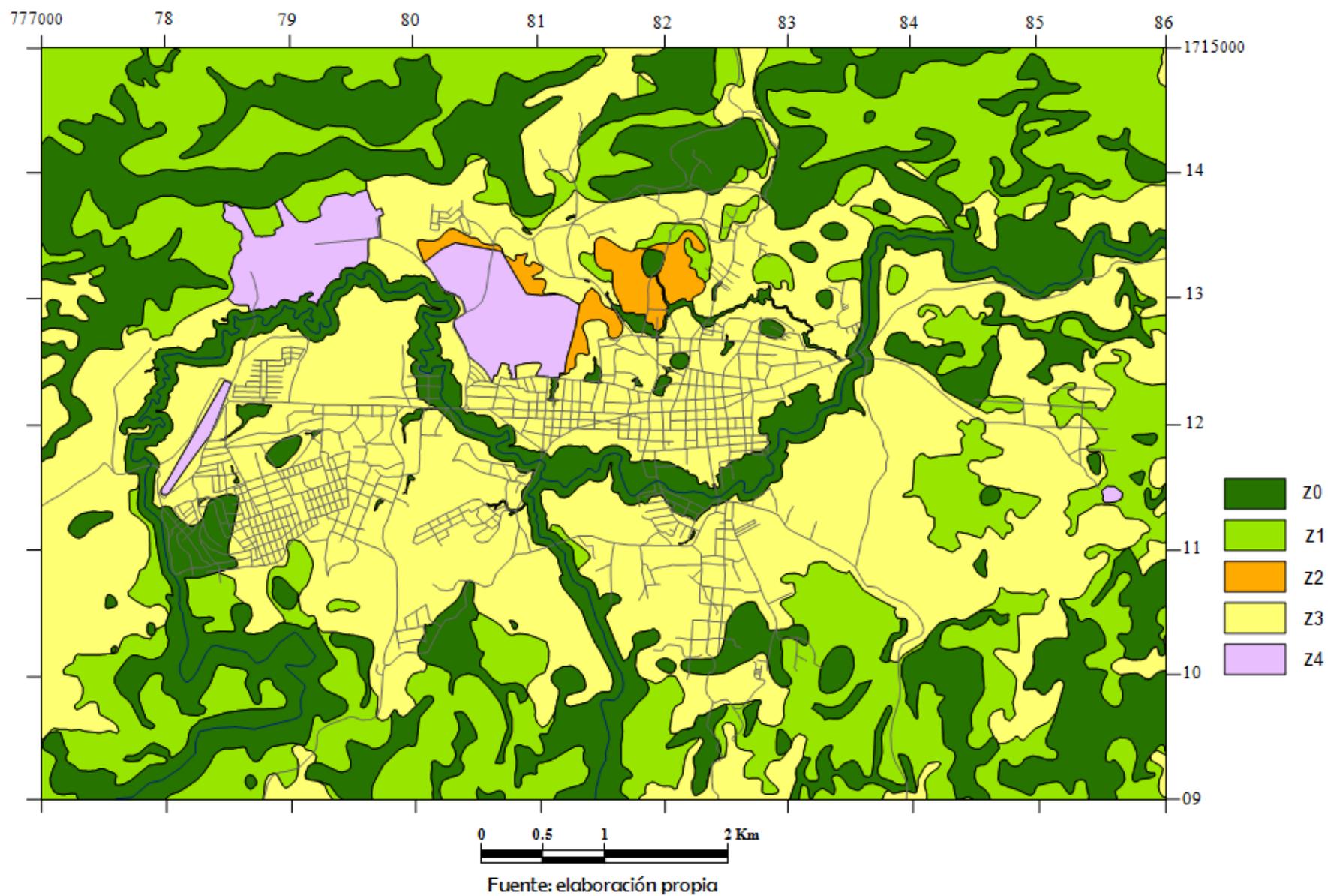


Tabla 5.2 Zonas en el escenario positivo

| ÁREA HOMOGÉNEA | ZONA EN EL ESCENARIO POSITIVO | DESCRIPCIÓN |
|----------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| aa2 | Z0 | Áreas de conservación natural |
| ag1 | | |
| ag2 | | |
| ar1 | | |
| ar2 | | |
| aa1 | Z1 | Áreas de manejo rural |
| ag4 | Z2 | Áreas de manejo semiurbano |
| áreas blancas | Z3 | Áreas urbanizables |
| ag3 | Z4 | Áreas monofuncionales |
| ar3 | Z5 | Áreas de recuperación o saneamiento |
| ar4 | | |

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO VI

Conclusiones

1. Los principales factores que inciden en la ocurrencia de problemas ambientales en los alrededores de la ciudad de Cobán son el contexto geológico, las características geomorfológicas y las actividades antrópicas.
2. La mayor afección a los recursos hídricos superficiales en el área está dada por el vertimiento de las aguas residuales domésticas sin tratamiento directamente al río Cahabón.
3. Existe riesgo de contaminación del acuífero subterráneo por el establecimiento del botadero de residuos sólidos de la ciudad en un terreno kárstico sin previo estudio técnico, pudiendo provocar que los lixiviados pasen directamente al agua subterránea.
4. En las áreas rurales de los alrededores de la ciudad, la contaminación del recurso hídrico subterráneo es inminente, principalmente debido a la ubicación de letrinas directamente sobre sumideros kársticos y a la inexistencia de sistemas de drenaje.
5. Los principales peligros a que está expuesta la población del área son los relacionados a inundaciones, subsidencias, colapsos y deslizamientos, debido a las características geológicas y geomorfológicas, sumadas al crecimiento urbano no ordenado y a las actividades antrópicas.
6. Las inundaciones que ocurren en la ciudad de Cobán y sus alrededores se deben fundamentalmente al establecimiento de viviendas en la zona de inundación del río Cahabón y a la obstrucción de dolinas y cauces naturales, así como también al deficiente drenaje pluvial por falta de capacidad y mantenimiento de los alcantarillados y canales existentes.

CAPÍTULO VII

Recomendaciones

1. La autoridad rectora en materia ambiental debería declarar como una prioridad para la región, la restauración y saneamiento del río Cahabón, para lo cual se deberían coordinar acciones y proyectos que involucren la participación comunitaria y a las autoridades de los municipios de la parte alta de la cuenca y gestionar financiamiento para que cada municipio cuente con plantas de tratamiento de aguas negras.
2. Promover una extensa campaña de educación ambiental a todo nivel, con el fin de crear conciencia de las implicaciones ambientales y de riesgo que conlleva el establecimiento de comunidades en terrenos kársticos.
3. Aprovechar los fondos de inversión social para dotar de los servicios mínimos adecuados de drenaje y manejo de desechos domésticos en las áreas rurales, a efecto de evitar la contaminación del acuífero subterráneo por la descarga de aguas negras en sumideros kársticos y por los desechos domésticos de las comunidades rurales que se ubican en las riberas del río.
4. Atendiendo al escenario positivo del área, promover la reforestación en la ribera del río Cahabón, lo que además de permitir que el río cuente con bosque de galería, permitiría evitar los desastres causados por la ubicación de viviendas en la zona de inundación.
5. Realizar estudios técnicos para evaluar las condiciones geológicas e hidrogeológicas del área del basurero municipal y gestionar financiamiento para el establecimiento de un relleno sanitario que responda a estudios técnicos de geología.

6. Generar e implementar un Plan de Ordenamiento Territorial –POT– para la ciudad de Cobán, que además de las características ambientales, económicas y socioculturales del área, parta del conocimiento del medio geofísico y de aptitud de uso del suelo. Previo al POT se sugiere la formulación participativa de un Plan Estratégico Territorial –PET– impulsado por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN–.
7. Que las entidades responsables de planificación y ordenamiento territorial tomen en cuenta los conceptos de capital social y humano para contribuir a la efectividad de los planes que se implementen.

Glosario

Antropogénico: de origen humano o derivado de las actividades humanas.

Áreas amarillas: áreas de gran valor económico, social o natural, en las cuales es arriesgado diseñar programas para modificar el territorio. Los programas deben orientarse a la conservación natural.

Áreas azules: áreas de valor natural o cultural intermedio, para las cuales se deben diseñar programas de manejo con normas adecuadas a las características encontradas.

Áreas blancas: áreas de normal valor natural, para las cuales es aconsejable el diseño de programas de manejo con normas adecuadas.

Áreas homogéneas: partes del territorio con características similares y en las que pueden impulsarse actividades de manejo comunes.

Áreas rojas: áreas degradadas ambientalmente hablando, contaminadas o de alto riesgo, debido principalmente a la actividad antrópica. Para ellas se deben diseñar programas para la restauración o saneamiento. Son áreas que no pueden ser dejadas en la condición en la que actualmente se encuentran.

Datos de operación: datos de los mapas temáticos que son considerados activos en la operación de yuxtaposición y también en la definición de áreas homogéneas.

Datos no operacionales: datos de los mapas temáticos que no son considerados en la operación de yuxtaposición, pero que son tomados en consideración para la definición de áreas homogéneas de segundo grado.

Diagnóstico geoambiental: Proceso de diagnóstico del medio ambiente que se realiza tomando en consideración los fenómenos geológicos relacionados a los procesos ambientales.

Dolina: tipo de depresión geológica causada por la disolución de la roca caliza.

Karst: forma de relieve originada por el proceso de disolución de la roca caliza y que se caracteriza por manifestaciones de meteorización química superficial y la existencia de geoformas tales como dolinas y cavernas.

Mapa base: mapa topográfico que constituye la base de la cartografía sucesiva.

Mapas temáticos: mapas con una o más características del territorio, las cuales pueden ser agrupadas en un tema específico y homogéneo.

Mapeo: Operación que lleva los datos y características del territorio a los distintos mapas temáticos.

Bibliografía

CONCYT, *Evaluación hidrogeológica de Alta Verapaz*, 2005

Davis, Mackenzie; Masten, Susan. *Ingeniería y Ciencias Ambientales*. McGraw-Hill Interamericana Editores. 2005. p203

Enger, Eldon; Smith, Bradley. *Ciencia Ambiental: un estudio de interrelaciones*. McGraw-Hill Interamericana Editores. Décima Edición, 2006. p16

Instituto Geográfico Nacional, *Atlas Nacional de Guatemala*. Taller Litográfico IGN, Guatemala, 1976

Instituto Nacional de Estadística, *Monografía de Cobán, Alta Verapaz*, Guatemala. sne

Instituto Nacional de Estadística, *Diagnóstico municipal con enfoque de pobreza*, Guatemala. sne

Merritts, Dorothy; De Wet, Andrew; Menking Kirsten. *Environmental Geology: An Earth System Science Approach*. W.H. Freeman and Company. 1998. P198-199

Microsoft Corporation. *Microsoft Encarta 2007*. 1993-2006

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, *Acuerdo Gubernativo 23-2003 Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental*. Guatemala, 2003

Océano Grupo Editorial. *Enciclopedia de Guatemala*. 1999, Barcelona, España. Tomo I. p55-56

Olivera Acosta, Jorge, et al. *Diagnóstico geoambiental de la cuenca hidrográfica Ariguanabo*. Cuba. sne

Palma Rodríguez, Susana. *Análisis y Manejo Integrado del Patrimonio Natural y Cultural para el Desarrollo de San Andrés Xecul, Totonicapán*. Tesis de Maestría, Facultad de Arquitectura, USAC, Guatemala, 1994.

Pereyra, Fernando X. *Geología urbana del área metropolitana bonaerense y su influencia en la problemática ambiental*. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 59, 2004, p394-410

PNUD. *Diversidad étnico-cultural y desarrollo humano: La ciudadanía en un Estado plural: Informe Nacional de Desarrollo Humano 2005*. Guatemala: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2005. 450p

Biblioweb

aplicaciones.medioambiente.gob.ar

desastres.usac.edu.gt

dialnet.unirioja.es

www.aguayclima.com

www.conservación.org.mx

www.iga.cu

www.oas.org

www.prensalibre.com

www.segeplan.gob.gt

www.sica.int

ANEXO

Seis muertos y graves daños en inundaciones

Desborde de ríos afecta cuatro localidades de Alta Verapaz; declaran alerta naranja en 5 departamentos

Por: Angel Martín Tax, Eduardo Sam Chun, Gema Palencia, Leonardo Cereser



Cuerpos de socorro y vecinos intentan recuperar los cadáveres de cinco personas, en el cantón Las Casas, zona 8 de Cobán, Alta Verapaz, donde una vivienda fue soterrada por un alud. Foto Prensa Libre: Eduardo Sam.

Las fuertes lluvias causaron graves daños en los municipios de Cobán, San Pedro Carchá, Tactic y San Juan Chamelco, en Alta Verapaz, donde seis personas perdieron la vida a causa de derrumbes y las inundaciones, por el desbordamiento del río Cahabón.

Alrededor de las 8.30 horas de ayer se escuchó gran estruendo y un lodazal cubrió la vivienda de la familia Coc Caal, en el cantón Las Casas de Cobán, Alta Verapaz. Bajo el lodo quedaron atrapados Amelia Choc, de 30 años, María Caal, quien no fue localizada, y sus tres hijos de 10, 3 y 1, cuyos cadáveres fueron rescatados con gran dificultad por los cuerpos de socorro.

Sobrevivieron a la tragedia el padre de los niños Norberto Coc y uno de los hermanos, Sergio Coc, de 7, quienes, con ayuda de los vecinos, lograron salir del lodo.

Por las lluvias que se intensificaron durante el domingo y el lunes también perdió la vida Tomasa Poou, de 22, quien murió ayer al caer a una fosa séptica, en la colonia Satis, en el mismo municipio. Anoche, en el hospital de Cobán cuatro personas permanecían ingresadas por traumatismos.

Fuertes correntadas

El río Cahabón corría con furia por las partes bajas de la cabecera departamental, y arrasó viviendas y comercios a su paso, incluso en

algunas casas el agua alcanzó un metro y medio de altura.

Los municipios de San Juan Chamelco, Tactic y San Pedro Carchá también fueron afectados por inundaciones, donde se reportaron varios derrumbes, confirmó José Adrián López, gobernador de Alta Verapaz.

"Es lamentable lo que está pasando, tenemos muertos, heridos y numerosos daños", reportó López.

En Tactic, los Bomberos Voluntarios rescataron de sus viviendas a unas 20 familias, que quedaron atrapadas por las inundaciones.

La angustia de los residentes de la zona era latente, por las lluvias que no cesaban.

"Empezó a llenarse nuestra casa desde anoche (domingo) y creímos que la tormenta pararía; hoy en la mañana tuvimos que salir corriendo para salvar la vida", contó José Kaxchí, quien huyó de su vivienda, acompañado de su esposa y cinco hijos.

La lluvia obligó a que 133 personas salieran de sus casas para alojarse en dos albergues de Cobán.

"No pudimos sacar nada, yo me vine al albergue con mis cuatro hijos, y me contaron que mi casa ya no existe", relataba con angustia Margarita Cam Maquín, una de las afectadas.

Los derrumbes ocurrían uno tras otro en todas las calles de Cobán y municipios aledaños, aunque los de mayor magnitud se registraron en el kilómetro 202 y 203, aldea Totem, en la carretera entre ese departamento y la capital, donde también toneladas de lodo y árboles interrumpieron el tránsito. Decenas de vehículos quedaron bloqueados, mientras eran retirados el lodo y las ramas de árboles.

En la aldea Pasmolón, los vecinos apoyaron a los más afectados y ayudaban a desarmar las casas que quedaron medio destruidas. Entre todos trataban de recuperar los muebles del templo evangélico, que fue dañado por un derrumbe.

Muchos decían que no habían visto daños tan severos desde el paso del huracán Mitch, en 1998.

La solidaridad de algunos vecinos contrastaba con las fechorías de otros, ya que en las colonias El Esfuerzo I y II y La Esperanza, de Cobán, las fuerzas de seguridad descubrieron actos de pillaje.

Alerta naranja

La Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (Conred) declaró alerta naranja institucional en los departamentos de Alta y Baja Verapaz, Quiché, Huehuetenango y San Marcos.

Benedicto Girón, vocero de la Conred, explicó que se habilitaron seis albergues en el municipio de Cobán, pero se están utilizando dos.

Ayer por la mañana enviaron alimentos, ropa y productos para el aseo personal, desde la capital.

Además, por la tarde fue enviado un equipo de respuesta inmediata, con personal especializado, equipo y dos plantas eléctricas, ya que los municipios afectados afrontan problemas con el suministro de energía.

Las lluvias continuarán hasta mañana, aunque desde ayer comenzó a bajar la intensidad, según explicó Romeo García, meteorólogo del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.

Aun así, Conred mantendrá la alerta, ya que el riesgo continúa en la zona norte.

Clima: Ondas del Este causan lluvias

La humedad originada por el paso de varias ondas del Este ocasionó lluvias desde el fin de semana recién pasado, las cuales tenderán a disminuir a partir de mañana.

El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh) informó que las ondas del Este dejaron humedad que levantaron de los océanos. Agregó que debido a la radiación

solar, que se manifiesta por las mañanas, esa humedad se convierte en lluvias por la tarde y noche. Las lluvias se generalizarán en casi todo el país, en especial en las Verapaces, donde habrá niebla por la mañana.

En áreas, como la capital y el occidente del país, las lluvias serán menos torrenciales que el fin de semana pasado.

Testimonio: Tragedia familiar

Norberto Coc perdió a su esposa y a tres de sus cuatro hijos por el deslave. "Lamento demasiado lo ocurrido, pero tendré que seguir trabajando por el único hijo que sobrevivió", relató.

Desolado por la tragedia, comentaba cómo habían desayunado todos juntos y poco después el derrumbe los sorprendió. Él estaba en el corredor de su casa de lámina y tablonés, y sintió un fuerte golpe de un tronco en la espalda que lo arrastró por encima del barro e impidió que se hundiera. Los golpes que sufrió le impidieron ayudar a su familia.

"Lo perdí todo"

Virgilio Chub no puede creer que de la noche a la mañana se haya quedado sin nada, por las inundaciones.

"Perdí todo por la llenante del río Cahabón", lamentaba.

Chub vivía en Residenciales Imperial, zona 7 de Cobán. Su casa fue arrasada por la correntada y sólo le dio tiempo de sacar a sus tres hijos.

"Recuerdo inundaciones, pero no una tan grave como ésta".

Con su familia, aguardaba en un colchón a que el agua bajara, para poder entrar en su casa y tratar de recuperar algunas de sus pertenencias.

Albergados

Ayer 133 personas se alojaron en albergues en Cobán luego de que sus casas se inundaran.

Las autoridades habilitaron seis albergues en el municipio de Cobán, Alta Verapaz para atender a los damnificados y los vecinos fueron alojados en dos.

Por la mañana de ayer, Conred envió un camión con 150 raciones de alimentos, agua, mantas y colchonetas, además de material de higiene para ayudar a los damnificados.

Los vecinos permanecerán en los albergues hasta que cesen las lluvias y se reparen los daños en las viviendas.

En Tactic, 20 familias fueron rescatadas por los Bomberos Voluntarios, ya que quedaron aisladas por las inundaciones y se reubicaron en viviendas de familiares.

Se pronostica que lluvias continuarán hasta el miércoles, aunque bajará la intensidad.

Aprender a vivir con el riesgo

Sin políticas claras que impidan que las poblaciones se asienten en áreas de peligro natural, parece que la mejor opción apunta a instruir a estas comunidades sobre cómo identificar las situaciones de alarma y reducir así su vulnerabilidad.

**Por: Gabriela Barrios
Fotografía: Archivo**

La noche era oscura y la lluvia incesante. Los pobladores recuerdan que aquel día, 12 de septiembre, llovió más de tres horas seguidas, hasta que se escuchó el estruendo.

Unos dicen que "parecía un trueno", otros como que bajaba una correntada. Lo cierto es que el desastre se anunció y quince minutos más tarde la finca "El Porvenir", en San Lucas Tolimán, Sololá, fue sepultada por un deslizamiento de lodo, que cobró más de 33 víctimas.

La historia se repite una y otra vez. El 31 de mayo de 2000, Senahú, Alta Verapaz, vivió una tragedia similar.

Un deslave socavó el barrio El Calvario, matando a 13 personas y dejando a decenas de familias sin hogar. A pesar de los antecedentes, nada se ha avanzado en materia legal para que aquellas zonas, consideradas de alto riesgo, no sean habitadas.

Las faldas de los volcanes y las laderas de los barrancos siguen siendo el refugio de muchos guatemaltecos, cuyas vidas están siempre en peligro inminente.

"La ley nos dice que debemos declarar de alto riesgo una zona", explica Otto Galicia, gerente de gestión de riesgo de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, Conred.

"Sin embargo, no nos indica el procedimiento para sacar a las comunidades y reubicarlas en otra zona", añade.



La finca El Porvenir, en San Lucas Tolimán, fue devastada por el lodo.

A pesar de que la misma comunidad de El Porvenir ha solicitado su traslado a otra zona, por temor a que la tragedia se repita, nadie posee respuestas claras, ni siquiera el vicepresidente Juan Francisco Reyes, quien en su visita a la zona le impuso la responsabilidad a los alcaldes, diciendo que "para evitar estas tragedias, deben prohibir construcciones en lugares de riesgo".

Ante la falta de políticas claras para que experiencias como la de Senahú o San Lucas Tolimán no vuelvan a repetirse, la mejor medida parece ser organizar a las comunidades en zonas de peligro, para que sepan identificar las amenazas y aprendan a convivir con el riesgo.

"Es necesario educar a los pobladores en el tema de los desastres naturales", asegura Galicia. "Los sobrevivientes de El Porvenir dicen que se escuchó un ruido 15 minutos antes, pero no sabían qué era, no entendían lo que estaba pasando. Ese tiempo habría sido suficiente para que muchos pudieran buscar el área más alta y ponerse a salvo".

Lección aprendida

Tras la tragedia ocurrida en el barrio El Calvario, en Senahú, y debido a la constante amenaza que representan los trabajos en el valle del Polochic, la Cooperación Técnica Alemana, por medio del programa de Fortalecimiento de estructuras locales para la mitigación de desastres, Femid, implementó la gestión local de riesgo en la comunidad.

Femid comenzó su trabajo en Centroamérica en 1997, tras el paso del huracán Mitch. Su objetivo principal es brindar apoyo a las poblaciones que se encuentran en zonas de riesgo de desastres naturales para que se autoorganicen y puedan prevenir ciertos acontecimientos.

"El objetivo de Femid es descentralizar la prevención de desastres y que la comunidad plantee sus propias soluciones", explica Wolfgang Stibens, asesor principal de Femid.

La experiencia en Senahú fue alentadora y consiguió trasladar la responsabilidad de la prevención de desastres a la sociedad civil, involucrando a la municipalidad, maestros, médicos y voluntarios.

La gestión local de riesgo debe lograr que la comunidad establezca un sistema de alerta temprana, identifique sus vulnerabilidades, construya mapas de las amenazas y designe a un grupo coordinador.

"Se les brinda material educativo para capacitarlos técnicamente y que puedan afrontar sus emergencias, aunque no tengan conocimientos de geología, por ejemplo", explica Annette Heinrich, asistente regional de Femid. "Senahú ya ha sido capacitado, trabajan por sí solos como comunidad y esperamos que su experiencia sirva para aplicarla en otras zonas de riesgo".

Aferrados a la tierra

A pesar de que los pobladores de El Porvenir han manifestado que quieren trasladarse a otro sector después de la tragedia, no todas las comunidades están dispuestas a dejar sus tierras, y muchas veces los ancianos son los primeros que se rehúsan a marcharse.



Hace dos años, un deslave sepultó el barrio El Calvario, en Senahú. La población implementó la Gestión Local de Riesgo.

Ese es el caso de los pobladores que viven en las faldas del volcán de Pacaya, quienes han habitado el lugar por generaciones. Femid, por medio del proyecto sistema de alerta temprana en los volcanes de Pacaya y Fuego, Prevol, realizó un estudio para identificar las áreas de mayor riesgo en el Pacaya, y éste reveló que todas ellas están habitadas. "A diferencia de otras poblaciones, ellos conocen muy bien el volcán e incluso tienen una terminología para referirse a él y para describir las condiciones que presenta", explica Heinrich.

No sucede lo mismo con los habitantes de las faldas del volcán de Fuego, que en muchos casos son comunidades de retornados tras la firma de la paz. Desconocen las características del volcán y lo que podrían esperar de él. A ellos debe ir dirigida la capacitación en gestión local de riesgo.

Según Otto Galicia, de Conred, esa institución tiene detectadas varias poblaciones en las que en cualquier momento podría producirse una tragedia, de no tomar las medidas necesarias. Entre ellas está la población de Sacsibán, en Nebaj, Quiché, y la aldea Chim, en San Pedro Sacatepéquez, que está en riesgo de deslizamiento.

"Lo más importante es crear leyes y un reglamento de ordenamiento territorial, para evitar que las zonas de alto riesgo sigan poblándose", asegura Galicia. "Mientras eso sucede, esta nueva tragedia debe ser un llamado de atención para educar a la población en el tema de desastres y que ella misma pueda manejar sus riesgos".

Tomado de Prensa Libre Versión Electrónica
Disponible en www.prensalibre.com
Copyright © 2000-2007 Prensa Libre, S.A.

Malestar por basurero

Vecinos afectados por humo y mal olor de botadero de desechos

Por: **Martín Tax**

Cobán, Alta Verapaz. -- El traslado del basurero de la ciudad de Cobán, ubicado en la comunidad Sachamach, zona 12, demandan los vecinos de ese sector porque permanentemente se ven afectados por los olores nauseabundos, el temor a epidemias y el sofocante humo que producen incendios de los desechos.

"Nos afecta el humo, la proliferación de moscas y malos olores. Pedimos a las autoridades municipales que intervengan, pues nuestros hijos se enferman continuamente", citó la vecina Odilia Morán.

Los niños se quejan constantemente de dolor de garganta y cabeza, expuso Ana Florencia Cú.

"A través del Comité Comunitario de Desarrollo (Cocode) se han hecho gestiones ante las autoridades municipales; pero las solicitudes no han tenido eco", refirió Francisco Juárez, director de la escuela oficial de esa comunidad.

Relleno sanitario

Los afectados señalaron la necesidad de la reubicación del basurero en otro sector, así como la planificación de un relleno sanitario para el tratamiento adecuado de estos desechos sólidos.

"Que lo saquen de aquí", enfatizó Julia Caal, quien vive en la colonia Carlos V.

Niños afectados

En el vertedero se observan muchos niños que se dedican a la clasificación de basura. Varios de ellos se quejaron de la falta de control en los incendios.

"Sufrimos mucho por el humo que emana de la basura durante los incendios que a diario se generan", contó el menor Carlos Bac.

Los pequeños incluso tienen que ingerir sus alimentos entre los fétidos olores, humo y contaminación:

"Aquí permanecemos todo el día. Aquí

comemos", dijo Hermenegildo Ja, de 8 años.



El humo de los desechos se suma a la pestilencia del basurero de Cobán. (Foto PL: Martín Tax).

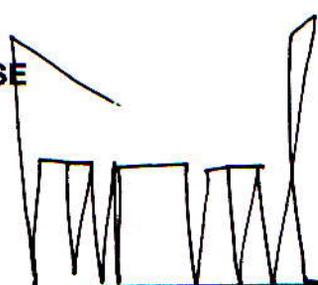
El sector estudiantil también es afectado, porque en las inmediaciones del botadero de basura se localiza el Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Cunor), la escuela Sachamach y el colegio Verapaz, denunció Jorge Chub Pop.

"El humo me ha afectado bastante la salud", manifestó la maestra Iris Alvarado.

Los conductores de automotores también han expresado quejas por la falta de visibilidad que producen los incendios.

Los habitantes esperan que el alcalde Gustavo Adolfo Leal ponga en marcha un plan de reciclaje de basura.

IMPRIMASE



Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Decano



Dr. Arq. Lionel Enrique Bojorquez Cativo

Director Escuela de Postgrados



Arq. Ma. Susana Palma de Cuevas

Asesora



Ing. Geol. Osmín Jared Vásquez Hernández

Sustentante