



**Gobierno Constitucional del Estado de Chiapas  
Instituto para la Gestión Integral del Riesgo  
de Desastres del Estado de Chiapas**



**Escuela Nacional de Protección Civil  
Campus Chiapas**

**Análisis de la susceptibilidad por peligro de  
inundaciones y remoción en masa en la Nueva Tuxtla**

**Tesis para obtener el grado de:  
Doctora en Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil  
2018-2020**

**Presenta:  
Elvia Elizabeth Hernández Borges**

**Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. Octubre 12 de 2021.**



**Gobierno Constitucional del Estado de Chiapas  
Instituto para la Gestión Integral del  
Riesgo de Desastres del  
Estado de Chiapas**



**Escuela Nacional de Protección Civil  
Campus Chiapas**

**Análisis de la susceptibilidad por peligro de  
inundaciones y remoción en masa en la Nueva Tuxtla**

**Tesis para obtener el grado de:  
Doctora en Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil  
2018-2020**

**Presenta:  
Elvia Elizabeth Hernández Borges**

**Director:  
Dr. Juan Carlos Mora Chaparro**

**Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. Octubre 12 de 2021.**

**Instituto para la Gestión Integral de Riesgos de  
Desastres del Estado de Chiapas  
Escuela Nacional de Protección Civil  
Campus Chiapas**

**DICTAMEN PARA OBTENCIÓN DE GRADO**

**Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas; 28 de septiembre de 2021.**

**C. ELVIA ELIZABETH HERNÁNDEZ BORGES  
PRESENTE**

Como resultado del análisis realizado a su documento recepcional intitulado: **"Análisis de la susceptibilidad por peligro de inundaciones y remoción en masa en la Nueva Tuxtla"**.

**OPCIÓN: TESIS**

A propuesta del director de tesis **Dr. Juan Carlos Mora Chaparro**, manifiesto a usted que reúne las pertinencias: disciplinarias, metodológicas y formales; por ello se le extiende el presente **DICTAMEN** y se le autoriza presentar su examen para obtener el grado de **Doctora en Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil**.

**DIRECTOR DE LA ESCUELA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL  
CAMPUS CHIAPAS**



---

**CAPITÁN JUAN ANTONIO VARGAS REYES**

**Instituto para la Gestión Integral de Riesgos de  
Desastres del Estado de Chiapas  
Escuela Nacional de Protección Civil  
Campus Chiapas**

**CONSTANCIA DE TERMINACIÓN  
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Ocozocoautla de Espinoza, Chiapas,  
a 31 de mayo de 2021.

**C. Doctorante: Elvia Elizabeth Hernández Borges  
Presente.**

Después de haber analizado su trabajo titulado: **Análisis de la susceptibilidad por peligro  
de inundaciones y remoción en masa en la Nueva Tuxtla.**

Modalidad: **Tesis**

Comunico a usted que el trabajo de investigación lo estimo terminado, por lo tanto, puedo  
ponerlo a consideración de la H. Comisión de Titulación de la Escuela Nacional de  
Protección Civil Campus Chiapas, a fin de que, en caso de proceder, le sea otorgado el  
dictamen correspondiente.

**ATENTAMENTE**



**DR. JUAN CARLOS MORA CHAPARRO**  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**  
NOMBRE Y FIRMA

GOBIERNO DEL ESTADO





SECRETARÍA  
DE PROTECCIÓN CIVIL  
GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIAPAS

2021: Año de la Independencia"



**Instituto para la Gestión Integral de Riesgos de  
Desastres del Estado de Chiapas  
Escuela Nacional de Protección Civil  
Campus Chiapas**

**CONSTANCIA DE TERMINACIÓN  
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas,  
a 24 de septiembre de 2021.

C. Doctorante: **Elvia Elizabeth Hernández Borges**  
Presente.

Después de haber analizado su trabajo "Análisis de la susceptibilidad por peligro de  
inundaciones y remoción en masa en la Nueva Tuxtla"

Modalidad: Tesis

Comunico a usted que el trabajo de investigación lo estimo terminado, por lo tanto, puedo  
ponerlo a consideración de la H. Comisión de Titulación de la Escuela Nacional de  
Protección Civil Campus Chiapas, a fin de que, en caso de proceder, le sea otorgado el  
dictamen correspondiente.

ATENTAMENTE

**DRA. NAXHELLI RUIZ RIVERA**  
**LECTOR(A) DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**  
NOMBRE Y FIRMA

GOBIERNO DEL ESTADO



**Instituto para la Gestión Integral de Riesgos de  
Desastres del Estado de Chiapas  
Escuela Nacional de Protección Civil  
Campus Chiapas**

**CONSTANCIA DE TERMINACIÓN  
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas,  
a 07 de Julio de 2021.

C. Doctorante: **Elvia Elizabeth Hernández Borges**  
Presente.

Después de haber analizado su trabajo **"Análisis de la susceptibilidad por peligro de inundación y remoción en masa en la Nueva Tuxtla"**

Modalidad: Tesis

Comunico a usted que el trabajo de investigación lo estimo terminado, por lo tanto, puedo ponerlo a consideración de la H. Comisión de Titulación de la Escuela Nacional de Protección Civil Campus Chiapas, a fin de que, en caso de proceder, le sea otorgado el dictamen correspondiente.

**ATENTAMENTE**

**DR. LUIS MANUEL GARCÍA MORENO**  
**LECTOR(A) DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**  
**NOMBRE Y FIRMA**

*Esta tesis está dedicada a mi mentor,  
al Dr. Luis Manuel García Moreno,  
quien con sus consejos ha sido mi guía profesional;  
es un homenaje a su labor, honestidad  
y ejemplo.*

## **Agradecimientos**

A Rafael, Ayocuan, Ixchel y Doña Elvia  
por su solidaridad, amor y paciencia invaluable

Cap. Juan Antonio Vargas Reyes  
Por su disposición y apoyo en el doctorado

Dr. Juan Carlos Mora Chaparro  
Por los conocimientos puestos en práctica bajo su dirección en la investigación

Además, quiero agradecer su invaluable apoyo  
en la construcción de la propuesta de intervención a:

Al Lic. Carlos Morales Vázquez, Lic. Karla Burguete Torrestiana, Ing. Hugo  
Gutiérrez Zebadúa, Lic. Eder Mancilla Velázquez, Ing. Gabriel López Espinosa, Ing.  
Mariano Nanduca, Ing. Rodrigo Guadalupe Paredes, Arq. Luis Paz Gálvez, Ing.  
Radaí Sánchez de los Santos, Ing. Miguel Toledo de la Cruz, Lic. José Luis de la  
Cruz Farrera, Ing. Alejandro Mendoza Castañeda, Mtra. Sofía Yescas Núñez, Ing.  
Brenda Jazmín Núñez González, Ing. Luis Mora y al Lic. Giovanni Trujillo Espinosa.

A mis maestros y compañeros

## CONTENIDO

|                                                                                         |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| INTRODUCCIÓN .....                                                                      | 1      |
| 1. Planteamiento del problema. ....                                                     | 4      |
| 2. Objetivos. ....                                                                      | 5      |
| 2.1. 1 Objetivo general. ....                                                           | 5      |
| 2.2. 2 Objetivos específicos. ....                                                      | 5      |
| 3. Hipótesis. ....                                                                      | 5      |
| 4. Justificación. ....                                                                  | 6      |
| <br>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO .....                                                     | <br>7  |
| 1.1. Conceptos básicos para entender el riesgo .....                                    | 10     |
| 1.2. Áreas hidrográficas. ....                                                          | 14     |
| 1.2.1. Clases de amenazas. ....                                                         | 16     |
| 1.2.1.1. Inundaciones pluviales y fluviales. ....                                       | 17     |
| 1.2.1.2. Remoción en masa. ....                                                         | 18     |
| 1.2.1.3. Tipos de laderas inestables. ....                                              | 21     |
| 1.3. Susceptibilidad. ....                                                              | 24     |
| 1.4. Bases jurídicas que regulan la gestión local del riesgo .....                      | 26     |
| <br>CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL .....                                                | <br>32 |
| 2.1. Tratados internacionales que han regido la política de gestión de<br>riesgos. .... | 32     |
| 2.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible. ....                                           | 34     |
| 2.3. Ciudades resilientes. ....                                                         | 36     |
| 2.4. El Sistema Nacional de Protección Civil .....                                      | 38     |
| 2.5. Estudios prospectivos de desarrollo urbano .....                                   | 41     |
| 2.6. Vertientes internacionales desde el plano legal y territorial ...                  | 44     |
| 2.7. Desarrollo urbano y la gestión prospectiva del riesgo en México. ...<br>.....      | 46     |
| 2.8. El suelo social en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas .....                                 | 50     |
| <br>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....                                                     | <br>52 |
| 3.1. Diseño de la investigación. ....                                                   | 52     |



|                               |                                                     |     |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|
| 3.2.                          | Construcción de variables. ....                     | 54  |
| 3.2.1.                        | Población. ....                                     | 57  |
| 3.2.2.                        | Pendiente del terreno. ....                         | 61  |
| 3.2.3.                        | Geología. ....                                      | 64  |
| 3.2.4.                        | Edafología. ....                                    | 66  |
| 3.2.5.                        | Uso de suelo y vegetación. ....                     | 69  |
| 3.2.6.                        | Densidad de drenaje. ....                           | 71  |
| 3.2.7.                        | Áreas hidrográficas del arroyo El Sabinalito. ....  | 74  |
| 3.2.8.                        | Remoción en masa. ....                              | 76  |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS. .... |                                                     | 79  |
| 4.1.                          | Mapa áreas hidrográficas urbanas. ....              | 79  |
| 4.1.1.                        | Análisis de las áreas hidrográficas. ....           | 81  |
| 4.1.2.                        | Zonas en riesgo de inundación. ....                 | 82  |
| 4.2.                          | Área hidrográfica AH1. ....                         | 82  |
| 4.2.1.                        | Área hidrográfica AH1 (Mapa 8.1). ....              | 85  |
| 4.3.                          | Área Hidrográfica AH2. ....                         | 94  |
| 4.3.1.                        | Área Hidrográfica 2 (Mapa 8.2). ....                | 94  |
| 4.3.2.                        | Área Hidrográfica 2 (Mapa 8.2.1). ....              | 101 |
| 4.4.                          | Área Hidrográfica AH3 (Mapa 8.3). ....              | 107 |
| 4.5.                          | Área Hidrográfica AH4. ....                         | 112 |
| 4.5.1.                        | Zona norte Área Hidrográfica 4 (Mapa 8.4). ....     | 112 |
| 4.5.2.                        | Zona sur Área Hidrográfica AH4.1 (Mapa 8.4.1). .... | 121 |
| 4.6.                          | Área Hidrográfica AH5. ....                         | 130 |
| 4.6.1.                        | Área Hidrográfica 5 (Mapa 8.5). ....                | 130 |
| 4.6.2.                        | Área Hidrográfica AH5.1 (Mapa 8.5.1). ....          | 137 |
| 4.6.3.                        | Área Hidrográfica AH5.2 (Mapa 8.5.2). ....          | 145 |
| 4.6.4.                        | Área Hidrográfica AH5.3 (Mapa 8.5.3). ....          | 153 |
| 4.7.                          | Área Hidrográfica AH6. ....                         | 159 |
| 4.8.                          | Área Hidrográfica AH7. ....                         | 165 |
| 4.9.                          | Área Hidrográfica AH8. ....                         | 169 |
| 4.10.                         | Área Hidrográfica AH13. ....                        | 174 |
| 4.11.                         | Área hidrográfica AH14. ....                        | 177 |
| 4.12.                         | Área hidrográfica AH16. ....                        | 182 |

|                                         |                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.13.                                   | Área Hidrográfica AH17.....                                                                           | 185 |
| 4.14.                                   | Análisis de la infraestructura hidráulica instalada en puentes sobre<br>el Nuevo Libramiento Sur..... | 189 |
| 4.15.                                   | La ausencia de planeación urbana (voces de los actores).....                                          | 190 |
| 4.16.                                   | Mapa remoción en masa.....                                                                            | 210 |
| 4.16.1.                                 | Remoción en Masa RM1 (Mapa RM1).....                                                                  | 214 |
| 4.16.2.                                 | Remoción en Masa RM2 (Mapa RM2).....                                                                  | 224 |
| 4.16.3.                                 | Remoción en Masa RM3 (Mapa RM3).....                                                                  | 234 |
| 4.16.4.                                 | Remoción en Masa RM4 (Mapa RM4).....                                                                  | 243 |
| 4.16.5.                                 | Remoción en Masa RM5 (Mapa RM5).....                                                                  | 254 |
| CONCLUSIONES.....                       |                                                                                                       | 265 |
| RECOMENDACIONES.....                    |                                                                                                       | 268 |
| 1. Propuestas de intervención.....      |                                                                                                       | 270 |
| Referencias y fuentes documentales..... |                                                                                                       | 273 |
| Relación de figuras.....                |                                                                                                       | 282 |
| Relación de tablas.....                 |                                                                                                       | 283 |
| Relación de mapas.....                  |                                                                                                       | 285 |
| Relación de fotografías.....            |                                                                                                       | 287 |

## RESUMEN

En Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, la temporada de lluvias y ciclones tropicales incrementa el agua, que escurre, desborda arroyos y ríos y provoca encharcamientos e inundaciones; las calles se convierten en raudales intensos, los enormes volúmenes arrastran vehículos y en ocasiones se pierden vidas humanas.

Si observamos detenidamente el acelerado crecimiento poblacional en Tuxtla Gutiérrez, encontramos un crecimiento urbano desordenado y exponencial en toda el área de la subcuenca del río Sabinal, que los suelos y cauces de los afluentes han sido invadidos, y algunos desaparecido bajo la urbe que crece para satisfacer las necesidades fundamentales de vivienda, drenaje, suministro de agua y vías de comunicación.

Las autoridades han propuesto el crecimiento de la zona urbana en lo que se ha denominado la Nueva Tuxtla. Pero el Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, aprobado en 2015, carece de una propuesta real y de una normativa para el uso del suelo que respete los cauces naturales y las normas de construcción en la zona de expansión. El Programa se limitó a localizar las reservas naturales y a establecer las etapas de crecimiento por temporalidad, lo cual es un error técnico porque no incluyó el estudio previo de inestabilidad de laderas, de las condiciones naturales del terreno, de la hidrografía ni de las zonas de amortiguamiento de los cauces naturales.

Por otro lado, el Programa dejó a la deriva e interpretación de los ejidatarios el uso de suelo; no analizó condiciones naturales ni comportamiento de los suelos ante amenazas. Los ejidatarios, sin control, planeación o supervisión, ya lotificaron y vendieron parte de sus terrenos agrícolas para que sean urbanizados; establecieron lotes y la geometría de sus calles empíricamente, e invadieron y transformaron los cauces de los arroyos.

Esta investigación documenta estas malas prácticas. También presenta los análisis de las condiciones naturales de los suelos y cauces de arroyos y ríos y de los fenómenos de inundación y remoción en masa presentes en la zona de lo que será la Nueva Tuxtla, definida en el PDU (2015) como el crecimiento futuro. Por último, se presenta la cartografía detallada

que hace asequible a funcionarios y especialistas el análisis y evidencia las amenazas. Esta investigación define y caracteriza cómo la incipiente urbanización de esta zona y los cambios en el uso del suelo están construyendo socialmente el riesgo a futuro, que será muy alto si el crecimiento sigue como hasta ahora. Las condiciones naturales de algunos cauces están afectadas y otros ya desaparecieron; las construcciones han alterado la estabilidad de laderas y generados taludes inestables, que originan amenazas por fenómenos de remoción en masas.

Los resultados se presentan en mapas con escala local, útiles como base para reconsiderar el sistema y la normativa de los cambios de uso del suelo, para crear un procedimiento que respete los cauces naturales y normas de construcción y para definir las políticas públicas que mejoren el Programa de Desarrollo Urbano 2020-2040 que disminuyan la construcción social del riesgo y fomenten un desarrollo sustentable y sostenible.

**Palabras clave:** Susceptibilidad, inundaciones, remoción en masa.

## SUMMARY

In Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, the rainy season and tropical cyclones increase the water that runs off, and overflows streams and rivers and causes puddles and floods; the streets are turn intense streams, the enormous volumes drag vehicles and sometimes human lives are lost.

If we carefully observe the accelerated population growth in Tuxtla Gutiérrez, we find a disorderly and exponential urban growth in the entire area of the Rio Sabinal sub-basin, that the soils and channels of the tributaries have been invaded, and some have disappeared under the city that grows to meet the fundamental needs of housing, drainage, water supply and communication routes.

The authorities have proposed the urban area growth in the has been called Nueva Tuxtla. But the Tuxtla Gutiérrez Urban Development Program for, approved in 2015, lacks a real proposal and regulation for land use that respects natural channels and construction standards in the expansion zone. The program is limited to locating the natural reserves and establishing the growth temporality stages, which is a technical error because it did not include previous study of slope instability, natural conditions of the terrain, hydrography and the buffer areas of natural channels.

On the other hand, the program left the land use to drift and interpretation of the ejidatarios; It did not analyze natural conditions or soil behavior in the face of threats. The ejidatarios, without control, planning or supervision, have already subdivided and sold part of their agricultural lands to be urbanized; they established empiricallt the lots and the geometry of their streets, invaded and transformed the natural channels of the streams.

This research documents these bad practices. It also presents the analysis of the natural conditions of the soils, stream channels, and rivers, the flooding and mass removal phenomena present in the Nueva Tuxtla, defined in the PDU (2015) as future urban growth. Finally, the detailed cartography presented that makes the analysis and evidence of threats available to officials and specialists. This research defines and characterizes how the incipient urbanization of this area and the changes in land use are socially constructing a risk in the future, which will be very high if growth continues as before. The natural conditions of some

streams are affected and others have already disappeared; construction has altered the stability of slopes and generated unstable ones, which create threats due to mass removal phenomena.

The results are presented in maps with local scale, useful as a basis to reconsider the system and the regulations of land use changes, to create a procedure that respects natural channels and construction standards and to define public policies that improve the Urban development program (2020-2040) that decrease the social construction of risk and foster sustainable and sustainable development.

**Key words:** Susceptibility, floods, mass removal.

## INTRODUCCIÓN

La historia de las zonas urbanas está ligada a la constante manifestación de los fenómenos naturales, muchos de los cuales han generado eventos catastróficos que, dependiendo de su magnitud, han afectado a personas, bienes y al entorno. Estos fenómenos no solo se presentan en las grandes ciudades, también provocan daños en las zonas rurales y, en general, en las vías de comunicación.

En las ciudades, debido a su crecimiento exponencial, se ha edificado una fuerte vulnerabilidad física y social ante diferentes peligros. Se construye la vulnerabilidad desde el momento en que se selecciona el sitio para construir una vivienda, principalmente porque se aprovecha una particularidad geográfica o la oportunidad de adquirir un terreno. Desafortunadamente se construye en las orillas o paredes de un arroyo o río, y hasta en sus cauces; o en una ladera inestable, zona pantanosa, humedal o en una zona costera.

Lo anterior representa alguna ventaja física o política para la población, aun cuando deba ignorar su condición de vulnerabilidad ante alguna amenaza. El proceso de urbanización otorga una dinámica particular a la construcción social del riesgo y a su exponencial incremento debido al crecimiento acelerado de las áreas urbanas. No hay duda en que su gestión es un reto para las administraciones.

México se encuentra expuesto a una gran variedad de fenómenos naturales con un alto potencial destructivo debido a los elevados grados de vulnerabilidad física y social construidos en donde se manifiestan. Entre los fenómenos naturales que se han convertido en un peligro, destacan los hidrometeorológicos, porque ocasionan impactos económicos mayores en comparación con fenómenos geológicos, químicos y socio organizativos (CENAPRED, 2014), que cabe observar, en las últimas décadas han presentado un aumento en su frecuencia, importancia y en los impactos de desastre asociados a estos fenómenos (Padilla R., 2018, pág. 16).

En el estado de Chiapas, entre los fenómenos naturales que provocan afectaciones están en primer lugar los hidrometeorológicos y en segundo los geológicos. La ciudad de



Tuxtla Gutiérrez no está exenta de peligro; en el recuento histórico de sus afectaciones por lluvias muchas familias de la capital han sido afectadas, principalmente por inundaciones producto de escurrimientos de las zonas altas y a la invasión de los cauces de 21 de los 33 arroyos que descargan sus aguas en el río Sabinal.

El Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población de Tuxtla Gutiérrez (2015, en lo sucesivo PDU)<sup>1</sup> considera que la misma debe crecer en la zona sur poniente, denominada Nuevo Tuxtla. Actualmente es una zona ejidal, agrícola y semiurbanizada ya que el cambio en el uso de suelo apenas inicia. En la Nueva Tuxtla se han construido varias colonias con una concentración poblacional importante, que entre sus carencias más notables está la ausencia de los servicios básicos municipales, como agua potable y drenaje. Desgraciadamente, en este crecimiento incipiente ya existen zonas en riesgo de inundación, no solo porque topográficamente se encuentran más abajo que otras, sino porque obstruyen los afluentes de la microcuenca el Sabinalito.

Los lineamientos conceptuales para elaborar y actualizar programas municipales de desarrollo urbano establecen que México debe transitar a un modelo de desarrollo urbano sostenible, que procure vivienda digna, con un enfoque de intervención ordenada del suelo para un mejor control del crecimiento de las ciudades (SEDATU-SEMARNAT, 2017). Los modelos de crecimiento urbano buscan generar territorios sustentables; sin embargo, el crecimiento acelerado de la población obliga a los gobiernos a dotar territorios sin todos los servicios básicos, y a ser omiso en regular las actividades de explotación del medio ambiente.

Así, el gobierno recibe constantes demandas para corregir acciones del pasado antes de poder planear a futuro; pero el desconocimiento de las características del medio y la falta de una herramienta de toma de decisión con base en esas características, no le permite estimar los impactos de sus acciones, lo que augura futuras afectaciones, como las que ya se tienen en gran parte de Tuxtla Gutiérrez.

En la capital del estado las condiciones naturales fueron agredidas y transformadas por el crecimiento poblacional y urbano, y las actividades económicas y sociales son afectadas principalmente por inundaciones y fenómenos de remoción en masa (Mora J. C., 2015). Si no se estudian y analizan las condiciones naturales y los fenómenos antrópicos que llevaron a la

---

<sup>1</sup> Publicado el 4 de abril del 2018 en el Periódico Oficial 361.

construcción social de riesgo en que se encuentra la ciudad, se corre el peligro de continuar esta historia en la Nueva Tuxtla.

Es así como se puede ver a la capital en dos momentos: la Tuxtla actual y la Nueva Tuxtla, una zona de crecimiento futuro establecida por el PUD (2015) el cual establece el uso de suelo, densidades y espacios que demandará la incorporación urbana. La Nueva Tuxtla se encuentra en la microcuenca del arroyo El Sabinalito, perteneciente a la cuenca de Suchiapa, por la que transitan afluentes intermitentes que en algunos casos han sido desviados para instalar casas o nivelar terrenos.

Pero el PDU carece de mapas e información en detalle que permitan identificar las posibles consecuencias de desviar los arroyos o de entubarles, como se realizó en Tuxtla Gutiérrez.

Al identificar esta carencia planteamos en este trabajo de investigación analizar la hidrografía del terreno, caracterizar sus condiciones y elaborar los mapas hidrográficos y de inestabilidad de laderas a partir de visitas de campo, lo que permitió detectar el grado de susceptibilidad a partir de dos fenómenos perturbadores de origen hidrológico: inundaciones y remoción en masa.

El resultado del análisis de las condiciones naturales, zonas de susceptibilidad de la microcuenca, fenómenos de inestabilidad, y de las modificaciones y transformaciones de los cauces de los arroyos son elementos que nos dan la oportunidad de visualizar las posibles consecuencias en el desarrollo futuro. Los resultados de los trabajos de gabinete y campo se han cartografiado y hemos obtenido mapas que servirán de herramienta para mejorar el desarrollo urbano, priorizando la no construcción social del riesgo.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El PDU (2015) contempla el crecimiento poblacional hacia el año 2040 en el lado sur poniente, en el territorio que se denomina la Nueva Tuxtla. Cuenta con 27 áreas hidrográficas que forman parte del arroyo denominado El Sabinalito, cuyo nacimiento se ubica en el municipio de Berriozábal y desemboca al río Suchiapa. Dentro de ese espacio los terrenos tienen un carácter ejidal, pero ya se han establecido ahí 53 asentamientos, la gran mayoría en situación irregular.

Debido a la expansión de la mancha urbana hay invasión y transformación de las áreas hidrográficas del arroyo El Sabinalito, lo que constituye un potencial riesgo, ya que se están cometiendo los mismos errores cuando comenzó a crecer la capital. El exceso de agua escurre por las calles (afluentes urbanos) debido a la impermeabilidad del terreno cubierto de asfalto; la desaparición y transformación de los cauces naturales provoca que el agua se acumule y esos grandes volúmenes escurren con gran intensidad como ríos caudalosos que pueden arrastrar vehículos, culminar en severas inundaciones e incluso provocar pérdidas de vidas.

El problema de investigación es la modificación del territorio, desde sus condiciones naturales hasta el proceso actual derivado del crecimiento paulatino de viviendas e infraestructura urbana. Con esta investigación se presenta la susceptibilidad actual y futura en la zona de estudio, elaborando mapas con evidencias y herramientas básicas para la toma de decisiones en políticas públicas que reduzcan la construcción social del riesgo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Determinar por la susceptibilidad al peligro de inundaciones y fenómenos de remoción en masa, la construcción social del riesgo por estos dos fenómenos en los terrenos de la Nueva Tuxtla, a través de identificar, analizar y mapear las modificaciones que por la urbanización han sufrido y va a sufrir este territorio, con los cambios de uso del suelo y la invasión de los cauces naturales.

### **2.2. Objetivos específicos**

1. Determinar si los procesos de urbanización en el territorio de la Nueva Tuxtla han afectado los elementos hidrológicos y del suelo en la superficie del territorio.
2. Conocer cómo se ha modificado el territorio denominado la Nueva Tuxtla, desde sus condiciones naturales hasta su proceso actual, derivado del crecimiento poblacional, específicamente en 186 puntos (52% del territorio en estudio), así como en otros 96 puntos en donde observaremos procesos de remoción en masa (78% del territorio en estudio).
3. Identificar los procesos ejidales y municipales relacionados con el procedimiento de cambio de uso de suelo en el territorio de estudio.

## **3. HIPÓTESIS**

La identificación del nivel de susceptibilidad ante inundaciones y fenómenos de remoción en masa en la Nueva Tuxtla es una herramienta fundamental en la definición de políticas públicas para diseñar y construir el modelo de desarrollo urbano a escala parcial, con enfoque de no construir socialmente el riesgo ante estos dos fenómenos.

## 4. JUSTIFICACIÓN

A través de planes normativos —como el Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población de Tuxtla Gutiérrez y el Plan de Mejoramiento Urbano Distrital 2018-2040<sup>2</sup> presentado por el Instituto Ciudadano de Planeación Municipal de Tuxtla Gutiérrez y el Comité Interinstitucional para la Regularización de la Propiedad Social en Tuxtla Gutiérrez—, se puede observar un porcentaje importante de suelo vacío en el interior de la ciudad. Con proyectos para la redensificación, el crecimiento poblacional proyectado pasará de 617,840 personas en 2017 a 1,262,663 en 2040.<sup>3</sup> También se incrementará el aprovechamiento del suelo social, en el territorio de la Nueva Tuxtla, como área emergente para atender la demanda de este crecimiento urbano; ya se ha generado irregularidad en la tenencia de la tierra, y en muchos casos puede ser legalmente imposible dotar de servicios públicos a algunos de los asentamientos.

El motivo de esta investigación es que el PDU (2015) carece de un estudio sobre la susceptibilidad del crecimiento urbano en la Nueva Tuxtla ante fenómenos hidrometeorológicos, que se haya enfocado a identificar las zonas que pueden ser impactadas por fenómenos asociados al recurso hídrico y porque sus proyecciones carecen de información hidrográfica, detallada.

El resultado del análisis de las condiciones naturales de la microcuenca en donde se construirá la Nueva Tuxtla puede dotar de herramientas básicas a las autoridades para prevenir desastres. La población esperada para esta área es de aproximadamente 300,000 personas, con base en los datos contenidos en el PDU (2015): “se ha considerado un desarrollo exponencial de la ciudad, por lo que se prevé un crecimiento poblacional de 1,075,886 habitantes, para lo cual se requerirá alrededor de 3,936.83 ha de incorporación urbana, las cuales se han proyectado en la zona sur poniente de la ciudad, en el subcentro denominado Nueva Tuxtla”; esta población será beneficiada si hay una buena planeación y se toma en cuenta la información resultante de la investigación.

---

<sup>2</sup> Consultado en [https://tuxtla.gob.mx/pg/muni/archivos/normatividad-vigente/municipales/Plan\\_Distrital\\_Mejoramiento\\_Urbano.pdf](https://tuxtla.gob.mx/pg/muni/archivos/normatividad-vigente/municipales/Plan_Distrital_Mejoramiento_Urbano.pdf)

<sup>3</sup> Comportamiento del crecimiento población de Tuxtla Gutiérrez, Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población 2015-2040, p. 171.



## CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

La humanidad ha enfrentado diferentes desastres, incluso antes de que hubiera registros escritos. Existen evidencias que indican que, desde sus primeros pasos en el mundo, el ser humano se ha relacionado con otros humanos para poder sobrevivir: la construcción social del riesgo —aún sin tener la percepción de lo que es— inició con la historia misma del ser humano, que se resguardaba en lugares montañosos que podían deslizarse; para garantizar la cosecha y el alimento el hombre se asentó en la orilla de un río y así puso en riesgo su vida ante las crecidas de las aguas.

El riesgo se vivía y entendía de formas muy diferentes a las que ahora podemos construir con el recurso de la tecnología. En sus primeros siglos de convivencia, a través de creencias ancestrales, los humanos usaron predicciones astrológicas para pronosticar las lluvias, la sequía, y con sucesivos aprendizajes a través del tiempo, pudieron prevenir estos fenómenos, útiles sobre todo para garantizar la cosecha. (En Chiapas somos preventivos, 2014, pág. 18).

En los milenios previos a nuestra era, Mesopotamia fue la primera ciudad en utilizar la figura del seguro para afrontar riesgos, aplicando tasas de interés sobre préstamos entre agricultores; la tasa por aplicar dependía de la percepción de incertidumbre del prestamista. De esta forma antigua se cuantificaba el riesgo. (Cardona, 2001, pág. 5).

Los egipcios utilizaron métodos para medir el nivel del río sobre una escala calibrada documentada a través de marcas; por las fechas en que el nivel del río subía o bajaba, pronosticaban si habría carencia de alimentos, y, por ende, hambruna. (García Moreno, 2014).

La primera mención sobre la construcción social del riesgo, como se entiende hoy día, se escribió en 1756, luego del terremoto de Lisboa, cuando Jean Jacques Rousseau afirmó que los efectos del terremoto era responsabilidad de los habitantes. Esta opinión marcó el inicio de lo que se conoce como *la ciencia del peligro*.

Los desastres no son naturales, ya que, si no hubiera habido 20 mil casas de 6 o 7 pisos, y que los habitantes de esa ciudad hubieran estado mejor y más ligeramente distribuidos, el daño hubiera sido mucho menor. Carta sobre la providencia de Jean-Jacques Rousseau a Voltaire. (Acosta, 2005, pág. 19).

Esta concepción evolucionó hacia los tiempos actuales, en los que la protección civil se vio solo como una reacción a la emergencia. Así fue concebida a partir de las guerras mundiales y estaba en manos de la milicia la salvaguarda de la población.

No es extraño que, dada la antigüedad de su actividad, los ejércitos hayan desarrollado mecanismos más precisos para atender las contingencias; pero se quedaron en el ámbito de la emergencia, no llegaron hasta la prevención. En la serie de cuadernillos “La protección civil en México” (2014) se menciona que en la Revolución Mexicana, el Porfiriato y después de estos conflictos, destacaban dos puntos importantes en materia de protección civil: la implementación de sistemas de alerta temprana, sobre todo para mitigar los grandes incendios que consumían casas y vidas, así como crear una Junta de Socorro, que realizaba las labores de recuperación tras un desastre, y que fue el antecedente directo de los Cuerpos de Bomberos. Estas acciones, las podemos relacionar hoy con el ciclo de la gestión integral de riesgos, la primera con la reacción, y la segunda con la recuperación, junto con la recaudación de fondos económicos para atender a la población. La participación clara de los cuerpos de auxilio como Cruz Roja y Bomberos y la consolidación del modelo militarizado como medida de respuesta: el plan DNIII.

De estos antecedentes históricos se desprenden las primeras concepciones teóricas. Mariano Garza reconoce en el modelo militarizado la implementación de un prototipo para garantizar la continuidad de operaciones derivado de la participación del país en las guerras de ese tiempo (2001, pág. 247). El plan DNIII, desde su concepción, consideró las etapas preventivas, atención de la emergencia, así como acciones de recuperación para el retorno de la población a la vida cotidiana, pero fue hasta después del terremoto del 19 de septiembre de 1985 en la Ciudad de México que se evidenció la falta de organización y de medidas de seguridad. De esta necesidad surgió el Sistema Nacional de Protección Civil en México, en 1986; las acciones de atención de la emergencia en ese desastre fueron los primeros pasos que luego se convirtieron en formales. La experiencia de rescate dejó una marca especial, se observó la fragilidad de la vida y cambiaron esquemas hacia el enfoque de prevención.

Tuvimos que recorrer un largo camino para transitar de la reacción a la prevención. Apoyados en investigaciones multidisciplinarias, como algunas recientes de las ciencias sociales, hemos analizado el problema del riesgo, no como un problema psíquico sino como



un problema social. Es decir, no se analizó desde la conciencia individual, sino desde la situación del otro y sobre la disposición a aceptar o no el riesgo.

El proceso a través del cual una sociedad, o subconjuntos de una sociedad, influyen positivamente en los niveles de riesgo que sufren, o podrían sufrir, está captado en la idea o noción genérica de la Gestión del Riesgo o, más precisamente, la Gestión de la Reducción del Riesgo. Esta gestión, que tendrá sus características, estrategias e instrumentos particulares, debe ser considerada en su esencia como un componente intrínseco y esencial de la gestión del desarrollo territorial y ambiental. Todo proceso de desarrollo, de transformación territorial y ambiental debe ser informado por un proceso de análisis y control sobre los factores de riesgo existentes o posibles. (Lavell A. , Hacia la gestión de riesgos. Apuntes hacia una definición, 2002, pág. 2).

Luhmann analiza el umbral de riesgos, que depende de la propia experiencia de cada individuo, de su exposición y del entorno colectivo. (Sociología del Riesgo, 2007, pág. 149). Si una comunidad acepta el resultado de un cálculo de riesgo será únicamente cuando ha llegado a su umbral, es decir, cuando ya está en situación de peligro y es vulnerable, o peor aún, cuando cerca se ha consumado una amenaza. El umbral de riesgo puede fijarse de manera muy diversa, según sea el caso de que uno participe en el riesgo como portador de decisiones o como afectado por las decisiones riesgosas.

El mismo Allan Lavell, en el documento *Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición*<sup>4</sup>, explica que:

El riesgo se refiere a un contexto caracterizado por la probabilidad de pérdidas y daños en el futuro, las que van desde las físicas hasta las psicosociales y culturales. El riesgo constituye una posibilidad y una probabilidad de daños relacionados con la existencia de determinadas condiciones en la sociedad, o en el componente de la sociedad bajo consideración (individuos, familias, comunidades, ciudades, infraestructura productiva, vivienda, etc.).

---

4

Consultado

en:

[https://pdfs.semanticscholar.org/82bc/6f1ea4f8d4999dd03eb4e078cc822ba2815c.pdf?\\_ga=2.91335386.1501844584.1597280197-1254965558.1597280197](https://pdfs.semanticscholar.org/82bc/6f1ea4f8d4999dd03eb4e078cc822ba2815c.pdf?_ga=2.91335386.1501844584.1597280197-1254965558.1597280197)

Es decir, el riesgo es consecuencia de una condición de vulnerabilidad y es, además, un escenario anticipado.

### 1.1. Conceptos básicos para entender el riesgo

Diferentes autores han planteado diversas maneras de expresar el riesgo de desastres como función de la amenaza y la vulnerabilidad; todos en su conjunto han buscado simplificar y entender las variables que lo componen y que éstas sean punto de partida para su estimación. Dice Henry Peralta Buritica, en su ensayo "El teorema del riesgo de desastres para comprender la resiliencia"<sup>5</sup>, dice que:

El concepto de riesgo es intrínsecamente dinámico, y obedece a un contexto en particular. Las propuestas para entenderlo representan aportes a la construcción de conocimiento, especialmente si buscan reducirlo. En la actualidad la expresión  $R=(A \times V)/C$  se posiciona de manera clave en el campo disciplinar de la gestión del riesgo de desastres. En esta C hace referencia a la capacidad o la resiliencia. (Peralta 2018).



Luego entonces, entendemos como conceptos principales, los enlistados en la Figura 1.

---

<sup>5</sup> Henry Peralta Buritica, colombiano, ingeniero civil y maestro educación, ha escrito tres libros sobre reducción de riesgos y resiliencia. Texto consultado el 4 de enero del 2020 en <https://blog.radioepicentro.mx/2018/03/el-teorema-del-riesgo-de-desastres-para.html>

**Figura 1.** Diagrama en el que se observa la interacción entre peligro, vulnerabilidad, capacidad de transferencia, emergencia y desastre (modificado de SEGOB, 2002).



Hoy día, con el desarrollo de la ciencia y la tecnología, se cuenta con planificación, pronóstico y alertas para la reducción de riesgos; además, se aplican análisis cualitativos y cuantitativos para evaluar riesgos, cuya efectividad considera aspectos multidisciplinarios. Sin embargo, el término *vulnerabilidad*, que no indica nada más que la disposición intrínseca a ser dañado en un espacio y en tiempo determinados, no está asociado solo al fenómeno; existen, además, condiciones extremas de grupos sociales. (Blaikie, Cannon, David, & Wisner, Vulnerabilidad: El entorno social, político y económico de los desastres, 1996, pág. 75). Para la estimación del riesgo, indudablemente el estudio y evaluación de la amenaza son fundamentales; no obstante, para lograr la reducción del riesgo es importante analizar la vulnerabilidad, que incluye el grado de exposición o capacidad de los elementos expuestos para soportar la acción de los fenómenos perturbadores.

A diferencia de la amenaza que actúa como agente detonante, la vulnerabilidad social es una condición que permanece y se acumula; por esto es necesario trabajar sobre la percepción del riesgo e investigar características culturales que impiden la prevención o mitigación, y entonces podremos encontrar medios efectivos que reduzcan el impacto de fenómenos perturbadores. (Narvaez, Lavell, & Perez, 2009, pág. 17). Igualmente, importante



es que para modelar la vulnerabilidad se deben considerar factores sociales como la economía, ausencia de servicios básicos, falta de acceso a la propiedad y al crédito, discriminación étnica o política, analfabetismo, ausencia de oportunidad de educación, etcétera.

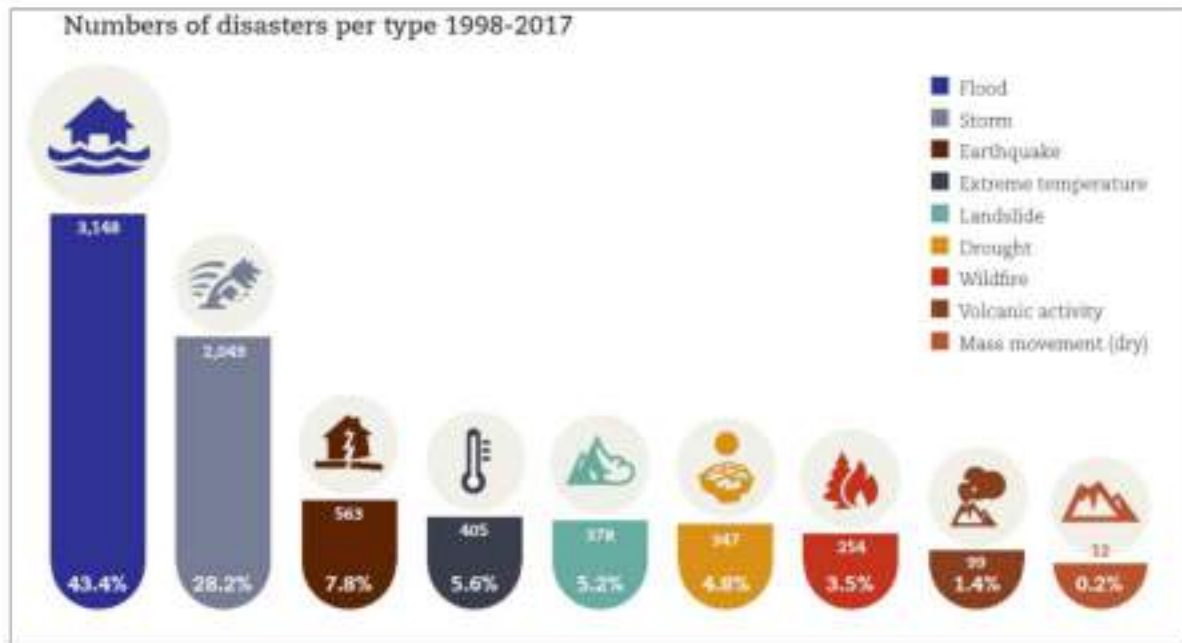
Una de las frases más utilizadas por los especialistas contemporáneos es “los desastres naturales no existen”; en todo caso, son fenómenos naturales que se convierten en desastres socialmente contruidos; es decir, la mano del hombre interviene para que un peligro afecte a la población vulnerable, ocasionando un desastre. (Lavell, Narváez, & Pérez-Ortega, 2009). Hay personas que entienden el riesgo, pero la mayoría cree que nada le va a pasar. A esta condición se le puede identificar como *umbral de riesgo*, que es cuando una persona, a quien le ha ido bien, tiende a sobreestimar su capacidad para controlar situaciones, incluso las que aún no vive, y al mismo tiempo subestima los posibles daños. A esto se lo conoce como *inmunidad subjetiva* (Douglas, La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales, 1996, pág. 173), y es, en suma, la creencia de que no nos va a pasar nada.

El concepto de riesgo y el cálculo de probabilidades juegan un papel fundamental en la consciencia colectiva; pero trabajar con tantas causales —unas más probables que otras—, de que algo concreto resulte mal hace su cálculo racional extremadamente difícil. El cálculo de probabilidades busca aumentar la inmunidad de la toma de decisiones contra los fracasos, con tal de que se aprenda a evitar errores; porque el ciclo que forman la disminución y el incremento de riesgos está condicionado por el factor *preparación*.

¿Y cómo ha evolucionado nuestra convivencia con el mundo desde los inicios de la civilización hasta nuestros días? El cambio climático, el aumento demográfico, la urbanización y la degradación del medio ambiente han intensificado el impacto de los fenómenos externos relacionados con los factores meteorológicos, el agua y el clima, que cada vez afectan a un número mayor de personas.

De acuerdo con el informe de la Organización Meteorológica Mundial (2019), en los últimos veinte años (Figura 2), la mayor parte de los desastres ocurridos en el mundo están relacionados con fenómenos hidrometeorológicos, siendo las inundaciones las que mayor cantidad de personas han afectado y también ocurren con mayor frecuencia.

**Figura 2.** Fenómenos perturbadores que han ocasionado mayores daños a nivel mundial, según el reporte de la Organización Meteorológica Mundial (2019).



Conceptualizar el riesgo no es nuestro objetivo final, sino que cada uno de los pobladores participe activamente en la etapa preventiva porque ha aceptado y comprendido que el riesgo es la posibilidad prevista de que ocurra un fenómeno y de los daños que puede provocar. Dicen Lavell y otros (2009), que comprender el riesgo es conocer la diferencia entre la ocurrencia de un fenómeno natural y un desastre. Y aunque esta diferencia es importante, cuando la población entiende el concepto del riesgo es suficiente para que pueda participar activamente, lo que finalmente es la clave para una mejor gestión del riesgo desde lo local, en donde se materializan los desastres.

Otro concepto que es importante definir es el de *resiliencia*:

Es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad potencialmente expuesta a un peligro para resistir, asimilar, adaptarse y recuperarse de sus efectos en un corto plazo y de manera eficiente, a través de la preservación y restauración de sus estructuras básicas y funcionales, para lograr una mejor protección futura y mejorar las medidas de

reducción de riesgos”. (Ley de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano del estado de Chiapas, 2017).

El término *resiliencia* se ha expandido sobre el de *vulnerabilidad* hasta abarcarlo y encerrar una crítica de las condiciones sociales que definen la propensión de las poblaciones más pobres a sufrir desastres y sus dificultades para recuperarse de los mismos. La resiliencia, es entendida, en breve, como la capacidad para recuperarse de un evento adverso (ONU-Habitat, 2019). En muchos casos, la resiliencia es intangible, y puede ser simplemente la capacidad de la comunidad para organizarse y juntar esfuerzos para intentar revertir una situación crítica. Es importante comentar que el nivel de resiliencia de una comunidad no es necesariamente el indicador de su grado de recuperación después de un desastre; el nivel o grado de resiliencia variará en función a qué tan grave fue el evento adverso y a la respuesta inicial de la comunidad. Por esto es importante la planificación del desarrollo urbano ordenado, porque decir que una comunidad es resiliente no se traducirá en la práctica en una rápida recuperación post-desastre o en su capacidad para absorber su impacto.

González-Muzzio, en su obra *El rol del lugar y el capital social en la resiliencia comunitaria post-desastre* (2013, pág. 3), analiza que una comunidad resiliente es aquella que es capaz de recuperar sus estructuras y funciones tras un desastre. La misma autora afirma que: “los enfoques más integrativos sobre resiliencia, sin embargo, son recientes. Godschalk (2003, pág. 139) señala que una ciudad resiliente es una red sustentable de sistemas físicos y comunidades humanas. Por su parte, Cutter, Boruff y Shirley (2003, pág. 250) postulan que tanto el contexto geográfico como el tejido social determinan la vulnerabilidad de un lugar frente a un potencial desastre.

## **1.2. Áreas hidrográficas**

Mora (2019) describe que un área hidrográfica urbana es aquel escurrimiento pluvial que está delimitado por un parteaguas urbano, cuyos flujos llegan al afluente principal para descargar sus aguas al río, a otra cuenca, fuera de la zona urbana o a una zona de inundación. Es decir, que una subcuenca o microcuenca urbana puede tener varias microcuencas o áreas hidrográficas urbanas, producto de un escurrimiento natural o modificado, que finalmente genera una mayor cantidad de agua. El parteaguas natural, por su parte, “es la línea imaginaria



que une las crestas de las elevaciones de terreno por cuyas laderas escurre el agua hacia el cauce principal, o hacia su centro”<sup>6</sup>.

La Ley de Aguas Nacionales (LAN, 2020, p. 2) define al cauce de una corriente:

Como un canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno.

La misma ley (2020) define a la cuenca hidrológica como:

La unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas —aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad—, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica juntamente con los acuíferos constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas. (LAN, 2020, p. 3).

---

<sup>6</sup> Tomado de <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369#:~:text=Respecto%20a%20los%20%C3%ADmites%20de,su%20centro%2C%20en%20caso%20de,> Consultado el 23 de noviembre de 2020.

### 1.2.1. Clases de amenazas

La naturaleza, el medio ambiente y el planeta mismo, en ocasiones son confundidos como sinónimo de fenómenos perturbadores, aunque existe una relación directa entre los fenómenos perturbadores, que son acontecimientos que se desencadenan a partir de la naturaleza o de la intervención del ser humano y que afectan la vida y el hábitat pasando de un estado normal a uno de daños, que puede inclusive tipificarse como desastre. En la Figura 3 se explica esta clasificación:

**Figura 3.** Tipos de amenazas (LGPC, 2012).



La LGPC divide los agentes perturbadores en naturales y antropogénicos. Los de origen natural se clasifican en:

- Geológicos: ocasionados por la dinámica terrestre, como son sismos, erupciones volcánicas, terremotos, tsunamis e inestabilidad de ladera.
- Hidrometeorológicos: ocasionados por los cambios atmosféricos. Entre ellos se cuentan huracanes, inundaciones pluviales o fluviales; tormentas de nieve, granizo, de polvo y eléctricas; ondas cálidas o gélidas; heladas y sequías.

- Astronómicos: como la caída de meteoritos, asteroides y basura espacial

Los de origen antropogénico se clasifican en:

- Químico-tecnológicos: todo tipo de incendios, explosiones, fugas tóxicas o radiaciones.
- Sanitario-ecológicos: aquí se consideran epidemias, pandemias, plagas, así como la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos.
- Socio-organizativos: generado por acciones premeditadas o errores humanos que tienen como común denominador concentraciones masivas de personas.

Para el tema de la presente investigación abordaremos dos agentes perturbadores de origen natural: las inundaciones, asociadas a los fenómenos hidrometeorológicos, y la remoción en masa, asociada a fenómenos geológicos. Ambos agentes perturbadores se incrementan, principalmente por la lluvia, es por esto que desarrollaremos nuestra investigación en el análisis de antecedentes históricos y presentes, así como de los cambios en los usos del suelo y condiciones de los cauces naturales, ya que en la zona en estudio existe una muy alta probabilidad de que se construya socialmente el riesgo de inundaciones y fenómenos de remoción en masa.

#### **1.2.1.1. Inundaciones pluviales y fluviales**

De acuerdo con la clasificación del Centro Nacional de Prevención de desastres CENAPRED (2019, pág. 15), las lluvias pueden causar dos tipos de inundaciones: pluviales, que son consecuencia de la precipitación, y se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente se acumula, pudiendo permanecer sobre el terreno horas o días hasta que se evapore o el terreno recupere su capacidad de infiltración. El otro tipo de inundaciones son las fluviales, que se generan cuando el agua que desborda los ríos queda sobre la superficie cercana a ellos.

Como dato importante, para efectos de los resultados en los mapas de susceptibilidad que se presentarán, la precipitación pluvial se mide en milímetros por periodo, que es como se expresa su intensidad. Por esto, el tiempo de duración de la lluvia es muy importante, porque no es lo mismo que llueva 50 mm en 24 horas, a que esos 50 mm se registren en 50 minutos.



Muchas de las afectaciones que se han generado en Tuxtla Gutiérrez se han originado de tormentas convectivas, definidas así por CONAGUA<sup>7</sup>, y que suelen originarse en zonas llanas en donde asciende el aire húmedo y cálido, lo que da a origen a nubes de tipo cumulonimbos con lluvias intensas y ráfagas de vientos fuertes. Es importante recordar que Tuxtla Gutiérrez cuenta con estaciones meteorológicas automatizadas (EMA) que miden la cantidad de lluvia recibida, y en la delimitación del objeto de estudio quedaron establecidas al menos dos EMA que generan información histórica y estadística de la zona: Estación BAM, Estación Berriozábal y Estación Boquerón. Con la excepción de la estación BAM, que administra la Fuerza Aérea Mexicana, las demás son propiedad del Centro Hidrometeorológico Regional de CONAGUA.

#### **1.2.1.2. Remoción en masa**

Los eventos naturales son inevitables, pero lo que sí se puede evitar, o al menos reducir, son los desastres que en ocasiones resultan de esos eventos. Los fenómenos hidrometeorológicos, por ejemplo, son monitoreados con instrumentos y observatorios; pueden ser registrados y con modelaciones se puede describir su movilidad y dirección. En Tuxtla Gutiérrez se cuenta con un Centro Hidrometeorológico Regional de CONAGUA, y se instalaron estaciones pluviométricas que proporcionan datos locales que permiten generar información en tiempo real en relación con las zonas de peligro. En cambio, para generar pronósticos sobre los fenómenos de deslizamientos de laderas —que en México han cobrado vidas humanas y ocasionado pérdidas de viviendas, sobre todo por su rapidez a causa de la inclinación, la gravedad y los efectos subyacentes de otras amenazas, como la lluvia y movimientos sísmicos— se requiere instrumentación a escala local, lo que en nuestro país justamente pasa por el tamiz de los gobiernos locales, que entonces deberían invertir en sistemas de alerta para obtener un cálculo de esta probabilidad. Por ejemplo, Paz Tenorio et al. (2018) en el estudio que realizaron en el rancho El Zapotal, Tuxtla Gutiérrez, instalaron mojoneras de madera para registrar procesos gravitacionales detonados por el sismo del 7 de julio de 2014, y como lo afirman los autores: “para la prevención es necesario conocer la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa y así poder establecer los sitios a monitorear, o en su defecto, monitorear a través de instrumentos un evento ya ocurrido”.

---

<sup>7</sup> Tomado de <https://smn.conagua.gob.mx/es/smn/glosario> Consultado el 6 de marzo del 2021.

En varios estados de la República Mexicana existen centros de población que con frecuencia están expuestos a la ocurrencia de movimientos repentinos pendiente abajo de masas de suelos y rocas en laderas, por lo que su atención recae en las autoridades de Protección Civil. Fenómenos geotécnicos como los deslizamientos con frecuencia tienen antecedentes o exhiben manifestaciones que permiten señalar la posibilidad de su ocurrencia futura. El desafío es entonces distinguir la amenaza y el peligro a que esté sometida la población de una comunidad y sus bienes, por esos eventos; establecida la vulnerabilidad de esa población y la de sus propiedades, es posible entonces evaluar el riesgo por la ocurrencia de estos fenómenos. (Mendoza & Domínguez, 2006, pág. 207).

El deslizamiento se define como “el movimiento de una masa de roca, tierra o detritos pendiente abajo”. (Cruden, A simple definition of a landslide, 1991, pág. 27). El CENAPRED (2016), por su parte, define el proceso de remoción en masa como el arrastre del material superficial de la corteza terrestre (rocas, arenas, suelos, etcétera) ladera abajo, por acción de la gravedad.

Un deslizamiento ocurre cuando se rompe o pierde el equilibrio de una porción de los materiales que componen una ladera y se deslizan ladera abajo por acción de la gravedad. Aunque los deslizamientos usualmente suceden en taludes escarpados, tampoco es raro que se presenten en laderas de poca pendiente. Son primariamente ocasionados por fuerzas gravitacionales, y resultan de una falla por corte a lo largo de la frontera de la masa en movimiento, respecto a la masa estable; se alcanza un estado de falla cuando el esfuerzo cortante medio aplicado en la potencial superficie de deslizamiento, llega a ser igual a la resistencia al esfuerzo cortante del suelo o roca. (Mendoza & Domínguez, 2006, pág. 201).

El fenómeno de inestabilidad de laderas o de remoción en masa ocurre sobre todo en época de lluvias o después de un sismo. Sin embargo, las estadísticas de su ocurrencia, su

estudio y la difusión de medidas preventivas son las menos desarrolladas de entre los fenómenos perturbadores.

Los estudios expertos han demostrado que la remoción en masa depende tanto de factores naturales como humanos. Entre los primeros destaca el clima, en especial por la influencia de la temperatura, humedad y, sobre todo, de la lluvia. (Ramos, Trujillo, & Prada, 2015, pág. 3).

Por otro lado, “la deforestación provocada por el hombre y los asentamientos humanos en las laderas, frecuentemente de tipo irregular, aumentan las posibilidades de que éstas se deslicen y constituyan en amenazas para la población, sus bienes y su entorno”. (Pacchiano, 2011, pág. 2).

Existen, además, otros fenómenos geotécnicos que inciden en la inestabilidad de laderas que impactan a la población, las construcciones y a la infraestructura de nuestro país. (Mendoza & Domínguez, 2006, pág. 208). Estos son:

a) Los agrietamientos del terreno y el hundimiento regional. La mayoría de las veces, ambos fenómenos están asociados a la explotación excesiva del acuífero, lo que se traduce en el abatimiento de la presión en el agua del subsuelo y con ello, la compresión volumétrica por el constante proceso de consolidación. Este fenómeno no afecta de manera directa a las personas, pero sí de manera significativa a sus bienes.

b) La licuación de depósitos arenosos, ante la ocurrencia de sismos intensos. En diversas áreas de los litorales de México, tanto del Pacífico como del Golfo de México, ha sucedido este fenómeno, aunque también se tienen evidencias de su ocurrencia en el Altiplano Central, relativamente cerca de la ciudad de Puebla. La licuación produce agrietamientos muy severos y grandes desplazamientos laterales, provocando la destrucción de caminos, edificaciones, muelles, conducciones, etcétera.

c) La presencia de suelos expansivos, o bien, la de suelos colapsables, que provocan movimientos indeseables del terreno que afectan principalmente a las construcciones para vivienda; y



d) La presencia de cavidades cercanas a la superficie del terreno, debidas a actividades de túneles para explotación minera, o bien la generación natural de cavidades cársticas (cavernas por disolución de las rocas); tales huecos determinan verdaderos colapsos del terreno, afectando a personas y propiedades. (Mendoza & Domínguez, 2006, pág. 208).

### 1.2.1.3. Tipos de laderas inestables

Se puede encontrar un sinnúmero de conceptos relacionados con la definición de laderas; pero ante la existencia de un órgano regulador, y para efecto del marco referencial que hemos construido tomamos como referencia principal los conceptos provenientes del Centro Nacional de Prevención de Desastres (2014, pág. 5).

**Figura 4.** Clasificación de los tipos de ladera inestable estudiados en este trabajo  
(Modificado de CENAPRED, 2011).

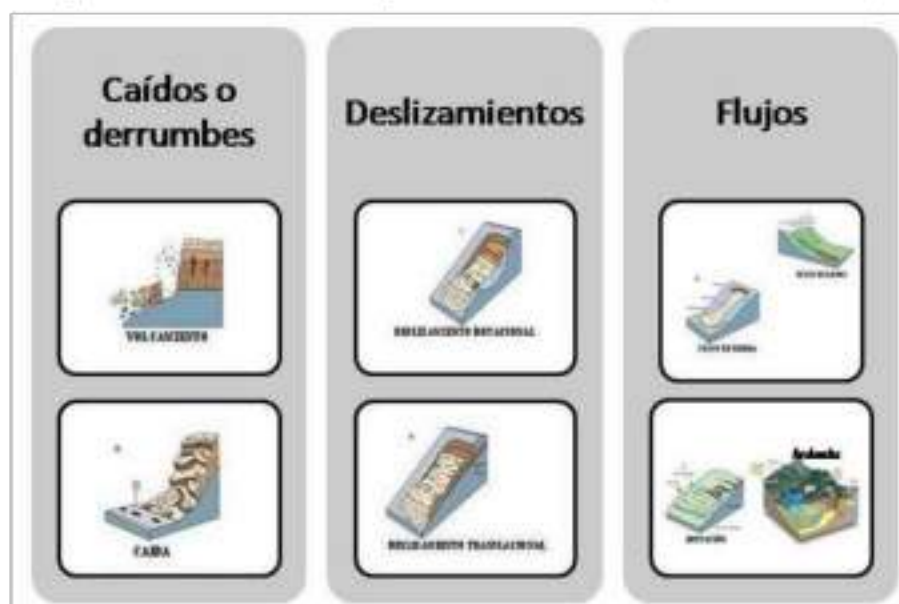


La Figura 4 muestra los tres tipos de inestabilidad de laderas que hemos estudiado. Los caídos o derrumbes son desprendimientos violentos de suelo y de fragmentos aislados de rocas originados en pendientes empinadas y acantilados, por lo que los movimientos son prácticamente de caída libre, o rodando y rebotando.

Los flujos son movimientos de suelo y fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera; sus partículas se mueven entre sí dentro del volumen en movimiento, que se desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser muy lentos o rápidos. La velocidad está determinada por la cantidad de agua existente en el volumen de materiales.

Los deslizamientos son movimientos de materiales térreos (rocas, suelo y su combinación) pendiente abajo, delimitados por una o varias superficies de falla o ruptura (Figura 5). Estas superficies de falla pueden ser curvas y/o planas, y ocurre que sobre ellas se deslizan los materiales colapsados de una ladera. (CENAPRED, 2014, pág. 6).

**Figura 5.** Clasificación de los tipos de laderas inestables (CENAPRED 2014).



Como puede observarse en la Figura 5, cada tipo de ladera inestable tiene una subclasificación que depende del tipo de movimiento que presente. La *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos* (Mendoza & Domínguez, 2006) clasifica a las laderas de la siguiente forma:

**Derrumbes:** movimientos más abruptos, que puede contener todo el suelo o rocas aisladas. Generalmente los derrumbes se dan en pendientes muy fuertes o acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre. Estos generalmente pueden observarse en carreteras.

**Deslizamientos:** tienen una característica preponderante: el movimiento de materiales térreos se da sobre una o varias superficies de fallas delimitadas por una masa estable. Es decir, puede observarse como si se construyera una escalera, siendo ésta de manera rotacional (en forma de cuchara o concha) o traslacional, es decir, el desplazamiento ocurre hacia afuera y hacia abajo.

Flujos: pueden ser húmedos o secos, el movimiento de suelos es pendiente abajo como una gran masa que se mueve. Los flujos pueden contener lodo y tierra, y pueden ser una avalancha rápida o un movimiento. También los lahares, que se originan en las faldas de un volcán, entran en esta clasificación.

Esta subclasificación es muy importante ya que de la velocidad del deslizamiento depende el grado de impacto y afectación que puede sufrir una población. Mora (2010, pág. 3) afirma que los movimientos de terreno se pueden clasificar en deslizamientos, derrumbes, caídas de roca y flujos de lodo:

Los hundimientos, son desplazamiento del terreno, que deja a un bloque hundido respecto a otro que queda inmóvil. El hundimiento en los terrenos es producto de un movimiento rápido y puede estar o no precedido por la aparición de estructuras del tipo de grietas en el terreno. Los hundimientos pueden ser aislados o pueden presentarse en un grupo que deja al terreno en forma de escalones.

Los deslizamientos, se refieren cuando parte del terreno se desplaza de manera rápida o lenta de su lugar, llevando consigo piedras, tierra y vegetación. En la mayoría de los casos este tipo de fenómenos ocurren en zonas con cierta pendiente, es decir, zonas inclinadas cuya dirección será la del movimiento del bloque.

Caídas de roca, son los desprendimientos de rocas de diferentes tamaños y que por caída libre ejercen movimientos rápidos provocando en algunas ocasiones grandes daños. El desprendimiento de un bloque o roca se presenta cuando por causa del exceso de lluvia, las vibraciones de un vehículo, una maquinaria o un sismo despoja el material de alrededor que los cubre y los sostiene.

Derrumbes, es una masa de materiales donde predominan los bloques y fragmentos de roca de varias dimensiones que se desplaza sobre la superficie de una ladera debido a una intensa lluvia, sismo o vibración del terreno.

Flujos de lodo, son los movimientos de materiales del terreno que se comportan como corrientes o fluidos de lodo. Este fenómeno se da solo en terrenos compuestos de un mineral llamado arcilla. Los flujos de lodo se generan cuando se ha quitado la cubierta vegetal que protege a las laderas y que, con las continuas lluvias, los materiales

compuestos de arcilla se saturan de agua, aumentan de volumen, se remueven y se acumulan poco a poco en sus laderas, entonces el suelo se convierte en lodo “chiclosa” y por efecto de gravedad e inclinación del terreno comienza a fluir. En ocasiones llegan a acumularse volúmenes considerables que siguen pendiente abajo y comienza su movimiento, el cual se acelera conforme desciende y se vuelve más peligroso porque arrastra consigo materiales que encuentra a su paso. (Mora, 2010 pág. 5).

Existen factores intrínsecos o detonantes del fenómeno de remoción en masa y que, para efectos de esta investigación, forman parte importante para el análisis de susceptibilidad de la zona de estudio, ya que la elaboración del mapa de susceptibilidad asociado a este fenómeno requiere que identifiquemos estos factores. (Aleotti P., 1999, pág. 23). Entre estos factores se pueden mencionar la pendiente, curvatura, orientación de la pendiente y las formas de ocupación humana en función al uso del suelo. (Yalcin y otros, (2011, pág. 286).

### **1.3. Susceptibilidad**

Cuando se conjugan amenaza y vulnerabilidad se produce el riesgo. Sin embargo, no siempre existe la condición de exposición física, porque hay territorios en el que no existen viviendas u otras construcciones formales, y aunque ahí podrían ocurrir eventos peligrosos no afectarían a nadie. Aquí hablamos de susceptibilidad, referida como “la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado espacio geográfico”. (Soldano, 2009).

Villa Corta, Fidel & Zavala (2012) mencionan que los mapas de susceptibilidad de los fenómenos de remoción en masa identifican un área potencial de inestabilidad, y que no necesariamente es toda la zona la que esté predispuesta; mediante dichos mapas, además, no es posible predecir cuándo pueden ocurrir estos, pero sí ayudan a determinar y categorizar las áreas críticas mediante estudios específicos y el grado de necesidad o urgencia de esos estudios.

Cervantes & Mora (2017) mencionan que la susceptibilidad de inundaciones generalmente se produce por un inadecuado sistema de drenaje pluvial, que no considera la velocidad del agua de lluvia y la cantidad de escorrentía sobre el terreno. El aumento de escorrentía es provocado porque la infiltración del agua al subsuelo es escasa o nula, como en las zonas urbanas donde los suelos están cubiertos de pavimento. Lo anterior ocasiona un



efecto de tobogán con el agua; es decir, la causa principal de las afectaciones es por un inadecuado manejo de escorrentía, no por causas de la misma lluvia, aunada a la vulnerabilidad física en los sitios de riesgos. (2017, pág. 35).

No obstante que estos malos ejemplos de construcción social del riesgo han estado presentes en el desarrollo territorial de Tuxtla Gutiérrez, el espacio físico destinado al crecimiento urbano para los próximos 20 años carece de planeación y de gestión prospectiva del riesgo y casi todas las formas de ocupación de este territorio son ejidales y se van transformando a propiedad privada para luego poder construir viviendas. Este cambio se ha permitido sin estudios previos ni respeto a los escurrimientos naturales.

En el territorio de la Nueva Tuxtla se identificaron 27 microcuencas, en algunos casos de aguas intermitentes, solo visibles en temporada de lluvia, y otros arroyos delimitados de forma natural.

Es importante aclarar, que, si bien la precipitación es un “sine qua non”, para la verificación de una inundación en un área urbanizada, la lluvia por sí sola no explica las causas del desastre, por el contrario, la explicación reside en la ausencia de inadecuados sistemas de planificación y construcción de infraestructuras urbanas en función del régimen pluvial del territorio (Lavell y otros 2009, pág. 16).

Las microcuencas urbanas son, como se comentó líneas arriba, áreas dentro de una zona urbana que están delimitadas por un parteaguas urbano y el agua que escurre en las calles se denominan afluentes urbanos. Las cuencas hidrológicas naturales con el crecimiento urbano han sufrido la transformación de su red hidrográfica, donde el suelo natural pasa a suelo urbano, los ríos y cauces de los afluentes naturales pasan a ser canales y calles, y los arroyos intermitentes son entubados, embovedados o simplemente desaparecen.

Las microcuencas naturales se han transformado, y en la mayoría de los casos, cuando se convierten en microcuencas urbanas, de ellas solo queda un remanente natural asociado a una zona hidrográfica urbana y nuevas construcciones han modificado su parteaguas. En la zona de estudio denominada la Nueva Tuxtla, aún existen las áreas hidrográficas naturales, denominadas así por sus dimensiones para poder distinguirlas, y que tienen como común denominador poco suelo impermeable.



El trabajo desarrollado en esta investigación se refiere preponderantemente a las áreas hidrográficas naturales y cómo están siendo transformadas con el incipiente crecimiento urbano. Encontramos evidencia de que no se respetan las áreas hidráulicas, que los cauces se utilizan como caminos y de que se rellenan los arroyos intermitentes para incrementar las superficies y comercializarlas luego como terrenos. Con las evidencias que presentamos en esta investigación buscamos elevar el conocimiento sobre la susceptibilidad física que existe en la zona, derivada de los cambios que la sociedad hace a los terrenos que están consideradas como reservas de crecimiento. Esta evidencia también puede ser útil para que las autoridades vean que está ocurriendo una incipiente construcción social del riesgo y que, de continuar así, adquirirá mayores dimensiones: las áreas hidrográficas naturales pasarán a ser áreas hidrográficas urbanas, las calles serán afluentes urbanos y descargarán sus aguas en zonas susceptibles de inundarse.

Este estudio de la susceptibilidad a inundaciones con base en el análisis hidrográfico de una muestra del crecimiento territorial a corto, mediano y largo plazo no es concluyente sino representativo; registra una línea base con enfoque de susceptibilidad en información cartográfica que visibiliza lo grave que pueden ser los eventos que ocurran si no se cambian los paradigmas del crecimiento urbano.

Las condiciones de afectación por lluvias en Tuxtla Gutiérrez tienen un porcentaje mínimo en el cambio climático, pero si tienen consecuencias enormes para el cambio climático. La deforestación de Tuxtla no influye en un porcentaje importante en el cambio climático; lo que sí podremos observar a corto plazo, inclusive en eventos de corta duración, serán lluvias más intensas, inundaciones e incremento del volumen de agua que escurre por calles —el cambio climático como los hechos mismos—, que dañarán a la población, en corto tiempo y con grandes cantidades de agua.

#### **1.4. Bases jurídicas que regulan la gestión local del riesgo**

Para el análisis de la construcción de riesgos de la Nueva Tuxtla es indispensable saber qué leyes y reglamentos regulan el ordenamiento territorial, así como las relaciones ejidales con el gobierno. A continuación, se enlistan las principales:

##### **1. Nivel federal.**

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley de Aguas Nacionales (2020). Una de las leyes más importantes para la regulación del recurso hídrico. En su competencia se encuentra la delimitación de cauce y zona federal mediante estudios topográficos, barométricos, fotogramétricos e hidrológicos. Esta normativa define el cauce de una corriente, como un canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la crecida máxima ordinaria escurran sin derramarse. Aun cuando no existan obras de encauzamiento de las aguas, la ley considera dos aspectos importantes: se considera como cauce el canal natural donde bajan los escurrimientos y el origen de estos escurrimientos se considera como un cauce definido cuando éstos se concentren hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo en el terreno. Así mismo, habilita a la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) para prevenir y atender los efectos de fenómenos meteorológicos extraordinarios que pongan en peligro a personas, áreas productivas o instalaciones. Ante esta instancia se deben tramitar los permisos de construcción de las estructuras hidráulicas (obras de cruce, puentes y/o alcantarillas), en la vialidad primaria, cuanto ésta pase por un cauce de propiedad federal y los permisos de concesión para la ocupación de zona federal. Con ello se garantiza que la instancia técnica dé certeza al comportamiento hidráulico de los cauces con las estructuras de cruce edificadas.
- Ley Agraria (1993). Se encarga de los núcleos de población ejidales con personalidad jurídica y patrimonio propio; éste es la tierra con fueron dotados y aquella que hubieren adquirido por cualquier otro título.
- Reglamento en materia de certificación de derechos ejidales y titulación de solares urbanos.
- Normas técnicas del Registro Agrario Nacional.
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.
- Ley General de Protección Civil (2012).

## 2. Nivel estatal.

- Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Chiapas.
- Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado.

- Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024, establece el manejo de riesgos como un eje transversal con los tres órdenes de gobierno y la sociedad organizada para fomentar actividades humanas sustentables.
- Ley General de Asentamientos Humanos y Ordenamiento Territorial (2016). Le corresponde vigilar las normas e instrumentos de gestión de observación general para ordenar el uso del territorio y los asentamientos humanos en el país, con apego a los derechos humanos, y establecer la concurrencia entre la Federación, estados y municipios para la planeación, ordenación y regulación de estos asentamientos en el territorio nacional.
- Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Chiapas (2017). Esta ley concurre con la Ley General y se ocupa de la consolidación y crecimiento de los Centros de Población. Especial atención ocupa la Regularización de la Tenencia de la Tierra en los Centros de Población y también la creación, recuperación, mantenimiento y defensa del espacio público para uso comunitario y para la movilidad. Es a través de esta ley que se menciona la atención de situaciones de emergencia debidas al cambio climático y fenómenos naturales, así como de la delimitación de zonas de riesgo y el establecimiento de polígonos de protección, amortiguamiento y salvaguarda para garantizar la seguridad de las personas y de las instalaciones estratégicas de seguridad nacional. Esta ley sustituye a la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Chiapas.
- Ley de Fraccionamientos del Estado de Chiapas (última reforma publicada en el Periódico Oficial 017, el 14 de marzo de 2007). Tiene por objetivo reglamentar las acciones y actos de personas físicas o morales que pretendan dividir, lotificar o transformar inmuebles en lotes o fraccionamientos.
- Ley Estatal de Protección Civil (2015). Establece las bases para la gestión de riesgos encaminados a la no construcción social del riesgo.

### 3. Nivel municipal

- Ley de Desarrollo Constitucional en materia de gobierno y administración pública municipal.
- Reglamento de la Administración Pública Municipal.

- Reglamento de Protección Civil 2021<sup>8</sup>
- Plan de Desarrollo Municipal 2018-2021.
- Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población Tuxtla Gutiérrez (2015), determina el crecimiento urbano a futuro en la zona sur poniente de la capital.
- Plan de Mejoramiento Urbano Distrital 2018-2040, ICIPLAM propone un plan de trabajo para profundizar los estudios urbanos y las condicionantes espaciales en una escala de aplicación menor, como lo son los distritos urbanos de Tuxtla Gutiérrez 2018-2040.

En los marcos regulatorios enlistados existen vacíos que han sido aprovechados por quienes cambian el uso del suelo de manera irregular. Por ejemplo, el principal instrumento normativo en esta zona de crecimiento urbano es la Ley de Aguas Nacionales, con ésta como base se deben delimitar los cauces federales y realizar estudios topográficos para que haya certidumbre en los cauces de arroyos intermitentes. Sin embargo, encontramos que ni siquiera para la importante obra del Nuevo Libramiento Sur (mezcla de recursos federal y estatal) se tramitaron debidamente los permisos de concesión de ocupación federal; tampoco se cuenta con la modelación de escenarios de riesgo por inundaciones asociados a periodos retorno. Si las grandes obras no han acatado la normatividad ni presentan respeto a las áreas hidráulicas menos aún las autoconstrucciones de los pobladores.

En cuanto a la Ley Agraria, también de observancia federal, los comisariados ejidales, autoridad máxima en el ejido, no cuentan con sistemas de información geográfica que permita monitorear el marco regulatorio en tiempo real.

En el 2015 se intentó realizar un programa de desarrollo urbano metropolitano, motivado por la colindancia de cuatro ciudades con la capital de Chiapas; sin embargo, solo Tuxtla Gutiérrez tuvo interés en actualizar su carta urbana. Queremos dejar anotado que en la zona de nuestro estudio, área conurbana con Suchiapa, Chiapa de Corzo y Berriozábal, las Secretarías de planeación del desarrollo urbano de estos municipios no han visualizado la necesidad de un instrumento actualizado con este enfoque metropolitano. (Silva, García, & Hernando, 2015).

---

<sup>8</sup> Instrumento normativo de reciente actualización, consultado en [http://proteccioncivil.tuxtla.gob.mx/admin/archivos/Sistema\\_Municipal\\_de\\_Proteccion\\_Civil/documentos/b4ccc0aa\\_22062021\\_1617.pdf](http://proteccioncivil.tuxtla.gob.mx/admin/archivos/Sistema_Municipal_de_Proteccion_Civil/documentos/b4ccc0aa_22062021_1617.pdf).



Una debilidad importante del Programa de Desarrollo Urbano 2015, es que en él no está plasmado el relleno sanitario, el cual opera desde mucho antes de la actualización del instrumento, y con este PDU se pretende autorizar parques agroindustriales en la zona de crecimiento, sin que el programa determine densidades y uso del suelo.

En contraposición, la Ley de Fraccionamientos, de orden estatal, y el Reglamento de Protección Civil Municipal tratan de forma muy diferente las aguas pluviales. La actualización del reglamento de protección civil municipal tiene un enfoque prospectivo, al incluir dentro del artículo 34, fracción IX, “Revisar, autorizar y vigilar el cumplimiento de los estudios de impacto pluvial para la obtención de licencias de construcción en obras civiles pública o particular que modifique las condiciones naturales de escurrimiento o infiltración de un terreno”, mientras que la Ley de Fraccionamientos considera exclusivamente la implementación de drenaje pluvial y que el agua de lluvia transite por las calles.

Dentro del análisis de la normatividad se ha detectado que en Tuxtla Gutiérrez no existe un consejo municipal de planeación del desarrollo urbano; operan comisiones a nivel de regidores, como la Comisión de Obra Pública y Planificación, que prioritariamente realiza regularizaciones de cambios de uso de suelo, no de planeación.

En términos de las leyes estatales, la Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, aunque con espíritu legislativo enfocado en la planeación, la realidad es que el crecimiento urbano ha rebasado lo planeado y son más los procesos de regulación de tenencia de la tierra que los de planeación o evaluación del ordenamiento territorial en Tuxtla Gutiérrez. Finalmente, es importante comentar que contiene un área de oportunidad, ya que, en esta Ley, en su artículo 47, establece que los municipios podrán “elaborar programas parciales y polígonos de actuación que permitan llevar a cabo acciones específicas para el crecimiento, mejoramiento y conservación de los Centros de Población, para la formación de conjuntos urbanos que podrán integrarse a los planteamientos sectoriales”. A través de estos programas parciales, que no tiene Tuxtla, se puede implementar una gestión prospectiva de riesgos en el uso del suelo dispuesto para uso urbano.

Como puede verse, amplia es la gama de normatividad que rige el suelo social; sin embargo, en la práctica se observa cómo aun cuando existe participación de los tres órdenes de gobierno en la atención de la problemática de asentamientos irregulares localizados en zonas



ejidales de reservas urbanas, poco se ha logrado en sensibilizar los núcleos agrarios para lograr un crecimiento urbano más ordenado.

## CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

### 2.1. Tratados internacionales que han regido la política de gestión de riesgos

Los avances en las tecnologías de la información, el cambio climático y la necesidad de los individuos y sociedades a sobreponerse a eventos adversos nos han permitido un desarrollo constante en la conceptualización de los riesgos.

Antes de 2020, en México teníamos instrumentos financieros bajo el concepto de desastres naturales. A partir de la propuesta de abrogar la Ley General de Protección Civil y del nacimiento de la Ley para la Gestión de Riesgos y Protección Civil, de redacción reciente, inicia un cambio de paradigmas de la percepción social del desastre hacia la construcción social del riesgo.

La experiencia y la observación de los desastres han permitido hoy afirmar que la construcción social del riesgo está directamente asociada a lo que el individuo distingue como riesgo de lo que cree que no lo es, lo acepte o no como riesgo. ¿Cuánto se debe modificar la conciencia de la humanidad para aceptar que somos los generadores de las situaciones de riesgo?

Amplios han sido los textos para poder identificar cómo nació el concepto de gestión integral de riesgos de desastres; es decir, dejar de ser reactivos y enfocarnos en la prevención. A nivel internacional los países desarrollados han procurado iniciativas para que más países se sumen a una sola estrategia para revertir los daños que hemos causado al planeta; un tratado ha llevado a otro, se identifican las amenazas y suman los aciertos y deficiencias de sucesivos documentos. El actual es el Marco de Acción de Sendai (UNISDR, 2015), tratado que ha sido presentado y firmado justamente en el país cuyos antecedentes en políticas de autoprotección siempre han sido un referente, Japón.

En 1992, la convención en el Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático fue adoptada en Nueva York en 1992 y buscó la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera para permitir que los ecosistemas se adaptaran naturalmente al cambio climático.

En 1994, la Estrategia de Yokohama afirmaba que para el logro de las metas y los Objetivos del Decenio, prevenir desastres, mitigar sus efectos y la preparación para casos de desastre son mejores que la reacción, una vez ocurrido uno.

En 1999, la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres, de las Naciones Unidas, presenta como su principal objetivo reducir el número de muertos y heridos que causan los desastres provocados por peligros naturales.

En 2005, en la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres, se aprobó el Marco de Acción Hyogo para 2005-2015, en el que se propone aumentar la resiliencia de las naciones y comunidades ante los desastres.

Finalmente, en marzo de 2015, el Marco de Sendai fue aprobado en la Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres, celebrada en Sendai, Japón, y busca organizar esfuerzos con visión de futuro, orientados a la acción. El Marco de Sendai (2015) propone cuatro prioridades:

Prioridad 1: comprender el riesgo de desastres.

Prioridad 2: fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo.

Prioridad 3: invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia.

Prioridad 4: aumentar la preparación para casos de desastre con el fin de dar una respuesta eficaz

Existen coincidencias significativas entre el Marco de Acción de Hyogo y el Marco de Acción de Sendai, ambos casos buscan elevar la cultura de la autoprotección en la población. Pero, entonces, ¿por qué es importante diferenciar entre desastres y amenazas?

Las amenazas, ya sean de origen natural o antropogénico, no tienen necesariamente que transformarse en desastres. Por ejemplo, una erupción volcánica en una zona deshabitada es un peligro natural, pero no un desastre. En cambio, si la erupción afectara a las comunidades en los alrededores del volcán, haciéndolas huir y destruyera sus bienes, o peor, que causara la muerte de algunos o de muchos de sus habitantes, entonces sí es un desastre, tal como aconteció en Guatemala el 3 de junio de 2018, por la erupción del Volcán de Fuego. (USAC, Volcán de Fuego: la tragedia del 3 de junio de 2018, 2018, pág. 19).

Ahora bien, la vulnerabilidad territorial es un factor que puede potenciar un desastre y está relacionada con las dificultades que padecen las instituciones al gestionar el riesgo, situación que se refleja en la falta de preparación para responder ante un evento, o cuando sabiendo que existe el riesgo no se llevan a cabo acciones efectivas para reducirlo ni para mitigarlo.

Cuando ocurren desastres asociados a fenómenos de origen natural, los sectores sociales con mayor índice de pobreza son los que por lo general —mas no exclusivamente— resultan más afectados. Por esto, las estrategias adecuadas para la prevención de los desastres conllevan acciones dirigidas a mejorar las condiciones de vida, la infraestructura de los servicios y el entorno económico de las comunidades. De esto se trata la reducción de riesgos que marca Sendai, a nivel comunitario la sociedad ve los riesgos a través de lentes calibradas por sus determinaciones culturales. Los gobiernos tienen la obligación de informar y motivar a la población y conseguir que ésta participe en todos los aspectos de la reducción del riesgo en sus propias comunidades.

Como se ha abordado líneas arriba, los términos *amenaza*, *vulnerabilidad*, *riesgo*, *capacidad*, *resiliencia* y *desastre* forman parte de un conocimiento que toda sociedad debe tener. La responsabilidad de la gestión del riesgo de desastre no es exclusiva de las autoridades; la reducción de riesgos es un proceso social, y es responsabilidad de los gobiernos empoderar a la ciudadanía transfiriéndole conocimientos que le permitan tomar decisiones que reduzcan riesgos. Esta acción incluye a los tres órdenes de gobierno, líderes de opinión y sociedad civil. La labor de las instituciones académicas, de investigación y asociaciones de profesionistas es sumarse a la gestión integral de riesgos de desastre.

## **2.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible**

La conformación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es el plan de acción compuesto por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2016); es resultado de un esfuerzo conjunto entre la población, líderes mundiales y países firmantes de tratados de la Organización de Naciones Unidas. Actualmente son 17 los Objetivos de Desarrollo Sostenible y en conjunto tienen 169 metas que inciden en temas como el combate a la pobreza y las desigualdades y mejorar la calidad de vida de la población. Su origen se remonta al año 2000, cuando 189 países miembros de las Naciones Unidas firmaron la Declaración del Milenio, y se conformaron los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Ocho objetivos están relacionados con la vida cotidiana, sobre asuntos, hechos y condiciones considerados graves o radicales. La

meta general era atenderlos y revisar su avance en 2015<sup>9</sup>. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio fueron:

1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre.
2. Lograr la enseñanza primaria universal.
3. Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer.
4. Reducir la mortalidad infantil.
5. Mejorar la salud materna.
6. Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades.
7. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.
8. Fomentar una asociación mundial para el desarrollo.

Actualmente los Objetivos de Desarrollo Sostenible son:

1. Erradicar la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
2. Poner fin al hambre, conseguir la seguridad alimentaria y una mejor nutrición, y promover la agricultura sostenible.
3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.
4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.
5. Alcanzar la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y niñas.
6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
7. Asegurar el acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para todos.
8. Fomentar el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos.
9. Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.
10. Reducir las desigualdades entre países y dentro de ellos.

---

<sup>9</sup> Consultado en [http://www.onu.org.mx/linea\\_del\\_tiempo\\_ods/](http://www.onu.org.mx/linea_del_tiempo_ods/), el 11 de enero de 2020.



11. Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
12. Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
13. Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, mares y recursos marinos para lograr el desarrollo sostenible.
14. Proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de diversidad biológica.
15. Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.
16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.
17. Fortalecer los medios de ejecución y reavivar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

### **2.3. Ciudades resilientes**

En 2015 se dio a conocer el relanzamiento de la campaña Construyendo Ciudades Resilientes, que se plasmó a través de un manual que busca a los “gobiernos locales y a los responsables de la formulación de políticas para apoyarlos en las políticas públicas, la toma de decisión y la organización cuando ejecutan acciones de reducción de riesgo de desastres y resiliencia”. (Organización de las Naciones Unidas, 2012, pág. 6). La campaña propone una guía a partir de considerar diez aspectos esenciales que se deben aplicar a nivel local para elevar la resiliencia de las comunidades.

Para efecto de analizar los objetivos que tienen coincidencia con nuestro tema de investigación, a continuación, presentamos un cuadro comparativo de los temas de cada agenda, tanto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible como de la Campaña Construyendo Ciudades Resilientes, que permitan identificar las áreas a las que dirigiremos este trabajo, buscando visibilizar áreas susceptibles para que sean tomadas en cuenta y promover su desarrollo sostenible (Figura 3).

**Figura 6.** Cuadros con la comparación entre la Campaña Construyendo Ciudades Resilientes y los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) que tratamos de fomentar en este trabajo de investigación.



Lavell y otros (2009) mencionan que, en un enfoque con base en procesos, el riesgo es una condición, que, si no se reduce o mitiga, ya sea por la intervención del hombre o cambiando las condiciones del entorno, seguramente tendrá un impacto tanto social como material cuando un evento perturbador afecte ese sitio. Es decir, para que ocurra el riesgo necesariamente debe existir la condición de peligro, constituido por un agente perturbador y la vulnerabilidad, que es la exposición física a ser afectado.

Existen diferentes tipos de vulnerabilidad, social, económica, física, política, ambiental, cultural, ideológica.

Wilchex-Chaux (1993, pág. 665) afirma que las vulnerabilidades físicas o sociales, son las de mayor impacto pues su condición es la exposición directa a un fenómeno perturbador que puede afectar no solo a las personas, sino también a sus viviendas, la infraestructura e inclusive al entorno en donde viven.

En el análisis en torno al tema de investigación, los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la campaña Construyendo Ciudades Resilientes permiten identificar cómo las amenazas pueden cambiar —en función a factores como la urbanización y el cambio climático— en esas áreas geográficas de pequeña escala que están expuestas a efectos adversos no dimensionados porque se carece de una representación cartográfica con enfoque de gestión del riesgo de desastres en la planificación y gestión del desarrollo, lo que actualmente no se realiza en la mayoría del territorio mexicano. (Zepeda Gil, Huerta Pineda, & Sánchez Ramírez, 2018)

En la investigación encontramos que no hay aplicación del marco regulatorio del crecimiento urbano, no se supervisan los procesos de ocupación del suelo y tampoco se fomenta la concientización ciudadana sobre respetar los arroyos perennes e intermitentes, lo que construye socialmente el riesgo. En el mediano plazo, esas comunidades serán afectadas por el desarrollo económico y social de la Nueva Tuxtla. Con los resultados de la presente investigación, podemos marcar un referente con información cartográfica que permita reorientar cómo crece esta urbe y reestablecer el respeto al medio ambiente; buscamos, sobre todo, incidir en las autoridades locales para que hagan valer los reglamentos; que con base en escenarios y mapas de riesgos reduzcan los factores que inciden en que las amenazas se conviertan en desastres, y que se trace una zonificación del uso del suelo dispuesto para el crecimiento urbano.

## **2.4. El Sistema Nacional de Protección Civil**

Aunque antes del terremoto del 2017 hubo eventos catastróficos que cimbraron al país, como la erupción del volcán Chichonal, en Chiapas, en marzo de 1983, y la explosión de San Juanico en el estado de México, noviembre de 1984, en México el origen oficial de la protección civil se remonta al desastre ocurrido en el evento sísmico de 1985, cuando se crea de manera emergente la Comisión Nacional de Reconstrucción, el 3 de octubre de 1985, 13 días después de ocurrido el terremoto y como una medida urgente del presidente Miguel De la Madrid Hurtado, en un ambiente de caos y desorden, con centros hospitalarios y vías de comunicación colapsados y cientos de desaparecidos. Con esta Comisión se crearon seis comités cuyo propósito principal era poner orden, tanto en la vuelta a la normalidad de la zona metropolitana, como en la organización financiera y de ayuda humanitaria que se requería para superar un evento de tal magnitud. (En Chiapas somos preventivos, 2014, pág. 21).

El Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) se crea por decreto, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1986 y se define como:

“[...] un conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, métodos, normas, instancias, principios, instrumentos, políticas, procedimientos, servicios y acciones, que establecen corresponsablemente las dependencias y entidades del sector público entre sí, con las organizaciones de los diversos grupos voluntarios, sociales, privados y con los Poderes Legislativo, Ejecutivo y Judicial, de los organismos constitucionales autónomos, de las entidades federativas, de los municipios y las delegaciones, a fin de efectuar acciones coordinadas, en materia de protección civil”. (2012).

El objetivo del SINAPROC fue, desde sus inicios, coordinar las relaciones funcionales, métodos y procedimientos que establecen las dependencias y entidades del sector público entre sí, con las organizaciones de los diversos grupos sociales y privados.

El 13 de febrero de 1989 se crea la Dirección General de Protección Civil y el 20 de septiembre de 1988 el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Gobernación y mediante el cual se sienta la base del trabajo de prevención por sobre la reacción, que había precedido al actuar en México. (SEGOB, 1988).

En la actual Ley General de Protección Civil (2012), la figura de mayor jerarquía dentro del SINAPROC es el Consejo Nacional de Protección Civil, cuyo presidente es el Ejecutivo Federal; el secretario ejecutivo, el titular de la Secretaría de Gobernación, y el secretario técnico, el titular de lo que hoy se conoce como Coordinación Nacional de Protección Civil. Moran (2017), afirma que existen tres direcciones de apoyo a la Coordinación que asisten en el control de mando vertical: la Dirección General para la Gestión de Riesgos, el CENAPRED y la Dirección General de Protección Civil, siendo esta última la encargada de coordinar la réplica correspondiente a nivel en estados, municipios y población. En 2019, la Coordinación General de Protección Civil pasó a formar parte de la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. (2019).

Dos actividades dentro de las acciones del SINAPROC llaman la atención; es responsabilidad del Ejecutivo de la nación vigilar que no se autoricen centros de población en zonas de riesgo y promover la homologación del marco legal en materia de protección civil entre los diferentes niveles de gobierno, y por parte de los estados y municipios, identificar



zonas de riesgo pertenecientes a su jurisdicción, así como llevar a cabo las acciones necesarias para reducir riesgos en las zonas vulnerables que identifiquen.

Es importante mencionar que durante el tiempo que tomó nuestra investigación, se dio a conocer la iniciativa de que México transite hacia la gestión integral de riesgos de desastre, de acuerdo con los tratados internacionales. El 3 de diciembre de 2020, se publican en la Gaceta Parlamentaria número 5665-IV, el dictamen que abroga la Ley General de Protección Civil, de fecha 6 de junio de 2012, y el proyecto de decreto de expedición de la Ley General de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil (2020), propuesta aún en proceso de aprobación, que en caso de ser aprobada, formalizará que la coordinación ejecutiva del Sistema Nacional recaiga en la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, por conducto de la Coordinación Nacional, figura que se conserva para revisar el funcionamiento del Sistema Nacional. Así mismo, el artículo 13 de la iniciativa de ley en comento, establece que el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos y Protección Civil, sea el máximo órgano colegiado de coordinación y estará integrado por dependencias de la administración pública federal, los sistemas de gestión integral de riesgos y protección civil de los estados y municipios, así como por grupos voluntarios y comités de prevención, incluyendo organizaciones de los sectores social y privado, cuyo propósito es que exista una relación de corresponsabilidad para proteger a la población, los bienes y su entorno.

Para efectos de nuestra investigación recurrimos constantemente a estos ordenamientos y a los conceptos subyacentes para elaborar los mapas de susceptibilidad por inundaciones, con los cuales explicamos la condición natural de la microcuenca El Sabinalito, de las áreas hidrográficas que la conforman, así como los parteaguas desde donde los escurrimientos se pueden convertir en amenazas al llegar a zonas bajas, en caso de que no se respeten las condiciones naturales de la microcuenca.

Lavell (2009) menciona que separar el riesgo y el desarrollo no es posible: el desarrollo mal planificado genera riesgos, así como el riesgo materializado (desastre) puede afectar el desarrollo.

Dentro del marco teórico referencial abordamos los factores de riesgo producto de la construcción social, la cual no necesariamente está en relación con la condición económica de los habitantes sino con su decisión de en dónde ubicar sus viviendas y su cercanía a las zonas



de ocurrencia de peligros, unida a la marcada indiferencia de vendedores de terrenos, que solo buscan lucrar con el factor económico de la vivienda.

Esto justamente es lo que construye un riesgo a futuro, ése que aborda Allan Lavell, uno de los principales defensores de la gestión de riesgo prospectiva con base en procesos sociales. Para un desarrollo integral y sostenible no solo es necesario resaltar la importancia de reducir el riesgo, sino la forma de hacerlo en la sociedad, tal como aquí planteamos.

No se *mejora* el desarrollo sumando consideraciones de riesgo de desastre, sino que sencillamente no hay desarrollo como tal si estas consideraciones no están presentes. El riesgo no es un adjunto al desarrollo sino uno de sus factores constitutivos, es parte de su misma definición, sin el cual sería difícil pensar en desarrollo en un sentido integral. (Lavell 2009, pág. 39).

En la mayoría de las ciudades el crecimiento urbano se genera de una forma acelerada y desorganizada debido a la presión por acceder a viviendas; pobladores en asentamientos irregulares obligan a los gobiernos municipales a formalizar algunos asentamientos, y los gobiernos logran en otros pocos casos desalojarlos de zonas de riesgo y reubicarlos, y, dicho sea de paso, en esas nuevas zonas se continúan la deforestación y degradación de la tierra. (Blaikie, Cannon, Davis, & Wisne, 1996, pág. 180).

Lo que buscamos con la presente investigación es que, a través del análisis proyectivo de susceptibilidad, asociado al estudio de fenómenos de origen hidrometereológico y geológico, se modifiquen las prácticas y factores que han consolidado los factores de riesgo en la Tuxtla antigua. La gestión prospectiva del riesgo tiene su pilar fundamental en las buenas prácticas de ordenamiento territorial con base en normas constructivas y en el respeto a la normatividad basada en el análisis de riesgo. (Lavell, Narváez, & Pérez-Ortega, 2009, pág. 41).

## **2.5. Estudios prospectivos de desarrollo urbano**

Uno de los mayores retos para los estudios prospectivos son las dimensiones territoriales. De acuerdo con los conceptos cartográficos para la creación e interpretación de mapas (Gobierno de España, 2021, pág. 10), la escala cartográfica es:

“La relación que existe entre las distancias medidas en un plano o mapa y las correspondientes en la realidad se denomina escala. Por lo tanto, la escala es una proporción entre dos magnitudes lineales, independientemente del sistema de unidades de longitud que se utilicen”.

Sheppard y McMaster (2004) consideran “en casi todas las investigaciones geográficas, es necesario no solo seleccionar el área geográfica o escala, sino también la resolución de los datos a analizar”. Para la elaboración de cartografía encaminada al ordenamiento territorial, contamos con tres delimitaciones de los recursos para la planeación: la subcuenca (regional), la municipal (urbana) y la parcial (distrital).

En la escala regional se utilizan generalmente una escala matemática, pero 1:100,000 y 1:250,000 como unidades dimensionales de definición son escalas muy amplias, por ende, útiles en los análisis de aspectos macro: cuencas, subcuencas, orografía, pendientes, sistema de carreteras y autopistas, cuerpos de agua, etcétera. Estas escalas son ideales para ver en su totalidad la cuenca o subcuenca y localizar el elemento en estudio.

La escala municipal o urbana oscila entre los rangos de escala cartográficas de 1:25,000 y 1:50,000 unidades dimensionales de definición, con la que se pueden apreciar otros elementos como: escurrimientos y arroyos, tipo de suelo, fallas geológicas, zonas de riesgo, vegetación y áreas verdes, infraestructuras, etcétera. (SEDATU, 2019).

La escala parcial, local o intraurbana oscila entre 1:5,000 y 1:10,000 unidades dimensionales de definición. Estas escalas bajas permiten ver —a nivel de lote— una serie de elementos con más precisión, como: áreas federales de ríos, manzanas, predios, lotes, y objetos como árboles, viviendas, etcétera. (Gobierno de Chiapas, 2017).

La diferencia entre estas tres escalas es su aplicabilidad como instrumentos a diferentes áreas de trabajo: lo regional es más del ámbito federal, lo urbano comparte estado-municipio y lo local directamente compete al ámbito municipal, con sus diferentes secretarías y servicios públicos. Aunque es sabido que entre los tres instrumentos debe existir concurrencia, ésta no ocurre en el caso de Tuxtla Gutiérrez, primeramente porque el Programa de Desarrollo Urbano ni el Plan de Mejoramiento Distrital fueron contemplados en la expedición del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET), sea porque fueron decretados años después o porque los procesos de modificación y recategorización de las áreas naturales protegidas no fueron consensados, así que actualmente no existe concurrencia entre ellos, lo que dificulta la

planeación y regulación adecuada de los usos de suelo en el territorio y crea conflictos en la ejecución de una u otra.

A través de planes normativos, como el Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población de Tuxtla Gutiérrez 2015-2020 y el Plan de Mejoramiento Urbano Distrital 2018-2040, presentado por el Instituto Ciudadano de Planeación Municipal de Tuxtla Gutiérrez, se puede observar un porcentaje importante de suelo vacío en el interior de la ciudad, y en una proyección del crecimiento futuro de los límites de la capital poner los servicios básicos al alcance de la población tendrá un alto costo. Por esto, una de las estrategias de la carta urbana arriba mencionada es la redensificación, vista como la sustitución de construcciones horizontales, para aumentar la capacidad y acomodar a más personas.

Los estándares mundiales integran la reducción de riesgos en la planeación del desarrollo urbano, delimitando las zonas vulnerables de acuerdo con los niveles de riesgo, como pueden ser inundaciones o deslizamiento de laderas, de acuerdo con el atlas de riesgo de cada región o municipio. Pero, ¿qué hacer cuando toda una ciudad es una zona vulnerable a inundaciones, amenaza generada por el propio desarrollo urbano. Para esto es necesario “investigar las causas de fondo para saber cómo desincentivar la ocupación insegura”. (Oliver-Smith, 2016, pág. 26).

Dice Sánchez (2013) que al menos en América Latina, se ha trabajado poco para diseñar perspectivas multidisciplinarias para planificar el desarrollo urbano. Los efectos del cambio climático deberían obligarnos a una respuesta interdisciplinaria que entienda la compleja interrelación entre el espacio urbano y los procesos físicos, sociales y económicos de los territorios.

Rodríguez (2009) elaboró para América Latina un cuadro comparativo por países según sus avances en planes de desarrollo con enfoque de gestión de riesgos. Explica que Argentina, en 1977, publicó leyes sobre el ordenamiento territorial y usos del suelo y que, en 2001, su gobierno consideró que, aunque existen estas leyes para los diferentes ámbitos, solo tienen una estructura taxativa que fija densidades de extensión, ocupación del suelo y dotación de servicios esenciales desvinculados de la realidad socioeconómica de aquellos para los cuales está normando.

Por su parte, Rita de Cássia Gregorio (2010) afirma que en Brasil las leyes sobre planificación urbana se desarrollaron desde finales de la década de 1960, y que en 1988 la

Constitución Federal asignó a los municipios la competencia del ordenamiento territorial, mediante el planeamiento y control del uso, zonificación y ocupación del suelo urbano, y a los estados dio competencia para elaborar y ejecutar planes nacionales y regionales de ordenación del territorio de desarrollo económico y social.

En Colombia, Rodríguez (2009) asevera que, aunque desde 1979 se dictaron documentos legales que regulan el uso del suelo, no fue hasta la década de 1990 que se introdujo en la Nueva Constitución Política el ordenamiento del desarrollo municipal y el ordenamiento político administrativo, que se reforzaron con la creación del Ministerio de Ambiente. En 1994 se dicta la Ley de Planeación que da competencias a municipios y distritos para implementación de planes de ordenamiento. Posteriormente, en 1996-1997, se crearon las guías conceptuales y metodológicas para el ordenamiento territorial urbano, municipal y departamental y se dictó la Ley 388 que regula los planes municipales, distritales y metropolitanos.

## **2.6. Vertientes internacionales desde el plano legal y territorial**

Colombia es uno de los países con referentes en gobernanza del riesgo desde mediados del siglo XX, ya que las transformaciones de sus principales ciudades enfrentaron crecimientos demográficos que obligaron al gobierno a reestructurar los espacios y a un reproceso de industrialización que modificó la matriz de desarrollo espacial. Ese crecimiento industrial creó nuevos usos de la tierra que se expandieron hacia las periferias, y, por ende, ahí empezó la instalación de nuevos asentamientos humanos y la generación del fenómeno de la conurbación. (Calderón & Frey, 2016).

Zapara & Arismendy (2003) afirman que los planes de ordenamiento territorial están directamente relacionados con la distribución de la tierra y ésta, a su vez, con la dimensión espacial. En Colombia, por ejemplo, en 1996 el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) puso de manifiesto la necesidad de desarrollar y ejecutar la política de redistribución de la propiedad rural a partir de la descentralización para cambiar el enfoque de los procesos de intervención del Instituto Colombiano de Reforma Agraria (INCORA), en el marco del desarrollo del mercado voluntario de tierras.

También en Colombia, la Ley 388 (1997) abordó el tema del ordenamiento territorial, pero lo centró en la necesidad de definir el uso del suelo por parte de los municipios. La

regulación del tamaño y del crecimiento de las cabeceras municipales, las modificaciones continuas al uso del suelo por parte de sus propietarios, sin consultar a las autoridades locales, y la necesidad evidente de definir grandes zonas de uso común o colectivo (reservas forestales, parques, etcétera) fueron la justificación de esta ley, que junto con sus decretos reglamentarios, puso en marcha un esfuerzo colectivo por redefinir el uso del suelo en los municipios a través de la expedición y aprobación de los programas de ordenamiento territorial (en lo sucesivo POT) con una vigencia de nueve años.

Bernal (1998) afirmó que una de las críticas más fuertes a estas leyes de Colombia, es que no regulan con suficiencia los derechos de propiedad de la tierra debido a la baja participación de las autoridades locales en los cabildos, consejos municipales de desarrollo rural. El mismo autor reconoce que en Colombia, pese a la existencia de legislación, se ha dificultado el desarrollo de una política de reforma agraria vinculada al entorno institucional, ya que no se regulan los derechos de propiedad, y porque los costos de transacción de las tierras ejidales son elevados. Sugirió como medida preventiva la incorporación del impuesto predial rural, justamente como forma de vinculación entre ejidos y gobierno.

García, Sarmiento & Oyola en *Incorporación de áreas de expansión a suelos urbanos frente a los planes parciales* (2017) consideran en los planes parciales a propietarios de terrenos ubicados en zona de expansión urbana como una figura relevante para efectos de ser urbanizados y coinciden definiendo tres tópicos, para lograr un desarrollo sostenible e incluyente de nuestras ciudades:

1. Contar con un plan de ordenamiento territorial (POT).
2. Promover la accesibilidad y la inclusión de diversas actividades urbanas compatibles con densidades sostenibles, incluyendo áreas de expansión.
3. Dar un tratamiento integral a los recursos hídricos, que se reduzcan los riesgos que provocan los fenómenos naturales y blindar las zonas de protección.

Especial importancia reviste en este rubro la revisión de la bibliografía internacional, en donde notamos que se requieren recursos cartográficos de mayor escala, y también incorporar a los planes distritales el tema de la tenencia de la tierra como eje prioritario.

Finalmente, en este apartado mencionamos que la escala a la que trabajamos es una escala puntual local, por ello se ilustra con las fotografías de cada sitio; las bases de datos



fueron trabajadas en el software ArcGIS, y permiten una consulta puntual, con las medidas reales en campo. Su representación en mapas está a escala 1:20,000 para que sean visibles los hallazgos; sin embargo, se representa el detalle de datos de susceptibilidad con fotografías que ilustran en cada mapa el punto descrito en campo, de tal forma que las autoridades y otros usuarios interesados puedan tomarlas como base para medidas de planeación o preventivas.

## **2.7. Desarrollo urbano y la gestión prospectiva del riesgo en México**

En México también hay ejemplos de cómo se han expandido sin control las manchas urbanas, a pesar de los esfuerzos en su regulación. Precado (1996) menciona que en México los megaproyectos urbanos han traído consecuencias ambientales entre las que destacan la pérdida de flora y fauna nativas y de los mantos acuíferos, la desviación de los ríos, la falta de agua en los nuevos desarrollos urbanos ubicados en los cinturones de crecimiento de las ciudades y el sobreuso del suelo en zonas de alto riesgo. Así mismo, esta discontinuidad en el trazo urbano genera nuevas necesidades de energía y servicios, y aunque los constructores la ven como áreas de oportunidad para invertir, estos espacios se vuelven zonas emergentes de cambios urbanos, más aún en época electoral, cuando la tierra entra en la mercadotecnia política.

Corona (2020, pág. 69) afirma que el crecimiento de la mancha urbana en la Ciudad de México y los instrumentos de ordenamiento territorial revelan que la capital del país sigue demandando suelo y que solo quedan espacios de crecimiento en la periferia sur, no obstante que en esa zona se han afectado los recursos naturales, como los suelos de las zonas de conservación, pese a que están previamente determinados en las unidades de gestión ambiental por los instrumentos normativos de la Ciudad de México:

El suelo de conservación es un tipo de área creada el 5 de octubre de 1992 destinada a la conservación ecológica por los bienes y servicios ambientales que brinda a la ciudad; desde su creación se ha visto afectada por el crecimiento urbano. Abarca parte del territorio de los municipios de Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco, Tláhuac e Iztapalapa, y cubre totalmente a Milpa Alta. También comprende el Cerro de la Estrella y la Sierra de Guadalupe, así como partes de Gustavo A. Madero en aquellas planteadas para la conservación y protección. Para el 2005, la delegación Gustavo A. Madero ya había cubierto el 100% de sus áreas de

aprovechamiento, e Iztapalapa, Tláhuac y Álvaro Obregón rebasaron el 50%. En 2015, Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Tláhuac alcanzaron el 90% y Magdalena Contreras el 60%. De entre éstas cabe destacar a Álvaro Obregón y Magdalena Contreras, ya que más del 60% de su superficie estipulada para la protección ha quedado invadida por los asentamientos humanos; lo mismo ha sucedido con la superficie de conservación, aunque en una proporción menor (alrededor de 10%). (Corona, 2020, pág. 63).

Calvillo (2020) afirma que las reservas territoriales juegan un papel importante como proveedoras de espacios para el crecimiento de los centros de población. Desafortunadamente, en México esta expansión se ha dado a expensas de tierras agrícolas y del régimen ejidal, debido al anterior acaparamiento de la tierra con posibilidades urbanas.

En cuanto a los escenarios urbanos y su relación con la gestión prospectiva del riesgo, especialmente los asociados a fenómenos hidricos, Molina (2014) afirma que el patrón de ocupación que siguen actualmente las ciudades mexicanas contradice y afecta directamente el desarrollo urbano.

En México, el diseño y/o modelado de escenarios urbanos con enfoque de gestión de riesgos hidricos se ha abordado desde “gabinete”. Por ejemplo, en Tuxtla Gutiérrez, si bien el programa de ordenamiento territorial es una herramienta de planeación y gestión del territorio que se sustenta en instrumentos jurídicos concretos, deja a la deriva las zonas periféricas del crecimiento urbano, que es justamente en donde los asentamientos humanos se expanden y en donde existen diferentes usos de suelo no regulados, que antes fueron agrícolas, luego pasaron a ser de vivienda y otros se convertirán en área industriales por su conexión con otros municipios. Y se dice que están a la deriva, porque la especulación de la tierra en zonas ejidales está vinculada a una falta de aplicación de los reglamentos: al ser un territorio sin servicios los costos son bajos comparados con otros puntos de la ciudad.

Los que eran los propietarios ejidales originales (tema abordado en las entrevistas dirigidas a servidores públicos) han dejado de serlo y son los nuevos propietarios, algunos de ellos sus familiares, quienes realizan la venta del predio sin los procesos regulatorios ante las autoridades. (Ruiz Rivera, 2013). Pareciera que esas ventas que se anuncian con cartulinas no son un problema, cuando en la realidad evidencian que hay una presión por ocupar el suelo

ejidal, que impacta el medio ambiente cuando realizan las lotificaciones sin respetar las áreas hidráulicas.

Otra variable que es importante visibilizar para comprender la susceptibilidad de la zona está relacionada con la movilidad de la población. En la zona de estudio solo observamos una vialidad primaria, la calzada Emiliano Zapata, que dirige el tránsito hacia el norte, al boulevard Belisario Domínguez, y hacia el sur, al Nuevo Libramiento Sur. Los trazados de las colonias están *lotificados* con el esquema de “plato roto” —decía en la entrevista la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano—. Las vialidades están creciendo sin la planeación que estipulan justamente los instrumentos normativos, en términos de las vías de comunicación necesarias para el crecimiento futuro, con una planeación con la mira puesta en los riesgos y en las rutas de evacuación y de llegada de vehículos de emergencia.

Sánchez, Casado y Bocco (2013) reconocen que Ley General de Asentamientos Humanos, emitida por primera vez en 1976, y que se encarga de los planes de desarrollo urbano, municipal y ordenamientos territoriales, y la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, reguladora de ordenamientos ecológico-territoriales desde 1988, no están articuladas para la coordinación de las políticas; el ordenamiento territorial en términos de asentamientos humanos está supeditado al ordenamiento ecológico territorial. ¿Y el suelo ejidal en dónde queda? Sánchez et al. refieren una ausencia del ordenamiento ecológico comunitario, utilizado para ejidos y comunidades forestales; mencionan que incluso se cuenta con un manual de ejecución elaborado por la Comisión Nacional Forestal. Dicho manual contempla la participación de los actores sociales, se basa en unidades campesinas de terreno y uso del suelo que pueden ser consensuadas en campo, y, a partir de allí, pueden ser utilizadas para evaluar su aptitud o uso vocacional. Sin embargo, la cuestión es: ¿a quién le toca aplicarla o replicarla?

Azuela (2013) expone que uno de los desafíos en el ordenamiento ecológico territorial son las atribuciones del orden municipal, ya que al ser asentamientos que recaen en núcleos agrarios se rigen por la Ley Agraria, la cual no cuenta con un enfoque de riesgos hídricos ya que se cuenta con pocos equipos de estudio para el diagnóstico natural, socioeconómico, y en los resultados del diagnóstico no hay propuestas prospectivas del riesgo (de acuerdo con entrevista con el responsable del RAN). Gutiérrez Chaparro considera que el modelo de atención territorial “está basado en la certeza de que es posible planificar la ciudad a partir de

controlar su forma física, sin considerar su complejidad, dinámica y tamaño en asociación con los factores económicos, políticos y sociales que subyacen en el desarrollo urbano”. (2009, pág. 509).

Ahora bien, respecto a la Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (SEDATU, Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial, 2021) y el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial (2021), la gestión prospectiva del riesgo tiene un horizonte de planeación a corto plazo, con metas en el 2024. Ambos documentos plantean fortalecer la gestión integral de riesgo en las legislaciones estatales; inclusive el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT) reconoce que únicamente los estados de Guerrero, Nuevo León, Puebla y Sonora han incorporado en sus legislaciones el ordenamiento territorial y desarrollo urbano para evitar o disminuir la exposición de los asentamientos humanos a condiciones de riesgos y reducir su vulnerabilidad. La reciente Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial (ENOT) por su parte cuestiona las facultades que corresponde a cada esfera de gobierno y si acaso cuentan con herramientas y recursos económicos para la elaboración de instrumentos de ordenamiento territorial. La ENOT registra que una de las mayores debilidades es la poca colaboración entre los actores, y que la concurrencia de los ordenamientos se basa en convenios, que solo quedan en mesas de coordinación sin resultados visibles en el territorio. Los retos que ambos instrumentos lanzan a los gobiernos estatales y locales recaen en la meta 16, que busca ciudades compactas con urbanización inclusiva y participativa; en la meta 17, que busca conseguir instrumentos de ordenamiento territorial al menos en 60% de las ciudades del país, y finalmente, en la meta 19, que puntualmente es de interés para la investigación, pues se enfoca a instrumentos de gestión integral de riesgos para que las ciudades fortalezcan su capacidad de adaptación a los riesgos de desastres relacionados con fenómenos naturales. La meta es que 100% de los municipios cuenten con instrumentos de ordenamiento territorial en donde se reconozcan las vulnerabilidades sociales e incorporen medidas relativas al cambio climático. Esto se lee muy bien, pero a la vez también hay un reto grande: fortalecer la gobernanza en los procesos de ordenamiento territorial a través de un mejor diálogo con los habitantes de los territorios rurales.

El actual gobierno federal se esfuerza en la armonización e integración de los instrumentos de OT y OE a escala estatal, municipal, metropolitana y comunitaria, con la

política nacional de OT. La realidad es que durante muchos años esto no se ha llevado a la práctica, al menos en esta parte de la República Mexicana. El motivo es que nuestro crecimiento poblacional supera toda planeación; al haber mayor población existe la necesidad de vivienda, por lo que se construye en los alrededores de los centros urbanos y posteriormente se solicitan los servicios, sin importar en dónde se haya construido. Las administraciones se han visto rebasadas y ahora solo se dedican a suministrar servicios a lo que ya está construido, por esto es importante este estudio, en donde ponemos de manifiesto que en el horizonte de la planeación del crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez no hay un plan efectivo para su desarrollo y que, por ende, se está construyendo socialmente el riesgo. Hemos enfocado nuestra investigación en lo que actualmente sucede y en las carencias: regulación, seguimiento y aplicación de la reglamentación vigente para que no se construya el riesgo y pueda fomentarse el desarrollo sustentable.

## **2.8. El suelo social en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas**

En el Programa de Desarrollo Urbano (PDU) se define el uso del suelo a corto, mediano y largo plazo; sin embargo, en sus atributos físicos no se considera el respeto a los cauces de los arroyos y afluentes de las áreas hidrográficas (micro y nano cuencas). Por ejemplo, dentro del PDU no se ubicó el espacio que ocupa actualmente el basurero municipal, el cual se localiza en la Nueva Tuxtla. Otro ejemplo son las áreas de extracción de materiales, las cuales están como espacios de desarrollo tipo industrial, pero se carece de controles para sus contaminantes y el crecimiento urbano llega hasta esas zonas, por lo que las nuevas construcciones y sus habitantes serán severamente afectados porque no hay un cinturón que delimite y detenga el crecimiento de la mancha urbana, que es previsible ocupe los terrenos adyacentes a los bancos de extracción de materiales y al relleno sanitario.

Aunado a estos detalles del instrumento normativo, no se ha tomado en cuenta la especulación sobre el suelo ejidal, que por años ha fungido como forma de presión para regularizar espacios que actualmente, e incluso desde décadas atrás, ya han sido ocupados por asentamientos humanos y que carecen de algunos o de todos los servicios municipales.

En un esfuerzo por concretar acciones conjuntas para la regularización del suelo ejidal, el 24 de junio de 2019, el Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez creó el Comité Interinstitucional para la Regularización de la Propiedad Social de Asentamientos Humanos Irregulares en



Tierras Ejidales. El objetivo era fomentar los mecanismos legales y administrativos que permitan sustentar los programas de regularización de tierras en propiedad social. Indispensable en este esfuerzo es la comunicación y participación de los tres órdenes de gobierno y de la autoridad ejidal, pero en las primeras sesiones los ejidatarios opusieron resistencia y no acudieron, hasta que finalmente se pudo definir a un representante de los ejidos que estuviera de forma permanente en la mesa. Sin embargo, el comité sesiona en forma esporádica, y desde la fecha de su creación hasta antes de la pandemia, no había cumplido con las metas que establece el mismo lineamiento, específicamente la de generar productos cartográficos para mejorar la toma de decisiones con enfoque de gestión integral de riesgos.

Otro elemento de análisis en el suelo social que se estudia es la construcción del Nuevo Libramiento Sur, que se convirtió en un corredor urbano y detonó aún más la especulación sobre las tierras ejidales. La planeación debe ocurrir antes que el desarrollo urbano, pero es notorio que Tuxtla Gutiérrez no ha crecido así. Por ejemplo, el PDU sugiere las densidades, pero no hay un documento que especifique los usos de suelo. Esta función de desarrollo urbano debería ejecutar previamente la planeación y luego administrar los espacios; sin embargo, en la Nueva Tuxtla prevalece la tendencia a colonizar un área primero, aunque no esté precisamente destinada a uso habitacional.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Abordamos la presente investigación en la zona de estudio denominada Nueva Tuxtla, en la parte sur poniente del municipio de Tuxtla Gutiérrez, coordenadas  $93^{\circ} 11' 43.996''$  longitud O, y  $16^{\circ} 42' 3.677''$  latitud N. Colinda al sur con el municipio de Suchiapa, al oeste con el de Ocozocoautla de Espinosa y al sur poniente con el de Berriozábal.

Tuxtla Gutiérrez tiene una población de 598,710 habitantes, de los cuales 27,516 se asientan en la zona de estudio, por lo que ya cuenta con viviendas e infraestructura carretera incipiente (INEGI, 2017, pág. 10). El área de estudio es de 8,921 ha, consideradas dentro del Programa de Desarrollo Urbano como zona de crecimiento futuro en tres fases: corto, mediano y largo plazo. Atraviesa esta superficie el arroyo El Sabinalito, con dirección poniente-oriental y una longitud de 19,320 m (Tabla 1).

**Tabla 1.** Área de estudio y unidades de análisis en ha.

| Concepto de estudio                                                      | Unidad   |
|--------------------------------------------------------------------------|----------|
| Arroyo El Sabinalito                                                     | 19,320 m |
| Área de la zona de estudio                                               | 8,921 ha |
| Perímetro de la zona de estudio                                          | 48,715 m |
| Unidad de análisis para los fenómenos de inundaciones y remoción en masa | 2,909 ha |

### 3.1. Diseño de la investigación

El enfoque de nuestra investigación fue mixto porque aun cuando la investigación tiene un gran número de variables cuantitativas, también se recolectaron datos y se hicieron análisis cualitativos, necesarios para integrar y discutir en forma conjunta. En la fase cuantitativa, el diseño de la investigación abordó la causa-efecto en forma experimental y de correlación, la técnica utilizada fue cartográfica con base en sistemas de información geográfica y una técnica descriptiva-correlacional.

En el estudio cuantitativo la unidad de análisis se corresponde con el tipo de afectación. Para analizar las modificaciones a los cauces naturales y la susceptibilidad a inundaciones, levantamos 160 puntos de trabajo de campo equivalentes a 1,518 ha para obtener una representación porcentual de 52% con respecto al área de estudio. Para analizar la afectación que pudiera ocasionar el fenómeno de remoción en masa, levantamos 96 puntos en campo, equivalentes a 78% de representación porcentual sobre la misma área de estudio (Tabla 2).

**Tabla 2.** Representación del estudio de campo porcentual por tipo de afectación.

| REPRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE CAMPO POR TIPO DE PELIGRO |                  |           |                   |               |     |
|---------------------------------------------------------|------------------|-----------|-------------------|---------------|-----|
| Etapas del crecimiento urbano                           | Afectación       | Área (HA) | Puntos de control | Polígono (HA) | (%) |
| Corto, mediano y largo plazo                            | Inundaciones     | 2909      | 160               | 1518          | 52  |
| Corto, mediano y largo plazo                            | Remoción en masa | 2909      | 96                | 1518          | 78  |

Para obtener datos por etapas de crecimiento subdividimos el área de estudio de tal forma que la información nos permitiera un análisis detallado de las condiciones naturales en las zonas que aún no están impactadas, así que, de los 160 puntos de verificación en campo para el fenómeno de inundaciones, 525 ha fueron de la etapa de crecimiento a corto plazo; 969 ha corresponden a mediano plazo y finalmente 1,415 ha corresponden al crecimiento a largo plazo. (Tabla 3).

**Tabla 3.** Porcentaje de estudio por el fenómeno de inundación.

| REPRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE CAMPO POR PELIGRO DE INUNDACIONES |             |                   |                |           |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|----------------|-----------|
| Crecimiento PDU                                                 | Área (Ha)   | Puntos de control | Polígonos (Ha) | (%)       |
| Corto plazo                                                     | 525         | 15                | 185            |           |
| Mediano plazo                                                   | 969         | 81                | 730            |           |
| Largo plazo                                                     | 1415        | 64                | 603            |           |
| <b>Total crecimiento urbano</b>                                 | <b>2909</b> | <b>160</b>        | <b>1518</b>    | <b>52</b> |

Para la unidad de análisis correspondiente al fenómeno de remoción en masa, de igual forma subdividimos las áreas de estudio en 96 puntos de control, de los cuales 36 correspondieron al crecimiento a corto plazo, 44 a la expansión a mediano plazo y 16 puntos a la etapa de crecimiento a largo plazo (Tabla 4).

**Tabla 4.** Porcentaje de estudio por fenómeno de remoción en masa.

| <b>REPRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE CAMPO POR PELIGRO DE REMOCIÓN EN MASA</b> |                  |                          |                       |            |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------|------------|
| <b>Crecimiento PDU</b>                                                     | <b>Área (Ha)</b> | <b>Puntos de control</b> | <b>Polígonos (Ha)</b> | <b>(%)</b> |
| Corto plazo                                                                | 525              | 36                       | 362                   |            |
| Mediano plazo                                                              | 969              | 44                       | 792                   |            |
| Largo plazo                                                                | 1415             | 16                       | 1128                  |            |
| <b>Total crecimiento urbano</b>                                            | <b>2909</b>      | <b>96</b>                | <b>2282</b>           | <b>78</b>  |

### 3.2. Construcción de variables

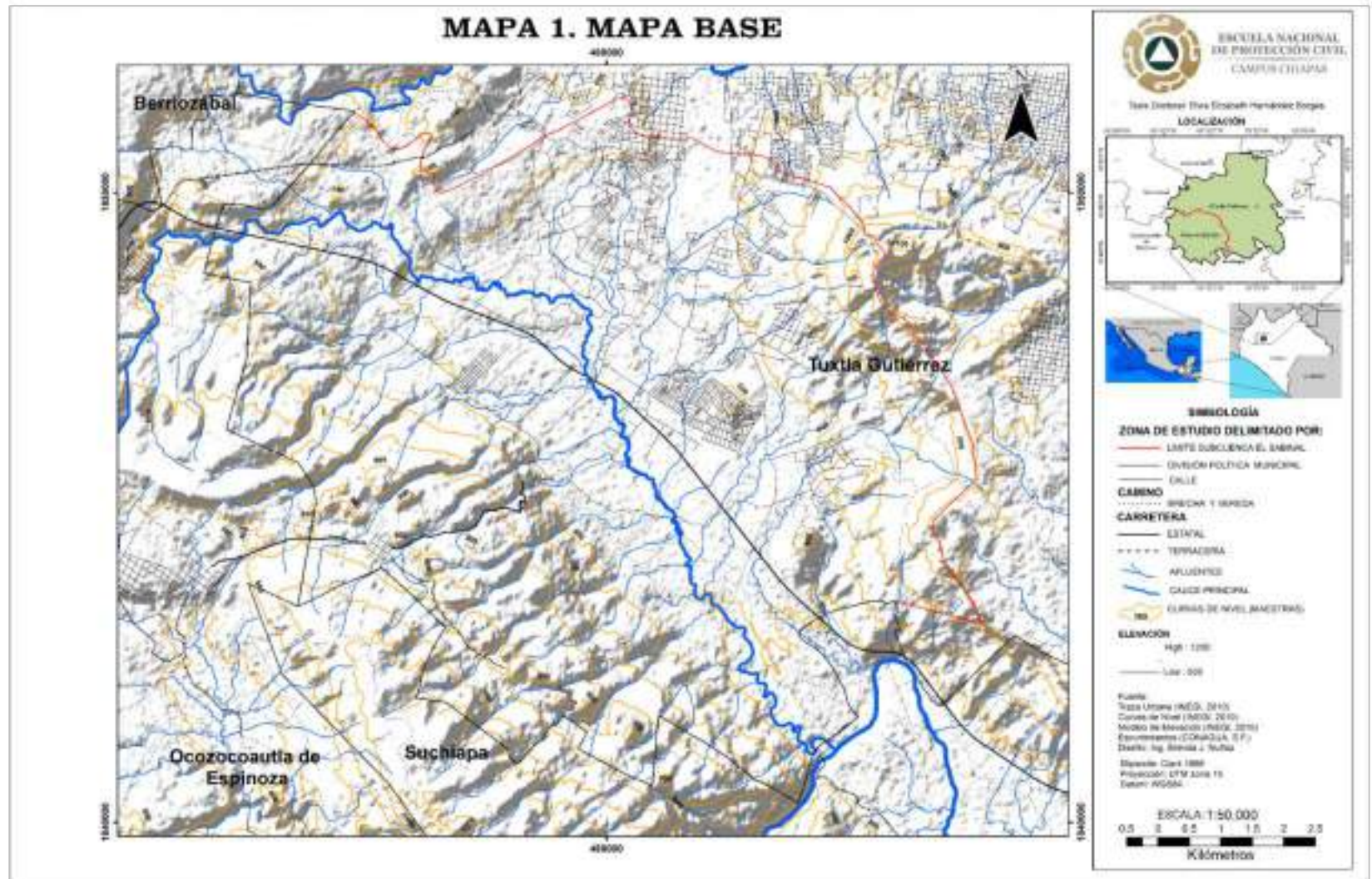
Con el objeto de definir los elementos naturales de la Nueva Tuxtla revisamos información existente en fuentes como INEGI, CONAGUA, Atlas de Peligros y/o Riesgos, y utilizamos información de sistemas de información geográfica. Creamos los criterios para seleccionar los sitios de levantamiento de información en campo, a partir de las variables de población, número de ejidos, uso de suelo y vegetación, edafología, geología, pendiente del terreno, densidad del drenaje, histórico de precipitaciones y áreas hidrográficas urbanas. Por cada variable generamos un mapa de identificación para realizar el análisis correlacional de los siguientes aspectos: intersección de calles, infraestructura carretera, asentamientos humanos y modificaciones a la capacidad hidráulica del arroyo.

Con los elementos anteriormente descritos, elaboramos el Mapa 1, Mapa Base de la zona de estudio, en el que se pueden identificar los escurrimientos perennes e intermitentes que confluyen hacia el arroyo El Sabinalito. Se identificó el parteaguas de los escurrimientos a partir de la proyección de las pendientes, y las etapas de crecimiento urbano. La función de este mapa base es contrastar el recorrido de campo con el avance de la mancha urbana y las zonas de susceptibilidad debido a la obstrucción de los escurrimientos.

La discrepancia que hay entre algunos mapas y su número ordinal en esta investigación obedece a que son parte de un conjunto ordenado mayor que no fue utilizado en su totalidad; como se dijo arriba, las amenazas de inundación y de remoción de masa no se presentan en todo el territorio estudiado, así que esos saltos entre mapas no contiguos entre sí se deben a la falta de una u otra amenaza en el territorio que cada mapa representa.



Mapa 1. Mapa base de la zona de estudio.



Con el propósito de determinar los elementos naturales del territorio denominado como la Nueva Tuxtla, revisamos las variables: población, número de ejidos, pendientes del terreno, geología, edafología, uso del suelo, vegetación, densidad del drenaje y precipitación pluvial acumulada en contraposición con elementos de infraestructura vial, asentamientos humanos y modificaciones a la capacidad hidráulica de los escurrimientos identificados en el mapa base (Figura 7). A continuación, se describe cada variable:

**Figura 7.** Variables para el análisis descriptivo correlacional del fenómeno de inundaciones.



### 3.2.1. Población

La zona de estudio cuenta con 27,516 habitantes. Con ayuda de instituciones como SMAPA, ICIMPLAM, Dirección de Tenencia de la Tierra, Protección Civil Municipal, Secretaría de Desarrollo Urbano y el INEGI logramos recopilar la información de las colonias, además realizamos un recorrido de campo para verificarlas, levantando puntos con navegador GPS. Es importante mencionar en este punto que, pese a que pedimos por escrito a las dependencias mencionadas la información correspondiente a los asentamientos humanos en la Nueva Tuxtla, no logramos concretar en gabinete una base de datos fidedigna, por lo que usamos el programa



Google Maps para trazar las colonias que no estaban registradas. En total localizamos en el mapa 52 colonias, las que a continuación detallamos.

**Tabla 5.** Relación de colonias y fraccionamientos identificados en la Nueva Tuxtla.  
Fuente: ICIPLAM. Ejidos en regularización.

| TIPO          | NOMBRE                    | FUENTE                   | TIPO           | NOMBRE                               | FUENTE                   |
|---------------|---------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 1 Fracc.      | Al pie del cañón          | Tenencia de la Tierra    | 27 Colonia     | Las Margaritas                       | INEGI                    |
| 2 Colonia     | Alianza Popular Laborante | Tenencia de la Tierra    | 28 Fracc.      | Linda Vista                          | INEGI                    |
| 3 Colonia     | Alianza Popular           | Google Maps              | 29 Colonia     | Loma Bonita                          | Tenencia de la Tierra    |
| 4 Fracc.      | Bicentenario              | Ordenamiento Territorial | 30 Invasión    | Lomas del Sereno                     | INEGI                    |
| 5 Fracc.      | California                | Ordenamiento Territorial | 31 Fracc.      | Mactumatzá                           | INEGI                    |
| 6 Residencial | Campaña Residencial       | SMAPA                    | 32 Fracc.      | Monte Araba                          | Ordenamiento Territorial |
| 7 Fracc.      | Candelaria                | Ordenamiento Territorial | 33 Colonia     | Montecristo                          | Google maps              |
| 8 Colonia     | CCI                       | INEGI                    | 34 Colonia     | Nueva Jerusalén                      | INEGI                    |
| 9 Fracc.      | Chiapas Bicentenario      | Ordenamiento Territorial | 35 Colonia     | Nuevo Amanecer de Sábines            | Tenencia de la Tierra    |
| 10 Fracc.     | Colina Universidad        | Ordenamiento Territorial | 36 Fracc.      | Pedregal Campestre (La Cañada)       | Ordenamiento Territorial |
| 11 Fracc.     | Colinas del Rey           | INEGI                    | 37 Colonia     | Pluma de Oro                         | Tenencia de la Tierra    |
| 12 Colonia    | Cuchilla Santa Rosa       | Tenencia de la Tierra    | 38 Fracc.      | Real del Bosque (Sección Bonanza)    | Tenencia de la Tierra    |
| 13            | Desarrollo                | SMAPA                    | 39 Fracc.      | Real del Bosque                      | INEGI                    |
| 14            | Desarrollo                | SMAPA                    | 40 Colonia     | Rivera del Carmen                    | SMAPA                    |
| 15 Fracc.     | El Cigres                 | INEGI                    | 41 Fracc.      | San Andrés                           | Ordenamiento Territorial |
| 16 Colonia    | El Cuartel                | Tenencia de la Tierra    | 42 Colonia     | San José Mirador                     | Google maps              |
| 17 Colonia    | El Mangusto               | Google Maps              | 43 Colonia     | San José Terán                       | INEGI                    |
| 18 Colonia    | El Paraíso                | Google Maps              | 44 Fracc.      | San Pedro                            | SMAPA                    |
| 19 Colonia    | El Porvenir               | Tenencia de la Tierra    | 45 Fracc.      | Santa Isabel                         | Ordenamiento Territorial |
| 20 Fracc.     | Yaaxché                   | SMAPA                    | 46 Fracc.      | Santa Isabel II                      | Ordenamiento Territorial |
| 21 Fracc.     | Hangares                  | SMAPA                    | 47 Colonia     | Santa Lucía                          | Tenencia de la Tierra    |
| 22 Condominio | Horizonte San             | SMAPA                    | 48 Colonia     | Tierra Negra                         | Google maps              |
| 23 Fracc.     | Itaca                     | SMAPA                    | 49 Colonia     | Unidad Antorchista                   | SMAPA                    |
| 24 Fracc.     | La Loma                   | Ordenamiento Territorial | 50 Residencial | Villa Bonita                         | SMAPA                    |
| 25 Colonia    | La Reliquia               | INEGI                    | 51 Fracc.      | Villas del Carmen                    | Ordenamiento Territorial |
| 26 Fracc.     | Los Olivos                | Google Maps              | 52 Residencial | Vistas del Valle Residencial Quetzal | SMAPA                    |

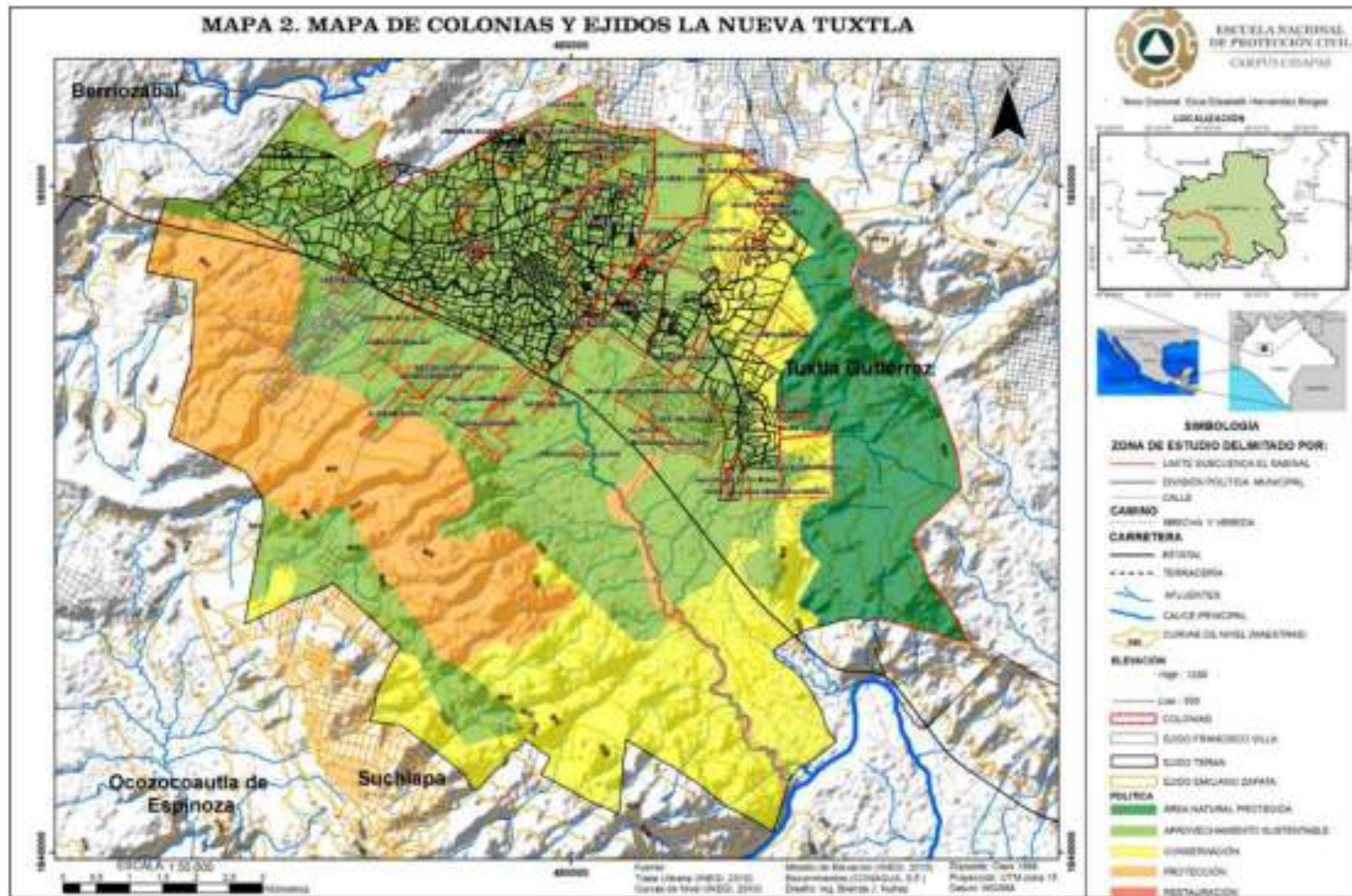
El Bando de Policía y Gobierno de Tuxtla Gutiérrez (2015) describe ocho zonas ejidales: Plan de Ayala, Terán, San José Terán, Copoya, El Jobo, Emiliano Zapata, Francisco I. Madero y Cerro Hueco; tres de ellas están en la zona de estudio, lo que implica el cambio de uso de suelo de agropecuario a habitacional.

En la Nueva Tuxtla hay zonas con regularización como son los ejidos de: Terán, 1,520 polígonos con un área de 2,776 ha; Francisco Villa, con 159 polígonos de ejidos en regularización y un total 127 ha. Estos datos los obtuvimos de la Dirección de Tenencia de la Tierra<sup>10</sup>, lo que nos permitió elaborar el Mapa 2, Colonias y ejidos de Tuxtla Gutiérrez e identificar en la fase de recorrido de campo las zonas en las que el crecimiento urbano ha invadido o reducido cauces, de tal forma que obtuviéramos las coordenadas precisas de las zonas de susceptibilidad.

---

<sup>10</sup> Oficio SGA/DTT/AF/00690/2020, fecha 20 de enero del 2020.

**Mapa 2.** Mapa de colonias y ejidos en la Nueva Tuxtla, información base para el trabajo de campo en zonas de susceptibilidad.

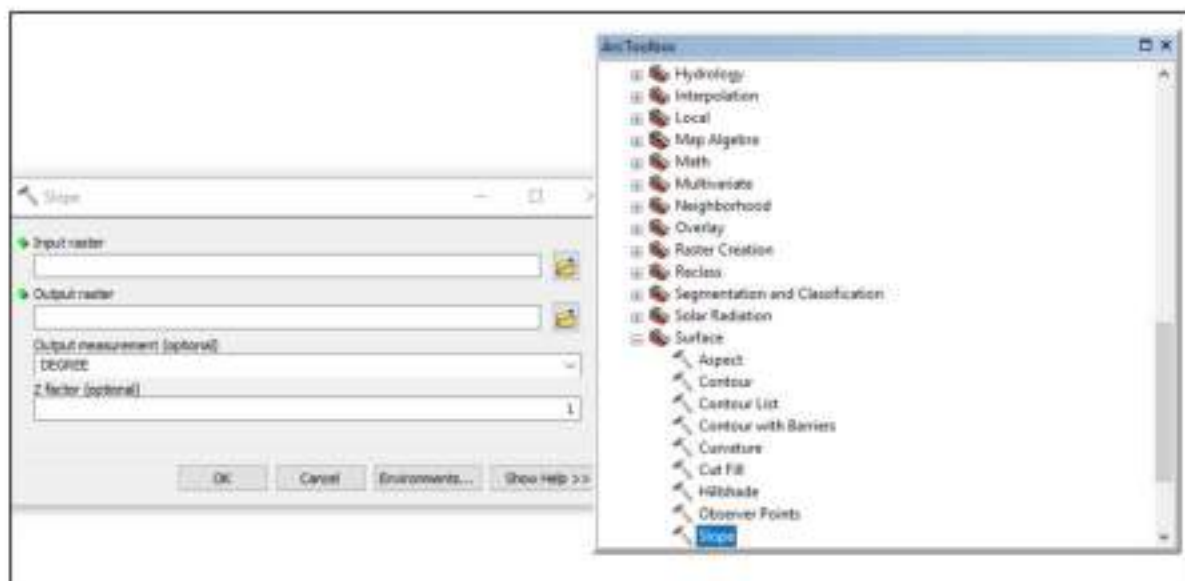




### 3.2.2. Pendiente del terreno

Para realizar el mapa de pendiente utilizamos un Modelo de Elevación Digital (MDE) con una resolución de 12.5 m. El procesamiento de los datos lo realizamos en el programa ArcGIS con una clasificación de Natural Breaks<sup>11</sup> y obtuvimos cinco intervalos de pendientes. Utilizamos la extensión de Spatial Analyst Tools con la herramienta de Surface, y la opción de Slope (Figura 8), con esta herramienta nos fue posible calcular la pendiente del territorio y podemos expresar el resultado en grados o porcentajes. (Mancebo et al., 2008).

**Figura 8.** Herramienta Slope, su ubicación dentro del programa de ArcGIS.



Una vez obtenido el ráster<sup>12</sup> realizamos una clasificación con el software de ArcGIS versión 10.5, cambiando sus propiedades con una simbología Natural Breaks que nos dio cinco rangos, con lo cual se definió que en la Nueva Tuxtla predominan pendientes de 0°.

<sup>11</sup> Tomado de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/mapping/layer-properties/data-classification-methods.htm>

<sup>12</sup> Concepto que se refiere a una matriz de celdas, según <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>

Mejoramos con esto nuestra comprensión de los cambios de pendiente que hay en la zona de estudio. La pendiente es una de los condicionantes que provocan los procesos de remoción en masas, de aquí nuestro interés por conocer y establecer el grado de la pendiente que se tiene: en la zona de estudio que es la Nueva Tuxtla se encontraron los siguientes rangos de las pendientes (Mapa 3):

- $0^{\circ}$  a  $5.7^{\circ}$
- $5.7^{\circ}$  a  $10.8^{\circ}$
- $10.8^{\circ}$  a  $17.8^{\circ}$
- $17.8^{\circ}$  a  $29.2^{\circ}$
- $29.2^{\circ}$  a  $60.7^{\circ}$

**Mapa 3.** Pendiente de terreno. Este mapa sirve de base para determinar los 5 rangos de pendientes encontrados en la zona de estudio.



### 3.2.3. Geología

La geología de la región de Tuxtla Gutiérrez está compuesta por un porcentaje 11.97 de limolita-arenisca del Cenozoico, en un área de 1,636.12 ha. De la misma era, también encontramos 4.89% de lutita-arenisca y 20.79% de suelo aluvial. Del Mesozoico encontramos 25.15% de rocas de caliza, y 37.2% de roca caliza-lutita. (Mora y otros, 2015, pag. 13) (Mapa 4).

En lo que respecta a la Nueva Tuxtla el tipo de roca con presencia en mayor porcentaje es el de caliza-lutita, con 59.46%, seguido de lutita-areniza, con 15.44% (Tabla 6).

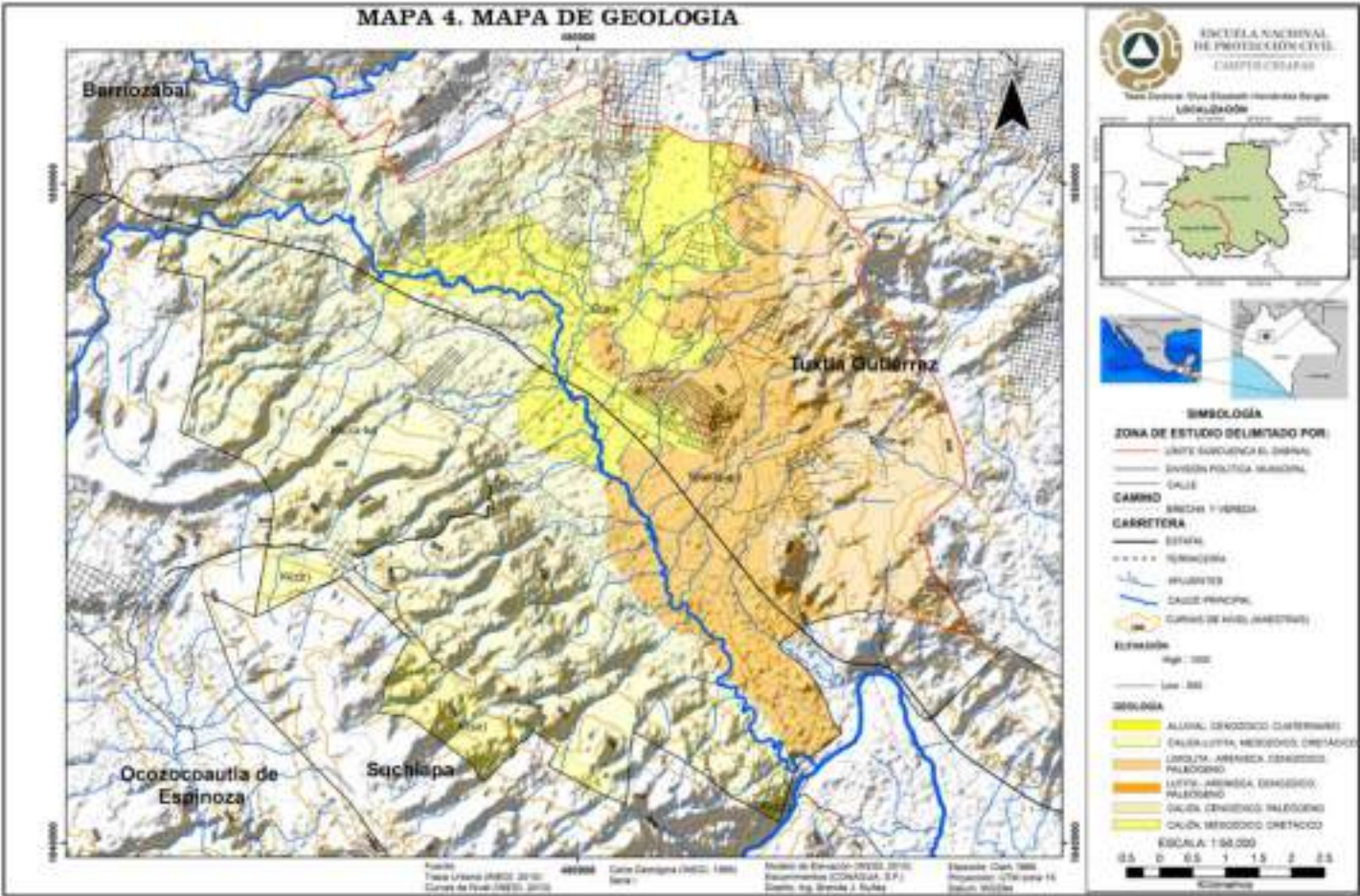
**Tabla 6.** Tipo de geología en la Nueva Tuxtla (Mora y otros, 2015).

| TIPO DE ROCA      | ERA       | ÁREA _ (ha) | PORCENTAJE (%) |
|-------------------|-----------|-------------|----------------|
| Caliza            | Cenozoico | 124.41      | 1.59           |
| Caliza            | Mesozoico | 324.6       | 4.14           |
| Limolita-Arenisca | Cenozoico | 355.06      | 4.53           |
| Aluvial           | Cenozoico | 1161.67     | 14.84          |
| Lutita-Arenisca   | Cenozoico | 1208.1      | 15.44          |
| Caliza-Lutita     | Mesozoico | 4649.93     | 59.46          |

Los tipos de rocas descritos en la Tabla 6, forman parte de otra de las variables que consideramos para revisar la susceptibilidad de la zona de estudio al fenómeno de remoción en masa. Pueden verse estos elementos geológicos de la zona de estudio en el Mapa 4, en presentación topográfica.



**Mapa 4.** Geología (Mora et. al., 2015) identifica los tipos de roca predominante en la zona de estudio.





### 3.2.4. Edafología

Una parte sustantiva para el análisis de susceptibilidad es la variable de edafología, que nos muestra las características morfológicas, físicas y químicas del suelo.

Tuxtla Gutiérrez está compuesta por los siguientes tipos de suelo (Tabla 7):

- 29.50 % de leptosol.
- 0.0027 % de feozem.
- 20.62 %; de regosol.
- 23.45 % de rendzina.
- 23.48 % de vertisol.
- y como zona urbana un porcentaje de 2.95%. (Mora y otros 2015, Mapa 5).

Es importante aclarar, que a partir de este mapa y los subsecuentes, para determinar la tasa de infiltración, se utilizó el método SCS (Pascual Aguilar & Díaz Martín, 2016) el cuál es recomendado utilizar para el cálculo en cuencas inferiores a 800 ha, así como en zonas que ya están pavimentadas o en su caso, áreas mixtas, con es el caso de la Nueva Tuxtla.

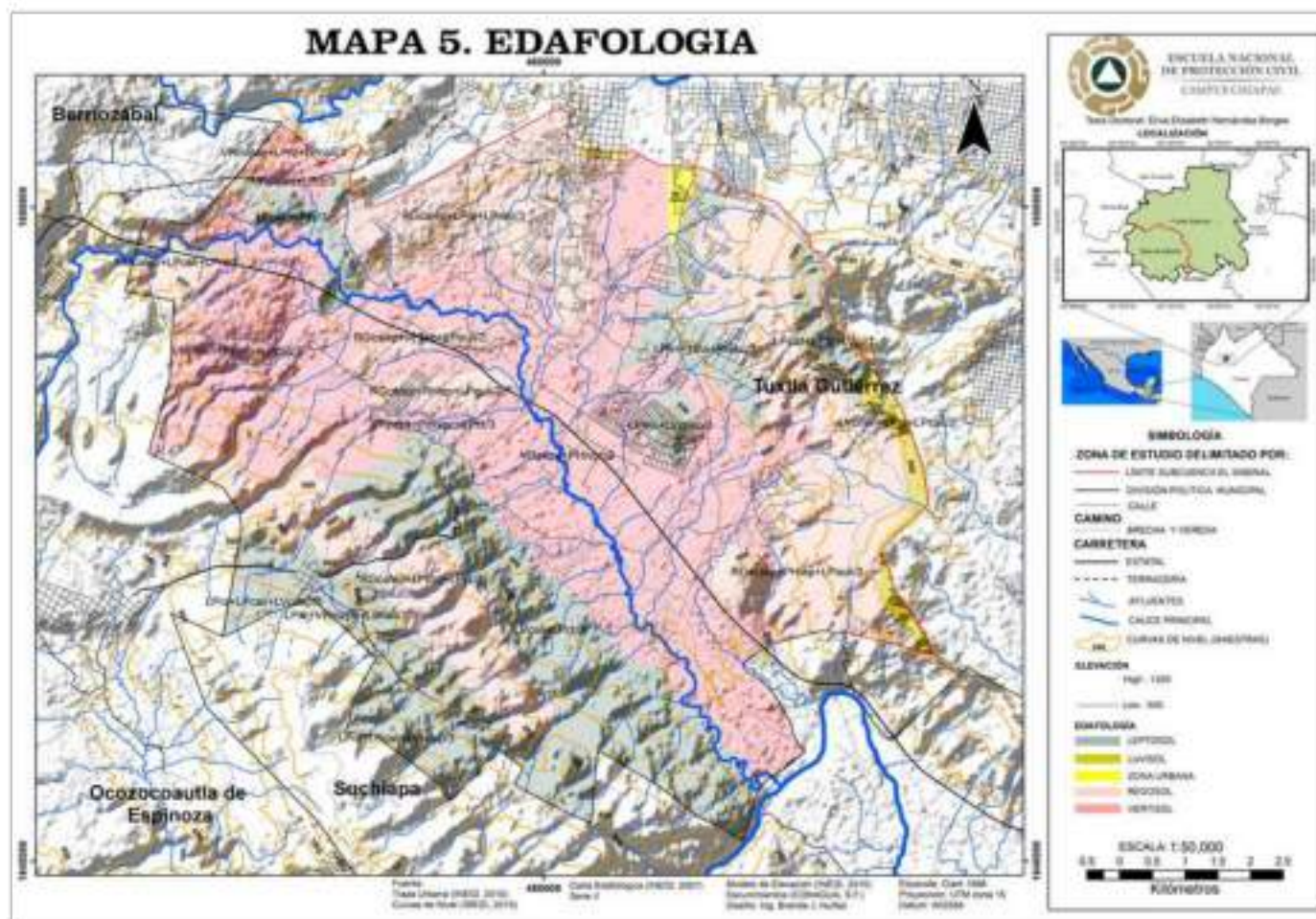
En la Nueva Tuxtla se encuentran suelos de leptosol, luvisol, zona urbana (NA), regosol y vertisol. (INEGI, 2007).

[http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/eda250s2gw.xml?\\_httpcache=yes&\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xsl&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/eda250s2gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no)

**Tabla 7.** Tipo de edafología en la Nueva Tuxtla, predominancia de tipo de suelo leptosol.

| CLAVE                  | NOMBRE    | GRUPO | ÁREA_HA | PERÍMETRO |
|------------------------|-----------|-------|---------|-----------|
| LPmo+LVcriep/3         | LEPTOSOL  | LP    | 67.45   | 3263.4    |
| LPcali+LPpz/3          | LEPTOSOL  | LP    | 142.27  | 8877.21   |
| LPcali+LPpz+LVcri/1    | LEPTOSOL  | LP    | 147.3   | 7950.94   |
| LPpz+VRmzpe+LPcali/3   | LEPTOSOL  | LP    | 190.25  | 11414.72  |
| LPpz+LPcali+LVcriep/3  | LEPTOSOL  | LP    | 191.1   | 10509.13  |
| LPli+PHha+RGew/3       | LEPTOSOL  | LP    | 243.82  | 13262.2   |
| LPcali/2               | LEPTOSOL  | LP    | 365.03  | 16105.84  |
| LPcali+LPpz/3          | LEPTOSOL  | LP    | 966.5   | 20275.1   |
| LVcrien+LPpz+LPcali/2  | LUVISOL   | LV    | 107.77  | 10468.31  |
| Zona Urbana            | NO APLICA | NA    | 44.09   | 4739.97   |
| RGcalep+PHlep+LPeuli/2 | REGOSOL   | RG    | 63.63   | 5627.02   |
| RGcalep+PHlep+LPeuli/2 | REGOSOL   | RG    | 93.69   | 5067.35   |
| RGcalep+LPpz+LPcali/3  | REGOSOL   | RG    | 696.22  | 15243.46  |
| RGcalep+LPcali+LPpz/2  | REGOSOL   | RG    | 773.77  | 26923.83  |
| RGeulep+PHlep+LPeuli/2 | REGOSOL   | RG    | 1123.06 | 24401.13  |
| VRmzlep+LPpz+LPcali/3  | VERTISOL  | VR    | 44.53   | 3031.62   |
| VRpelen+LPpz/3         | VERTISOL  | VR    | 96.67   | 7296.11   |
| VRpepc+PHlvpc+LPpz/3   | VERTISOL  | VR    | 406.06  | 22004.27  |
| VRpelen+PHlen+LPcali/3 | VERTISOL  | VR    | 848.71  | 16526.52  |
| VRpepc+PHlvpc/3        | VERTISOL  | VR    | 2309.7  | 42817.73  |

**Mapa 5.** Edafología, una de las variables consideradas para el análisis de susceptibilidad, presenta la distribución espacial y características morfológicas de la zona de estudio.



### 3.2.5. Uso de suelo y vegetación

En el municipio de Tuxtla Gutiérrez se puede observar una vegetación consistente en selva baja caducifolia, selva baja subperennifolia, vegetación secundaria de selva baja caducifolia, pastizal inducido, agricultura temporal y área urbana. (Mora y otros, 2015).

La Nueva Tuxtla cuenta con un área natural protegida (Cerro Mactumatzá), y con los seis tipos de vegetación arriba señalados, información que sirvió de base para que elaboráramos el mapa de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2012 ), actualizamos la información con una ortofoto de Tuxtla Gutiérrez (Paz Gálvez, Vuelo fotogramétrico en la zona de crecimiento de Tuxtla Gutiérrez, 2020) y con Google Earth versión 7.3.3.7699.

Los datos resultantes demuestran que la mayor parte de la zona de la Nueva Tuxtla tiene un uso agrícola (Tabla 8).

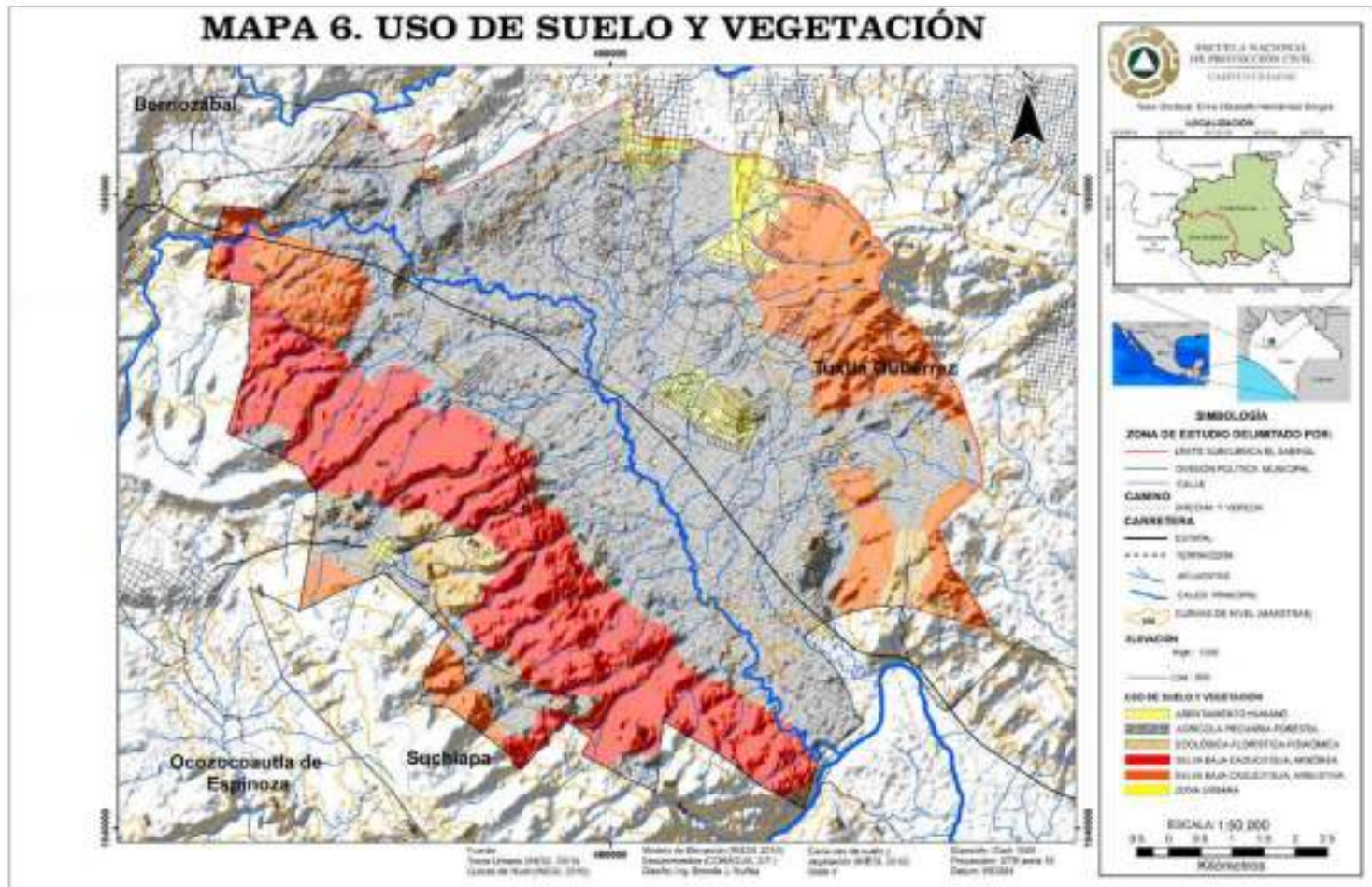
**Tabla 8.** Tipo de vegetación (INEGI, 2012).

| <b>TIPO DE VEGETACIÓN</b>         | <b>ÁREA_HA</b> |
|-----------------------------------|----------------|
| AGRÍCOLA-PECUARIA-FORESTAL        | 4146           |
| SELVA BAJA CADUCIFOLIA, ARBUSTIVA | 1912           |
| ASENTAMIENTOS HUMANOS             | 1506           |
| SELVA BAJA CADUCIFOLIA, ARBÓREA   | 1112           |
| PASTIZAL INDUCIDO                 | 243            |

La información del mapa base será contrastada con el recorrido de campo necesario para el mapa de susceptibilidad por inundaciones en la zona de estudio, ya que la modificación del uso de suelo es un factor detonante para incrementar la susceptibilidad.



Mapa 6. Uso de suelo y vegetación obtenido de INEGI (2012), con apoyo en ortofoto de Paz (2020).



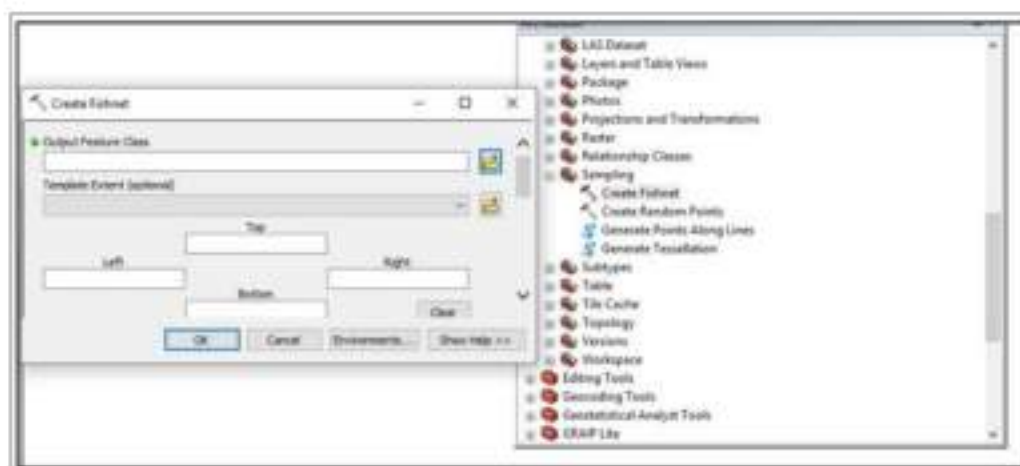


### 3.2.6. Densidad de drenaje

Otra de las variables para analizar la susceptibilidad en la zona de estudio, es la densidad del drenaje. Como afirman Cancino y otros (2018), la densidad del drenaje se entiende como los escurrimientos que tributan a una cuenca o subcuenca, y que revelan el régimen y morfología de ésta, relacionando la longitud con el curso del agua total.

Para realizar el mapa de densidad de drenaje utilizamos el programa de ArcGIS, más el *shape* de los escurrimientos en la zona de estudio proporcionado por CONAGUA mediante BOO.813.08.2-0255/2019, mediante trazo de la corriente visualizada en el simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL). A través de la extensión de Data Management Tools<sup>13</sup> y utilizando la herramienta de Sampling, con la opción de Create Fishnet (crear mallas) se generó una cuadrícula de 1 km<sup>2</sup> para el área de estudio.

**Figura 9.** Data Management Tools (herramienta de gestión de datos) mediante la opción de Create Fishnet (crear mallas), se generó cuadrícula de 1 km<sup>2</sup> para el área de estudio.



<sup>13</sup> Tomado de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/defense-mapping-toolbox/an-overview-of-the-data-management-toolset.htm>, para el cálculo de la densidad de drenaje en la zona de estudio.

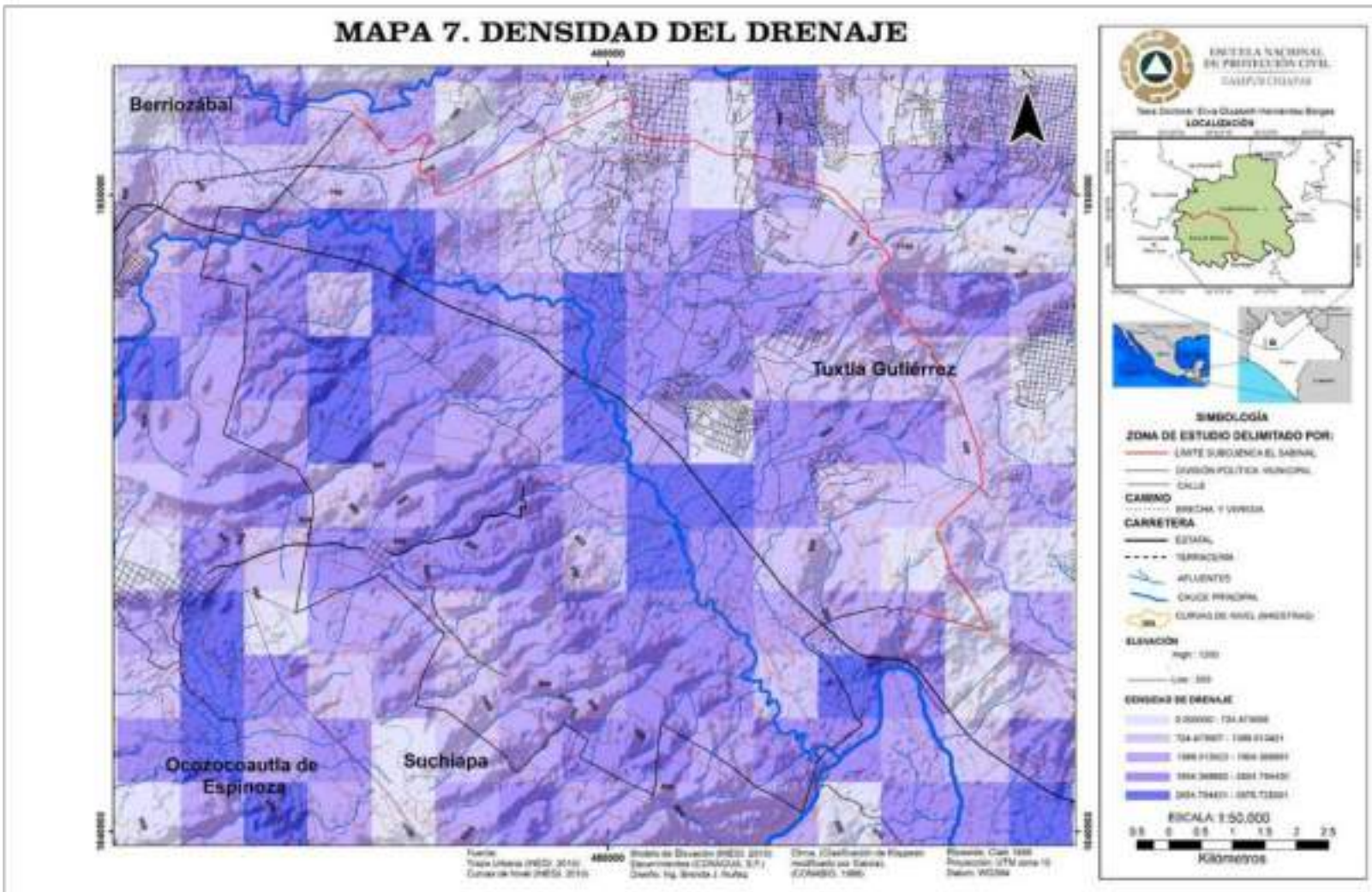
Una vez aplicada la herramienta y colocada la información en el plano, generamos el Mapa 7. Densidad de drenaje, que muestra los lugares con mayor longitud de escurrimientos en un área de 1 km<sup>2</sup>. Se puede ver que la zona de estudio se encuentra con densidad de drenaje de 724 m en 1 km<sup>2</sup> como más bajo, y con mayor densidad de drenaje 3,975 m en 1 km<sup>2</sup>.

**Figura 10.** Valores mínimo y máximo de densidad del drenaje en la zona de estudio.



**Figura 3.** Valores mínimo y máximo de densidad del drenaje en la zona de estudio.

**Mapa 7.** Densidad del drenaje, que muestra los lugares con mayor longitud de escurrimientos en un área de 1 km<sup>2</sup>.





Para conocer las modificaciones del territorio identificamos para el fenómeno de inundación un total de 160 puntos de control en campo, en 12 de las 27 áreas hidrográficas, y se eligieron con los criterios de asentamientos humanos colindantes a las áreas hidráulicas del arroyo El Sabinalito. Así mismo, definimos que estos puntos estuvieran en zonas de pendientes pronunciadas, que representaran la mayor densidad de drenaje del agua, que se localizaran en la intersección con caminos, puentes o algún tipo de infraestructura ajena a la condición natural de la microcuenca y del cauce, y que mostraran alguna evidencia de cambio o modificación antropogénica del suelo natural, derivado del crecimiento urbano y poblacional.

Para determinar el grado de modificación del territorio elaboramos mapas base de inundaciones y remoción en masa, que permitieron conocer la condición natural del territorio. Tomamos como insumos los sistemas de información geográfica con base en el Programa de Desarrollo Urbano (2015), INEGI (2017), actualización con ortofoto de Paz (2020), CONAGUA<sup>14</sup> y Atlas de Peligros y/o riesgos (2015). El peligro se presentó mediante una escala de 1:20,000 a partir de datos históricos de precipitación, pendiente del terreno y densidad del drenaje, de lo cual se generaron las zonas de susceptibilidad física.

### **3.2.7. Áreas hidrográficas del arroyo El Sabinalito**

El arroyo El Sabinalito forma parte de la cuenca de Suchiapa. De acuerdo con información proporcionada por CONAGUA mediante BOO.813.08.2-0255/2019, y trazo de la corriente visualizada en el simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas (SIATL). Dicho documento expresa que no se cuenta con la delimitación de las nanocuenas que genera este arroyo.

Así mismo, el Programa de Desarrollo Urbano (2015) no aborda las formas de ocupación territorial atendiendo las cuencas hidrográficas que existen, y que en algunos casos son aguas intermitentes. Se realizó un estudio hidrográfico del arroyo, usando sistemas de información geográfica, delimitando la microcuenca con el programa de ArcGIS y con la

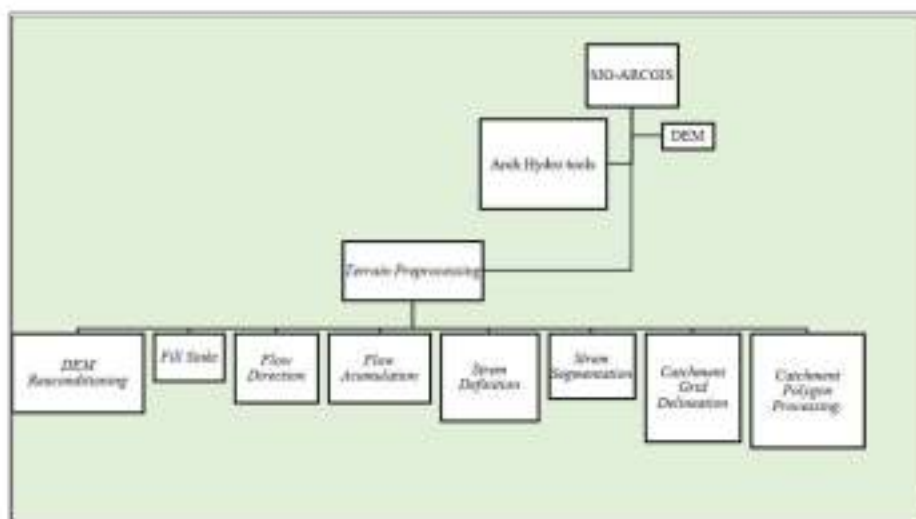
---

<sup>14</sup> Información basada en [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/siatl/](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/), consultado el 30 de noviembre del 2019.

ayuda de la extensión Hec GeoRas<sup>15</sup> (Hydrological Engineering Center-Geospatial River Analysis System), utilizando la metodología de Merwade (2008).

Se definieron 27 áreas hidrográficas —en sentido inverso al giro de las manecillas del reloj—, utilizando el modelo de elevación digital con una resolución de 12.5 m, colocamos datos vectoriales de escurrimientos proporcionados por CONAGUA (2019). Esto se representa en la Figura 11.

**Figura 11.** Metodología para delimitar una cuenca, de acuerdo con Merwade (2008).



La resolución del modelo de elevación nos permitió delimitar los escurrimientos del arroyo analizando a detalle las variables sobre el tipo de suelo a través de ortofotos y Google Earth, la vegetación y el uso de suelo existentes apoyados con el software de Arc Map 10.5.

El arroyo el Sabinalito recorre un área de 19,320 m<sup>2</sup>, en el cual se delimitaron 27 escurrimientos. Les asignamos un nombre, en sentido contrario al giro de las manecillas del reloj, se clasificaron en zonas y obtuvimos el área que abarca cada una:

- Zona urbana 1,211 ha,
- Zona agrícola 6,038 ha
- Zona natural 3,624 ha (Tabla 9).

<sup>15</sup> Descargado en <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-georas/downloads.aspx>, como herramienta complementaria del Programa ArcGis, desarrollada por el Hydrologic Engineering Center del United Army Corps of Engineering y el Environmental System Research Institute (ESRI) para cálculo hidráulico.



**Tabla 9.** Distribución proyectada de uso de suelo en la zona de estudio.

| 27 áreas<br>hidrográficas | Uso de suelo  | Ha    |
|---------------------------|---------------|-------|
|                           | Zona urbana   | 1,211 |
|                           | Zona agrícola | 6,038 |
|                           | Zona natural  | 3,624 |

### 3.2.8. Remoción en masa

Para abordar el fenómeno de remoción en masa tomamos como referencia la información del Atlas de peligros y/o riesgos y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tuxtla Gutiérrez (Mora y otros, 2015, pág. 13). La clasificación del tipo y uso del suelo y los peligros por fenómeno de remoción se obtuvieron utilizando el método heurístico y análisis multicriterio retomado por Paz Tenorio (2017).

Con esta información se determinó la superficie que representa la susceptibilidad a este fenómeno; se generaron cinco diferentes niveles de susceptibilidad: muy baja, baja, media, alta y muy alta (Figura 11).

**Figura 12.** Grado de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa en la zona de estudio; con base en la metodología de multicriterio de Paz Tenorio (2017).



En la fase cualitativa, para atender el objetivo específico tres, relativo a identificar los procesos ejidales y municipales relacionados con el procedimiento de cambio de uso de suelo en el territorio de estudio, utilizamos un diseño de investigación etnográfica. La técnica de investigación se desarrolló a través de la observación participante, con la cual se describieron aspectos generales del territorio. En la recolección y análisis de datos consideramos la información en bases de datos y referencias bibliográficas; previa información corroborada en campo, en donde pudimos observar asentamientos humanos que aún no pasan por el tamiz de la desincorporación ejidal para que sean considerados como asentamiento humano regular. Elaboramos el formato de entrevista sobre el abordaje del espacio ejidal en zonas de expansión demográfica, dirigida a autoridades municipales, estatales y federales. (Figura 13).

**Figura 13.** Formato de entrevista para la investigación cualitativa.

|                                                                                                                                                   |                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | <b>Escuela Nacional de Protección Civil</b><br><b>Doctorado en Gestión Integral de Riesgos y</b><br><b>Protección Civil</b> |
| <b>Análisis de la susceptibilidad y peligro de</b><br><b>inundaciones y remoción en masa en la Nueva Tuxtla</b>                                   |                                                                                                                             |
| Nombre del entrevistado:                                                                                                                          |                                                                                                                             |
| Puesto:                                                                                                                                           |                                                                                                                             |
| Dependencia:                                                                                                                                      |                                                                                                                             |
| Cuestionario:                                                                                                                                     |                                                                                                                             |
| ¿Cuáles son los procesos para el cambio de uso de suelo de ejidal a urbano?                                                                       |                                                                                                                             |
| ¿Cómo ve el desarrollo urbano y el problema de inundaciones en Tuxtla Gutiérrez?                                                                  |                                                                                                                             |
| Desde su responsabilidad actual, ¿qué considera que se necesita para reducir la construcción social del riesgo en el crecimiento urbano a futuro? |                                                                                                                             |
| Fecha:                                                                                                                                            |                                                                                                                             |
| Lugar de aplicación:                                                                                                                              |                                                                                                                             |

Para el análisis del discurso en las entrevistas tomamos como base a Krippendorff (1990), partiendo de que existen inferencias reproducibles y válidas que pueden aplicarse a un contexto. Aplicamos cinco entrevistas dirigidas a: Comisariado ejidal de San José Terán, director de Tenencia de la Tierra, directora de ICIPLAM, Secretaria de Desarrollo Urbano y al titular del Registro Agrario Nacional, con el propósito de obtener información relevante sobre los procesos y estrategias actuales para reducir las prácticas de construcción social del riesgo en áreas rurales y naturales. Las categorías de las entrevistas partieron del cuestionario guía para las entrevistas:

- A) Cambios de uso de suelo ejidal a urbano
- B) Desarrollo urbano y problemas de inundaciones
- C) Alternativas para reducir la construcción social del riesgo

Las entrevistas las grabamos en un celular, fotografiamos a los servidores públicos, que accedieron a ser entrevistados en sus oficinas. Los hallazgos los transcribimos en una base de datos en formato Word.

Para el proceso de análisis de los datos vertidos en las entrevistas utilizamos la propuesta de Pérez Serrano (2000), mediante la cual identificamos las categorías de los datos a partir del análisis del texto en segmentos: reconocimos los patrones de respuesta y la conexión entre las categorías de datos, obtuvimos subcategorías para un mejor análisis del discurso. A partir de esto interpretamos los datos y transcribimos los resultados.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Mapa áreas hidrográficas urbanas

En el área de estudio delimitamos las áreas hidrográficas (AH), las cuales son las unidades en las que dividimos la microcuenca del arroyo El Sabinalito; cada AH corresponde a un afluente que descarga sus aguas al Sabinalito y varios son de aguas intermitentes. La delimitación de cada una de las AH la realizamos en gabinete con base en el mapa hidrográfico, que obtuvimos de insumos proporcionados por el Organismo de Cuenca Frontera Sur de CONAGUA y en la topografía del lugar INEGI (2017). En ese mapa trazamos los parteaguas de cada área hidrográfica, siguiendo la topografía, los cambios de la pendiente y la dirección del flujo de agua. En total se obtuvieron 27 áreas hidrográficas en toda el área de estudio las cuales se enlistan y numeran en la Tabla 10.

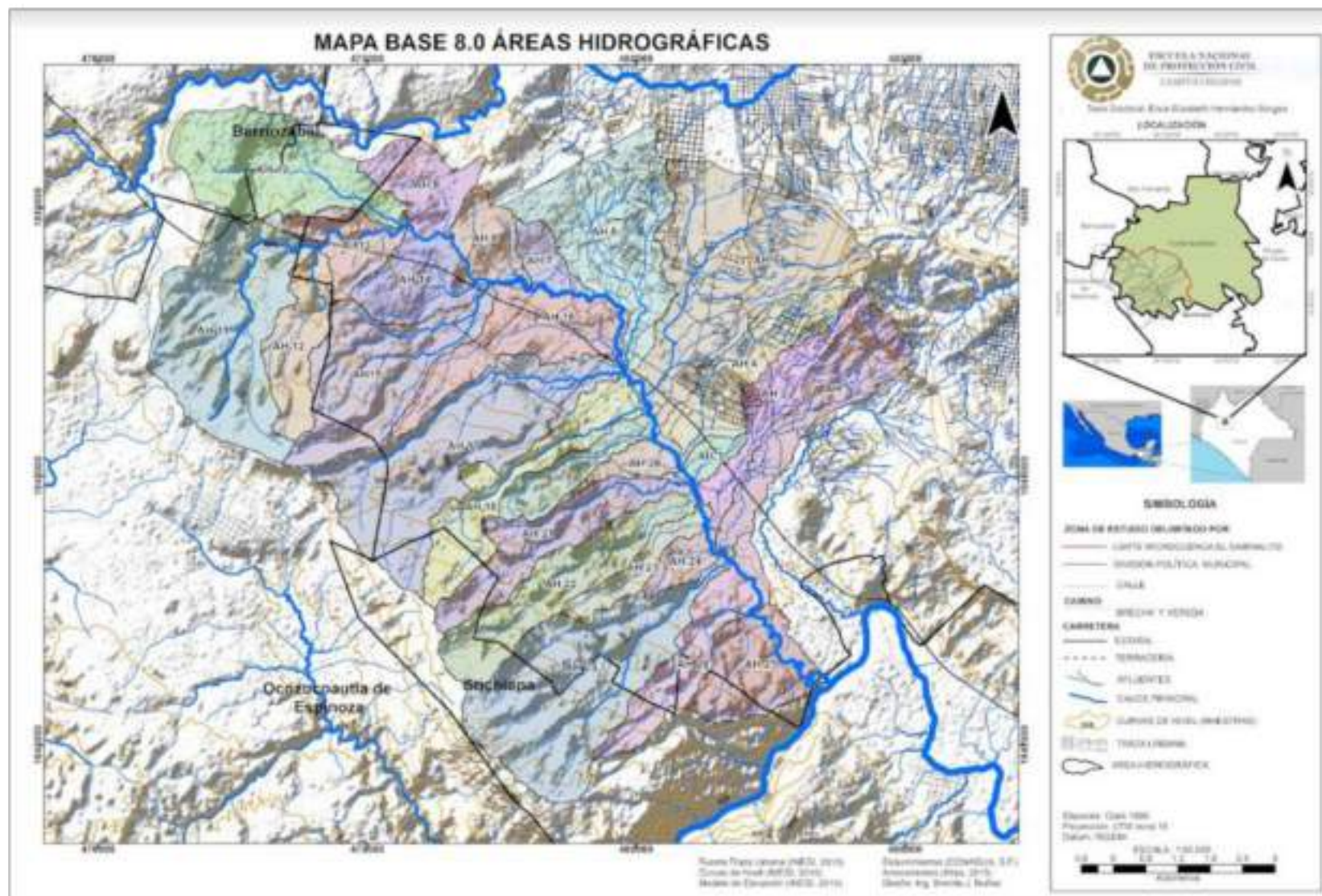
**Tabla 10.** Áreas Hidrográficas (AH) con los datos de perímetro, área y numeración progresiva.

| No | NOMBRE | P (Km) | Área (Ha) | No | NOMBRE | P (Km) | Área (Ha) |
|----|--------|--------|-----------|----|--------|--------|-----------|
| 1  | AH 1   | 17     | 406       | 15 | AH15   | 17     | 593       |
| 2  | AH 2   | 17     | 256       | 16 | AH 16  | 17     | 438       |
| 3  | AH 3   | 5      | 65        | 17 | AH 17  | 25     | 936       |
| 4  | AH 4   | 16     | 377       | 18 | AH 18  | 20     | 405       |
| 5  | AH 5   | 20     | 1040      | 19 | AH 19  | 11     | 187       |
| 6  | AH 6   | 17     | 670       | 20 | AH 20  | 8      | 98        |
| 7  | AH 7   | 6      | 102       | 21 | AH 21  | 18     | 385       |
| 8  | AH 8   | 8      | 178       | 22 | AH 22  | 18     | 453       |
| 9  | AH 9   | 8      | 233       | 23 | AH 23  | 11     | 143       |
| 10 | AH 10  | 14     | 606       | 24 | AH 24  | 6      | 97        |
| 11 | AH 11  | 19     | 853       | 25 | AH 25  | 22     | 946       |
| 12 | AH 12  | 12     | 268       | 26 | AH 26  | 16     | 348       |
| 13 | AH13   | 9      | 199       | 27 | AH 27  | 11     | 334       |
| 14 | AH 14  | 9      | 257       |    |        |        |           |

Con la información obtenida elaboramos el Mapa Base con las Áreas Hidrográficas (Mapa 8.0).



**Mapa 8.** Mapa base áreas hidrográficas, en el que se delimitan 27 áreas hidrográficas.



#### 4.1.1. Análisis de las áreas hidrográficas

Procedimos a analizar las condiciones actuales del cauce principal de cada una de las 27 áreas hidrográficas. Elegimos 12, las que representan las zonas de mayor susceptibilidad a amenazas, de acuerdo con los criterios de investigación, plasmados en nuestra metodología.

A continuación, presentamos los mapas de las áreas hidrográficas AH1, AH2, AH3, AH4, AH5, AH6, AH7, AH8, AH13, AH14, AH16 y AH17 en las que realizamos arduos trabajos de campo. El análisis describe las condiciones de los cauces naturales, transformación, adaptación o modificaciones que hubieran sufrido por el incipiente desarrollo urbano hasta la actualidad. Uno de los objetivos es poner el análisis y sus resultados a consideración de las autoridades en el programa de crecimiento urbano a corto, mediano y largo plazo.

Para las áreas hidrográficas estudiadas describimos 160 puntos localizados mediante un navegador GPS y las mediciones de las áreas hidráulicas de los cauces naturales las realizamos con brújula y cinta métrica. Con esta información recopilada en campo organizamos 17 bases de datos, una para cada área hidrográfica.

Los datos obtenidos en campo fueron tratados posteriormente en Sistemas de Información Geográfica (SIGs), y organizamos un proyecto para cada AH. En total obtuvimos 17 proyectos, 17 bases de datos y 17 mapas hidrográficos. A continuación, presentamos los resultados del levantamiento en campo y la cartografía con la información obtenida.

**Tabla 11.** 27 áreas hidrográficas en total, de las cuales se elaboraron 17 mapas de las áreas hidrográficas marcadas en amarillo. Entre paréntesis, el número de productos cartográficos de cada área que se presenta en la investigación

|          |          |          |          |         |
|----------|----------|----------|----------|---------|
| AH1 (1)  | AH2 (2)  | AH3 (1)  | AH4 (2)  | AH5 (4) |
| AH6 (1)  | AH7 (1)  | AH8 (1)  | AH9      | AH10    |
| AH11     | AH12     | AH13 (1) | AH14 (1) | AH15    |
| AH16 (1) | AH17 (1) | AH18     | AH19     | AH20    |
| AH21     | AH22     | AH23     | AH24     | AH25    |
| AH26     | AH27     |          |          |         |



#### 4.1.2. Zonas en riesgo de inundación

Realizamos una investigación documental de las zonas en riesgo de inundación con base en lo reportado en los expedientes de la Secretaría de Protección Civil Municipal.

#### 4.2. Área hidrográfica AH1

En esta AH encontramos un reporte respecto al cruce del arroyo intermitente con la vialidad que da acceso al fraccionamiento Chiapas Bicentenario. En este punto, 16°41'42.46"N, 93° 9'48.88"O, hay un puente-vado que de acuerdo con la valoración de riesgo emitida por la Secretaría de Protección Civil (SPCM/DIRIE/AVR/1248/2018), sufrió afectaciones en 2017. Por debajo del puente-vado fluyen las aguas pluviales del arroyo intermitente, presenta daño estructural y se encuentra apuntalado deficientemente, por lo que recomendamos demolerlo para evitar accidentes.

Posteriormente, al inicio de la administración municipal 2018-2021, el puente fue reparado con recursos del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social Municipal FISM y ejecución de la Secretaría de Obras Públicas, respetando la estructura que ya tenía (Fotografías 1 a 3).



**Fotografía 1** (arriba, izq.). Puente camino a Chiapas Bicentenario en 2017. Puede observarse el tramo de vialidad dañada. **Fotografía 2** (arriba der.). Se observa el colapso de los tubos hidráulicos. **Fotografía 3** (abajo). Apuntalado, deficiente, para reducir riesgo de colapso.

El segundo caso lo ubicamos en la AH5, es el reporte de un fraccionamiento construido en una zona baja y que colinda con un escurrimiento intermitente. El reporte menciona que las casas han sufrido constantes inundaciones. De acuerdo al expediente que obra en la Secretaría de Protección Civil Municipal, y al dictamen de riesgo SPC/IGIRD/DIAR/OD/0087/2019, en la parcela ejidal número 1041 Z-1 P1 ( $16^{\circ}42'53.94''\text{N}$  y  $93^{\circ}10'22.14''\text{O}$ ), calzada Emiliano Zapata, Terán, propiedad de Consuelo Monzón Laflor y usufructuada por Arnulfo Nicolás Domínguez, se ha realizado movimiento de tierra con lo que ha desaparecido un escurrimiento pluvial, por lo que en época de lluvias se inunda el terreno, que denominan fraccionamiento, el cual colinda con esta parcela (Fotografías 4 y 5). Este terreno no cuenta con los trámites correspondientes de cambio de uso de suelo y al 2020 no estaba municipalizado, por lo que no aparece registrado como fraccionamiento, es decir, sus habitantes no pueden acreditar un título de propiedad y se encuentran asentados de forma irregular, y pese a esto, las viviendas se anuncian por internet para venta. En este grupo de construcciones, hay al menos 12 viviendas con igual número de familias que se encuentran vulnerables ante el peligro de inundación, dentro de un área de afectación de 1.72 ha. Este es el caso más notable de esta zona de crecimiento, debido a que están asentados en la zona de crecimiento a corto plazo y la parcela mencionada, está precedida por terrenos extensos que serán ocupados de una forma diferente a la que el ejido lo tiene dispuesto, dada su colindancia con una vialidad primaria.



**Fotografías 4 y 5.** Asentamiento irregular colindante con parcela ejidal en la que efectuaron movimiento de tierra que rellena un escurrimiento intermitente.



Finalmente, mediante oficio SPCM/DIRIE/AVR/0268/19, de fecha 14 de junio de 2019, se envió la valoración del riesgo a la Secretaría de Desarrollo Urbano, debido a que la empresa Chiaplast, ubicada en Calzada Emiliano Zapata s/n, estaba construyendo una bodega y una barda dentro del cauce seco de un flujo pluvial intermitente. Esta construcción finalmente interrumpió y bloqueó el cauce afectando a dos domicilios marcados con los números 1191 y 1281 de la colonia Loma Bonita Terán ( $16^{\circ}44'4.10''N$ ,  $93^{\circ}10'0.82''O$ ). Este desvío del arroyo Seco, como lo llaman los pobladores, ocasionó que el agua ahora fluya por la calzada, la inunde y dificulte el tráfico vehicular. Esta zona en riesgo será analizada en el mapa AH5 (Fotografías 6 y 7).

Estas afectaciones, que desvían el flujo de agua, modifican y obstruyen las áreas hidrográficas, son muestra de que el incipiente desarrollo urbano actual ha superado la planeación territorial y modificado las condiciones naturales; un caso similar a lo ocurrido durante el crecimiento de Tuxtla Gutiérrez, por lo que se puede reproducir el mismo ciclo de la construcción social del riesgo de desastres, en el que actualmente se encuentra la zona urbana de Tuxtla.



**Fotografía 6** (izq.). Calle en la colonia Loma Bonita por donde fluye el agua, dañando las viviendas, ya que el cauce natural desapareció. **Fotografía 7** (der.). La flecha azul indica la dirección del cauce natural que termina en un predio en construcción.

En resumen (Tabla 12), existen antecedentes de riesgo con el avance de la mancha urbana, con afectaciones que no se tenían hacen tres años, y éstas forman la línea base del análisis de susceptibilidad de acuerdo con la cartografía y segmentación en áreas hidrográficas.

**Tabla 12.** Identificación de zonas de riesgo en la Nueva Tuxtla.

| Colonia                                                                      | Coordenadas                     | Tipo de afectación              | Amenaza                       |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Vialidad hacia Chiapas Bicentenario                                          | 16°41'42.46"N,<br>93° 9'48.88"O | Daño estructural en puente vado | Hidrometeorológico/ geológico |
| Parcela ejidal número 1041 Z-1 P1 (colindancia con Los Olivos)               | 16°42'53.94"N,<br>93°10'22.14"O | Movimiento de tierra            | Hidrometeorológico            |
| Viviendas en calzada Emiliano Zapata 1191 y 1281, colonia Loma Bonita, Terán | 16°44'4.10"N,<br>93°10'0.82"O   | Obstrucción del cauce natural   | Hidrometeorológico            |

#### 4.2.1. Área hidrográfica AH1 (Mapa 8.1)

Tiene un perímetro de 17 km y un área de 406 ha. Fluye en dirección NE-SO, con una longitud del cauce principal de 19,320 m. En esta área hidrográfica se presentan cruces de calles y veredas a lo largo de todo el cauce principal; también en esta área se tienen la traza urbana y las etapas de crecimiento a mediano y largo plazo, definidas en el PDU (2015).

En esta área hidrográfica realizamos un levantamiento de todo el cauce del arroyo, como se puede observar en los puntos de control del 1 al 21, marcados en la Tabla 11.

En el punto 1 (482949,1846008 UTM, Tabla 12) encontramos las condiciones naturales del cauce del arroyo, su parte superior mide 6.55 m, la base del cauce tiene 3.23 m y las paredes una altura de 1.85 m (Fotografía 8).



**Fotografía 8.** En el punto 1 encontramos el cauce natural y registramos sus medidas, parte superior del cauce 6.55 m, base 3.2 m, altura 1.85 m.

En el recorrido en campo de los puntos 2 al 21 observamos las condiciones naturales en el cauce, sin modificaciones; fue hasta el punto de control 22 (482674, 184588 UTM, Tabla 12), en el cruce del cauce del arroyo con la calle que entra a la colonia Chiapas Bicentenario. En este cruce hay un puente con daños estructurales que ha sido reportado. Este puente sufrió en 2017 daños asociados a la intensidad de los escurrimientos de aguas pluviales que fluyen por el arroyo y chocan con el puente, ya que se redujo el área hidráulica del cauce, de 5.8 m de anchura y 1.5 m de altura, a tres tubos de 1.10 m de diámetro que se encuentran en un muro de 6.25 m de longitud y 2.2 m de altura. Es decir, el agua del arroyo choca con el muro del puente y debe pasar por esos tres tubos que en conjunto proporcionan un ducto de 3.30 m de diámetro, lo que indica una reducción del área hidráulica de casi 1.10 m de altura y de 1.50 m de anchura (Fotografías 9 a 11).



**Fotografías 9 y 10** (izq. y centro). Condiciones del puente en el punto 22 (UTM 482674, 184588). El puente bloquea el flujo del agua del cauce del arroyo. **Fotografía 11** (der.). Se muestran las medidas del puente y de los tubos por los que ahora debe fluir el agua.

Pasando el puente que da vialidad a las colonias de la zona, caminamos por el arroyo; en los puntos 23 y 24 no encontramos cambios significativos de las condiciones del cauce natural.

En el punto de control 25 (482617, 1845844 UTM; Tabla 12) el cauce tiene una anchura de 1.6 m en su base, en la parte superior 1.6 m y sus paredes tienen una altura de 2.25 m (Fotografía 12).





**Fotografía 12.** En el punto 25 (UTM 482617, 1845844) se encontró el cauce natural y se tomaron las medidas, parte superior del cauce 1.6 m, base de 1.6 m y paredes de 2.25 m de altura.

En el punto de control 28 (482382, 1845030 UTM, Tabla 12), si encontramos modificaciones, que no se observaron en el entorno natural de los puntos 26 y 27. En la Fotografía 13 se muestra cómo el arroyo pasa a ser una calle de terracería, que da paso a la zona ejidal con el Nuevo Libramiento Sur; aquí encontramos bloques y sedimentos no consolidados producto del arrastre del flujo de agua del escurrimiento pluvial. En el punto de control 29 no observamos modificaciones con respecto al punto anterior.





**Fotografía 13.** Vialidad en donde fluye en forma laminar el arroyo intermitente.

En el punto de control 30 (482204, 1845120 UTM, Tabla 12) el cauce vuelve a tomar su forma natural, con una amplitud de 3.8 m de anchura y 1.8 m de altura (Fotografía 14).



**Fotografía 14.** Punto de control 30 que se localiza 20 m antes de un puente que cruza el arroyo.

En el punto 31 (482197, 1845105 UTM; Tabla 12) encontramos un puente vehicular con una altura de 1.7 m y anchura de 1.95 m (Fotografía 15).



**Fotografía 15.** Puente vehicular con altura de 1.7 m y 1.95 m de anchura.

En los puntos de control 32 (482031, 1844412 UTM, Tabla 12) y 33 (482015, 1844387 UTM, Tabla 12) el arroyo se une al cauce del Sabinalito, ahí el arroyo tiene un área hidráulica natural de 2.20 m de anchura y 1.20 m de altura, la cual es reducida por un tubo de concreto de 1.40 m de diámetro que se encuentra en un muro de mampostería que retiene el agua (Fotografía 16). En este punto el agua se estanca e inunda la parcela, al parecer se construyó ese muro para retener agua y abreviar ganado.





privada. No se observaron viviendas alrededor, pero si abundante vegetación (Fotografías 19 y 20).



**Fotografía 19** (izq.). Condiciones del cauce natural del punto 36.

**Fotografía 20** (der.). Condiciones del punto de control 37.

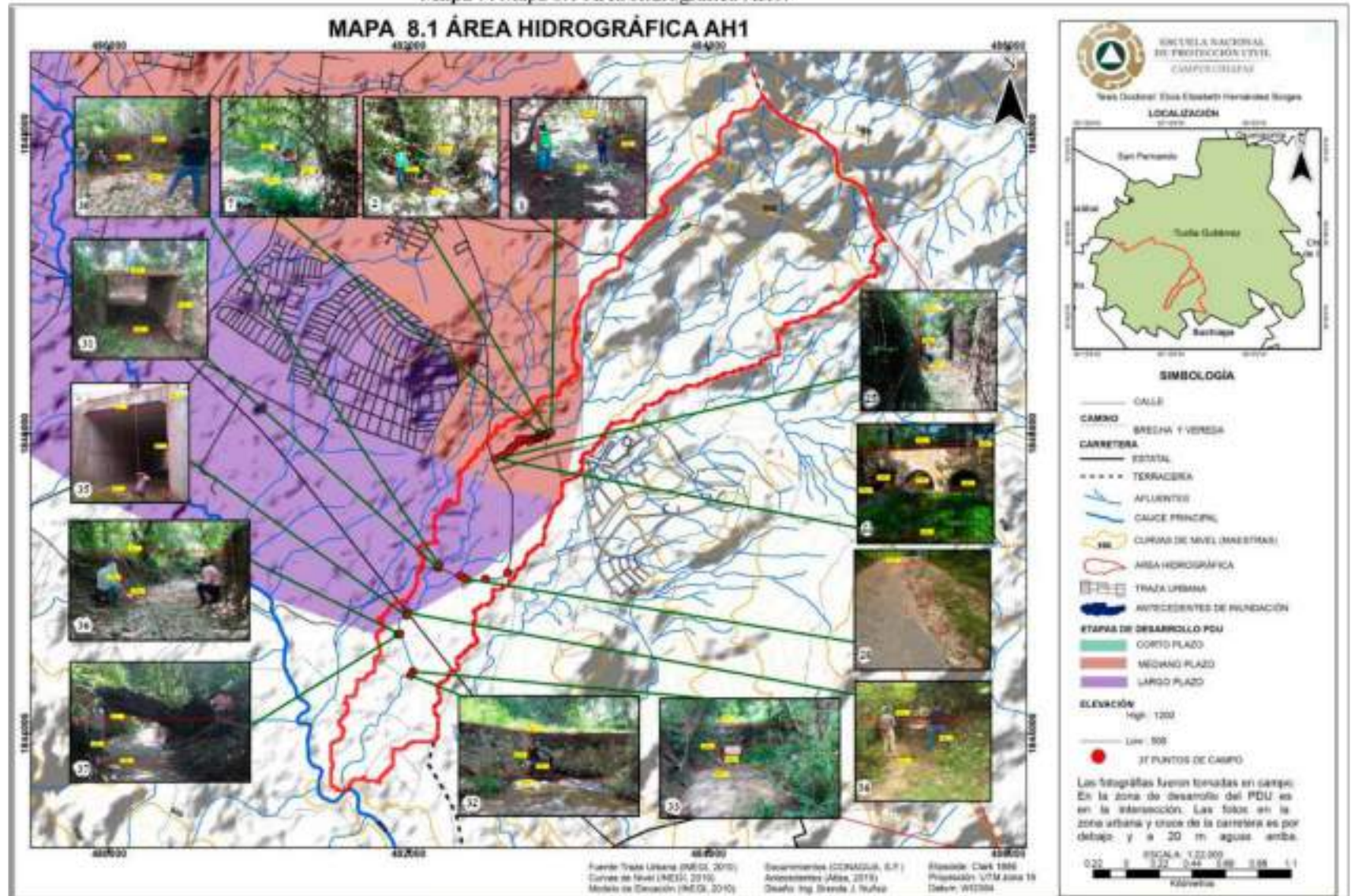
Con el recorrido y los datos obtenidos en el mismo, elaboramos la Tabla 12 y el Mapa 8.1 del Área Hidrográfica 1, el cual acompañamos con algunas de las fotografías obtenidas en campo.



**Tabla 13.** Puntos de control del AHL, Mapa 8.1.

| Puntos de control del AHL, Mapa 8.1. |        |         |                                         |                                                                                   |     |        |         |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
|--------------------------------------|--------|---------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                  | X      | Y       | Descripción                             | Fotografía                                                                        | No. | X      | Y       | Descripción                                                                                                                           | Fotografía                                                                           | No. | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                      | Fotografía                                                                           |
| 1                                    | 482948 | 1846008 | Cauce natural                           |  | 22  | 482874 | 1845887 | Puente de piedra con tres tubos de concreto y longitud de 1.20 m. Este puente presenta daño estructural y fue recientemente reparado. |   | 32  | 483333 | 1844422 | Tubo de concreto de 1.40 m de diámetro sobre puente de piedra.                                                                                   |   |
| 2                                    | 482887 | 1846002 | Inicio del área hidrológica             |  | 23  | 482962 | 1845973 |                                                                                                                                       |                                                                                      | 33  | 483215 | 1844387 | Puente con un tubo en el centro, con diámetro de 1.40 m, material empujado. Observamos pequeños encharcamientos que se usan para abbever ganado. |   |
| 3                                    | 482922 | 1845990 |                                         |                                                                                   | 24  | 482643 | 1845858 |                                                                                                                                       |                                                                                      | 34  | 481894 | 1844808 | Cauce natural aguas arriba del puente Nuevo Libramiento Sur.                                                                                     |   |
| 4                                    | 482912 | 1845988 |                                         |                                                                                   | 25  | 482817 | 1845844 | Cauce natural, observamos que las paredes reducen su anchura.                                                                         |   | 35  | 481987 | 1844786 | Puente del Nuevo Libramiento Sur.                                                                                                                |   |
| 5                                    | 482904 | 1845992 |                                         |                                                                                   | 26  | 482578 | 1845832 |                                                                                                                                       |                                                                                      | 36  | 481943 | 1844684 | Cauce natural sin modificaciones.                                                                                                                |   |
| 6                                    | 482897 | 1845994 |                                         |                                                                                   | 27  | 482514 | 1845829 |                                                                                                                                       |                                                                                      | 37  | 481830 | 1844609 | Cauce natural sin modificaciones.                                                                                                                |  |
| 7                                    | 482877 | 1845988 | Cauce natural sin ninguna modificación. |  | 28  | 482380 | 1845800 | Cauce natural modificado por vialidad, el agua fluye de forma laminar, dejando algunas partes de la vialidad.                         |   |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 8                                    | 482875 | 1845882 |                                         |                                                                                   | 29  | 482347 | 1845808 | 30 metros aguas arriba del puente rectangular de la foto 31, observamos el cauce natural, sin modificaciones.                         |   |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 9                                    | 482872 | 1845871 |                                         |                                                                                   | 30  | 482104 | 1845120 |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 10                                   | 482859 | 1845970 |                                         |                                                                                   | 31  | 482187 | 1845100 | Cauce natural con puente de concreto de forma cuadrangular.                                                                           |  |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 11                                   | 482859 | 1845968 |                                         |                                                                                   |     |        |         |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 12                                   | 482857 | 1845966 |                                         |                                                                                   |     |        |         |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 13                                   | 482857 | 1845964 |                                         |                                                                                   |     |        |         |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 14                                   | 482815 | 1845951 |                                         |                                                                                   |     |        |         |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 15                                   | 482808 | 1845947 |                                         |                                                                                   |     |        |         |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 16                                   | 482785 | 1845958 |                                         |                                                                                   |     |        |         |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 17                                   | 482765 | 1845960 |                                         |                                                                                   |     |        |         |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 18                                   | 482763 | 1845943 |                                         |                                                                                   |     |        |         |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 19                                   | 482758 | 1845940 |                                         |                                                                                   |     |        |         |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 20                                   | 482756 | 1845935 |                                         |                                                                                   |     |        |         |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |
| 21                                   | 482690 | 1845909 |                                         |                                                                                   |     |        |         |                                                                                                                                       |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                                  |                                                                                      |

Mapa 9. Mapa 8.1 Área Hidrográfica AH1.





### 4.3. Área Hidrográfica AH2

El Área Hidrográfica 2 (AH2) tiene un área de 256 ha y un perímetro de 17 km; se localiza muy cerca de la zona urbana actual y dentro de ella se encuentra el desarrollo urbano propuesto a corto y mediano plazo (PDU, 2015). Los puntos de control en esta área hidrográfica colindan con la traza urbana, principalmente en donde predominan los caminos de terracería que cruzan el arroyo principal. El estudio del AH2 lo dividimos en dos partes. En la primera se recopilamos los puntos de control del 1 al 18, y generamos el Mapa 8.2 y la Tabla 13; en la segunda parte se tienen 9 puntos de control y generamos la Tabla 14 y el Mapa 8.2.1. Se dividió esta zona así porque la atraviesa la zona urbana y dentro de la misma, desapareció el cauce del arroyo principal al convertirse en las calles por las que fluye el agua y que, al terminar la zona urbanizada, desfoga nuevamente en el cauce natural.

#### 4.3.1. Área Hidrográfica 2 (Mapa 8.2)

En el punto 1 (483122, 1847230 UTM; Tabla 13) registramos en sus condiciones naturales el cauce del arroyo con anchura de 4.40 m y 1.80 m de altura (Fotografía 21).



**Fotografía 21.** Se muestran las condiciones del cauce natural, 13 m de anchura superior, 4.40 m en su base y 1.80 m de altura.

De igual forma, en los puntos de control 2 al 4 (482884, 1846470 UTM y 482795, 1846860 UTM, respectivamente, Tabla 13) registramos la trayectoria del cauce a través de terrenos ejidales. En la Fotografía 22 se puede observar el cauce del arroyo con una anchura de 4.10 m, altura de 1.70 y abundante vegetación.



**Fotografía 22.** Caminando sobre el cauce en su entorno natural hacia el Nuevo Libramiento Sur.

En el punto de control 5 (482662, 1846894 UTM, Tabla 13), observamos cómo el agua atraviesa un camino de terracería y se dirige a zonas parceladas. En su flujo hacia el arroyo El Sabinalito, el cauce pasa a través de vados en la zona de las parcelas y atraviesa extensas zonas arboladas hasta el punto 7 (482621, 1846162 UTM, Tabla 13). En este punto llega al final de su forma natural, ya que muy cerca inicia el camino de terracería, con una anchura superior de 0.50 m, en su base 0.40 m y una altura de 2 m (Fotografías 23 a 25).



**Fotografías 23 (izq.).** En esta fotografía puede observarse el cauce, atravesado por una vialidad de terracería, e ingresando por una reja a zona parcelada. **Fotografía 24 (centro).** Se observa cómo el cauce se dirige a través de un vado de 0.70 m por 0.50 m, disminuyendo considerablemente su área hidráulica sobre terrenos ejidales.

**Fotografías 25 (der.).** El final del cauce, que de nuevo topa con camino de terracería; se observa la amplitud del cauce con medidas de 0.50 m de base por 0.40 m altura, pero con una amplitud de 2 m.



En los puntos de control 6 al 8 se conservan las condiciones del punto anterior. En el punto 9 (482567, 1846119 UTM; Tabla 13, Fotografía 26) encontramos, perpendicular al cauce del arroyo, un puente vehicular hacia las colonias Loma Bonita y Real del Bosque. El puente es de mampostería de 4.60 m de anchura y 2.10 m de altura, en el que se encuentran dos tubos de plástico con diámetro de 1.16 m cada uno. Estos tubos están azolvados con sedimentos, ramas y basura, por lo que su capacidad para conducir el caudal es de solo 30%. El punto de control 10 (482551, 1846120 UTM, Tabla 13) es la vista posterior del mismo puente de mampostería.



**Fotografía 26.** Dimensiones del puente de mampostería que cruza el cauce del arroyo con tubos azolvados.

El punto de control 11 (482546, 1846198 UTM, Tabla 13) distribuye el escurrimiento pluvial a través de terracería, lo mismo que el punto 12, que presenta condiciones similares al punto 11. A partir del punto de control 13 al 18 (Tabla 13), los asentamientos humanos se hacen presentes. Se eligieron estos puntos debido a que de acuerdo con el PDU (2015) esta zona tiene una planeación de crecimiento a largo plazo; sin embargo, en la práctica la mancha urbana, que inició con el fraccionamiento Real del Bosque diez años atrás, sigue avanzando de manera acelerada. Las condiciones del cauce natural se encontraron en los primeros puntos de control (1 al 12) y fue a partir del punto 13 (482662, 1846188 UTM, Tabla 13) que éste se convierte en calles, es decir, desapareció.

En el punto de control 14 de la Tabla 13 (482521, 1846894 UTM), el cauce del arroyo pasa a ser una vialidad primaria, que ya aparece en la traza urbana, y debido a la pendiente, el escurrimiento de agua fluye en forma laminar sobre esta vialidad (Fotografía 27).



**Fotografía 27.** Inicio de la zona conurbada.

Los puntos del 15 al 17 mantienen condiciones similares al 14, y fueron tomados en dirección de norte a sur, en la periferia del fraccionamiento Real del Bosque, sobre la vialidad que dirige el agua hacia la zona baja, hacia las avenidas Jacarandas y Ciruelos, lo que la convierte en un afluente urbano hasta llegar al punto de control 18 (482256, 1846255 UTM; Tabla 13). Por este afluente urbano fluye el arroyo en época de lluvias, lo que ha destruido el pavimento (Fotografía 28).



**Fotografía 28.** Vialidad dañada por los escurrimientos en avenida Jacarandas, esquina Ciruelos en Real del Bosque.

Con el recorrido y los datos obtenidos en el mismo, elaboramos la Tabla 13 y el Mapa 8.2 del Área Hidrográfica 2, el cual acompañamos con fotografías obtenidas en campo.

**Tabla 14.** Puntos de control del AH2, Mapa 8.2.

| Puntos de control del AH2, Mapa 8.2. |        |         |                                                                                                    |                                                                                    |    | No.    | E       | Y | Descripción                                                                                                                                      | Fotografía                                                                           | No. | E      | Y       | Descripción                                                                                                      | Fotografía                                                                           |
|--------------------------------------|--------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|---------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| N.                                   | X      | Y       | Descripción                                                                                        | Fotografía                                                                         |    |        |         |   |                                                                                                                                                  |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                  |                                                                                      |
| 1                                    | 483120 | 1847330 | Entrada del cauce natural                                                                          |   | 7  | 482621 | 1846162 |   | El cauce natural vuelve a tomar forma dentro de la vegetación, saliendo de propiedad privada                                                     |   | 13  | 482662 | 1846228 | Inicia la modificación del uso del suelo, las líneas señalan dónde continúa el escurrimiento natural             |   |
| 2                                    | 482884 | 1846470 | Cauce natural sin modificación                                                                     |   | 8  | 482586 | 1846130 |   | Cauce natural en colindancia con zona parcelada                                                                                                  |   | 14  | 482121 | 1845899 | Escurrimientos que están por salir en la zona periférica del Fracc. Real del Bosque                              |   |
| 3                                    | 482802 | 1846828 | En estos puntos se observa el área natural del cauce.                                              |   | 9  | 482567 | 1846119 |   | Puentes empujados con tubos de plástico de 1.18 m de diámetro (cuadro de 50 cm x 60 cm), encontramos sedimentos finos que tapan la salida de los |   | 15  | 482440 | 1845469 | Cauce natural reforzado con material compactado, se convierte en vialidad del Fracc. Real del Bosque             |   |
| 4                                    | 482795 | 1846850 |                                                                                                    |                                                                                    |    |        |         |   |                                                                                                                                                  |                                                                                      | 16  | 482404 | 1845213 | Escurrimientos modificados por una calle                                                                         |   |
| 5                                    | 482056 | 1845956 | El cauce natural atraviesa vialidad terciaria y se dirige a áreas parceladas                       |   | 10 | 482551 | 1846120 |   | Vista posterior del puente pestana, con tubos de plástico de 1.18 m de diámetro (cuadro de 50 cm x 60 cm)                                        |   | 17  | 482423 | 1846380 | Escurrimientos que fluyen por vialidad de terciaria                                                              |   |
| 6                                    | 482660 | 1846884 | El cauce ingresa a parcelas y forma un vado que dirige el agua dentro de los terrenos particulares |  | 11 | 482546 | 1846198 |   | Cauce natural modificado por una calle                                                                                                           |  | 18  | 482396 | 1846235 | Cauce modificado por una calle en el Fracc. Real del Bosque que resaca defluye por la cantidad de agua que fluye |  |
|                                      |        |         |                                                                                                    |                                                                                    | 12 | 482528 | 1846196 |   |                                                                                                                                                  |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                  |                                                                                      |



**Mapa 10.** Mapa 8.2 Área Hidrográfica AH2.



#### 4.3.2. Área Hidrográfica 2 (Mapa 8.2.1)

El Área Hidrográfica 2.1 (AH2.1), tiene 9 puntos de control levantados debido no solo a su cercanía con la traza urbana y a la proyección en el PDU (2015), sino porque en la zona ya hay asentamientos humanos recientemente regularizados en un proceso de cambio de uso de suelo de solares urbanos a dominio pleno. En el caso de los fraccionamientos Real del Bosque y Bonanza, sus habitantes desde hace más de diez años conviven con el entorno natural de la reserva de crecimiento. La información recopilada en la Tabla 14 y procesada en el Mapa AH 8.2.1 es la conclusión del trabajo de campo del Área Hidrográfica 2, que desapareció por la zona urbana donde el escurrimiento natural se convirtió en vialidades.

La Tabla 14 (pág. 99) se concluyó en el punto 18, el cual se localizó en la periferia de la unidad del Real del Bosque. A la Tabla 14 sumamos 9 puntos, que son la continuación del cauce; pero ahora dentro del fraccionamiento; seguimos el mismo criterio para el cauce que atraviesa las parcelas y es tomado como su propiedad, por lo que fue modificado y desaparecido por las construcciones del fraccionamiento, ya que la pendiente natural del terreno pasó a ser las calles en el boulevard conocido como Real del Bosque (Fotografía 29).

El punto 1 (482143, 1846024 UTM, Tabla 14) lo localizamos en la esquina que forman las calles Pistaches y Bugambilia, que el flujo de agua ha dañado. En la Fotografía 30 se puede observar cómo la corriente de agua arrastra materiales y ha afectado la vialidad. Posteriormente el agua escurre siguiendo la pendiente hasta el punto de control 2 (482133, 1846159 UTM, Tabla 14).



**Fotografía 29.** Modificación del cauce natural a partir del crecimiento urbano en Real del Bosque.



En los puntos de control 2 y 3 (Tabla 14) el agua escurre por las vialidades del fraccionamiento Real del Bosque, específicamente sobre la Avenida Limoneros. El Punto 4 se localiza en la Avenida Nogal (Tabla 14, 482143, 1846024 UTM), ahí el agua escurre sobre la vialidad, que tiene 7.20 m de amplitud, hasta la zona en donde se encuentra el área hidrográfica natural del arroyo, que sigue su dirección hacia el Nuevo Libramiento Sur (Fotografía 30).



**Fotografía 30.** Recorrido del arroyo intermitente, sobre vialidad en Real del Bosque.

Uno de los criterios que establecimos en la metodología fue definir las áreas hidrográficas que se iban a estudiar porque presentaban más evidencias de susceptibilidad a inundaciones, una de esas áreas es el cruce de los arroyos principales con vialidades primarias, siendo el Nuevo Libramiento Sur la referencia obligada porque atraviesa El Sabinalito. Por esto exploramos la dirección que tienen los escurrimientos afuera de las vialidades de Real del Bosque, y encontramos nuevamente el cauce en su forma natural, en el punto de control 5.

Punto de control 5 (481834, 1845064 UTM, Tabla 14). En la Fotografía 31 observamos el cauce natural con una base de 4 m y 1.70 m de altura y abundante vegetación.



**Fotografía 31.** El cauce vuelve a tomar su área natural en la zona de parcelas rumbo al Nuevo Libramiento Sur.

Punto de control 6 (481832, 1845050 UTM; Tabla 14, Fotografías 32 a 34). Observamos el cruce del arroyo por el puente del Nuevo Libramiento Sur, con dimensiones 3.50 m de altura y 4 m de anchura. En el punto de control 7 (481817, 1845018 UTM, Tabla 14) concluye este puente, con una longitud de 24.4 m.



**Fotografía 32** (izq.). Entrada del arroyo al Nuevo Libramiento Sur, 481832, 1845050 UTM.  
**Fotografía 33** (der.). Puede observarse la salida del arroyo para continuar su cauce hacia el sur.





**Fotografía 34.** Camino de terracería por debajo del puente del Nuevo Libramiento Sur.

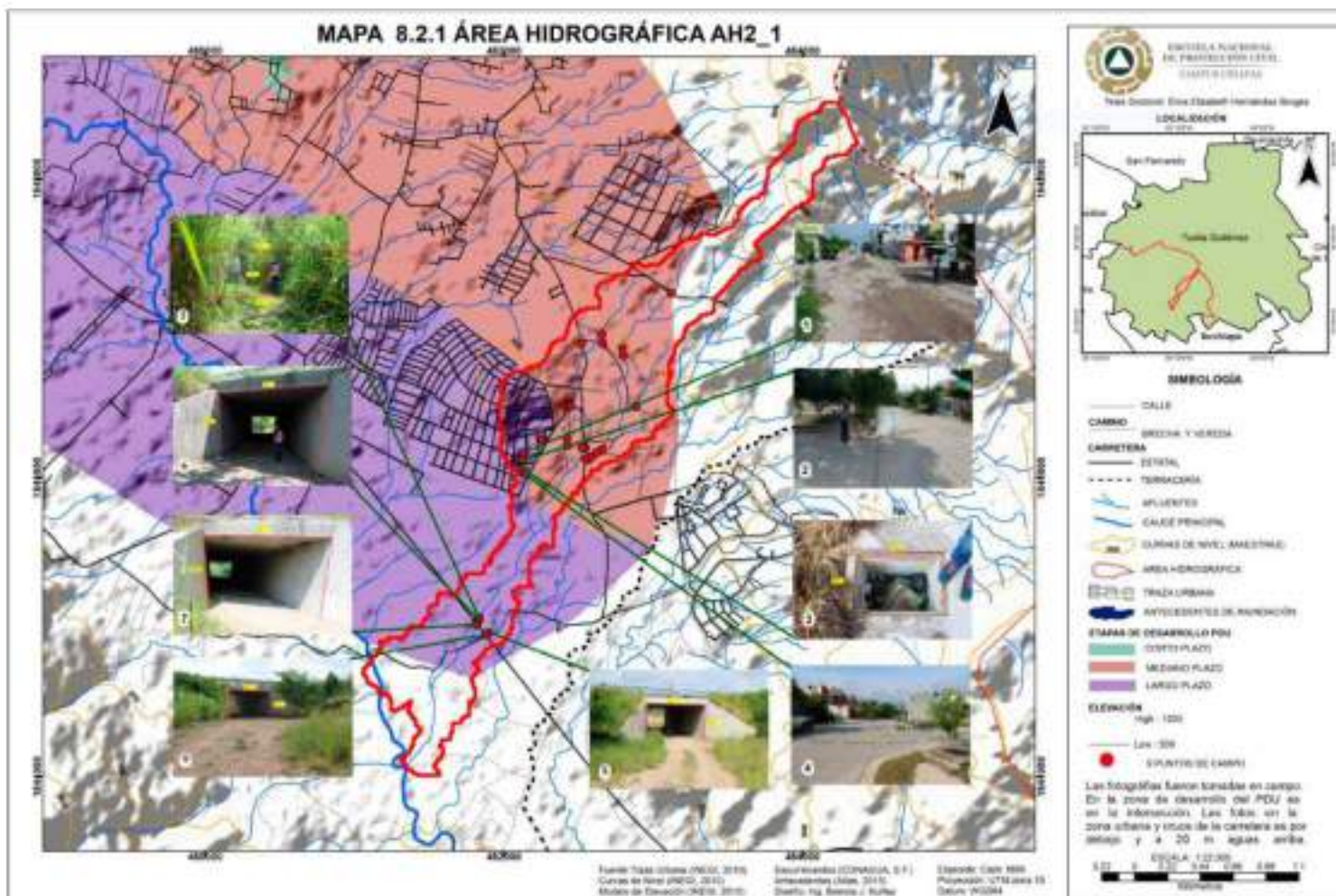
Finalmente, en los puntos de control 8 y 9 (Tabla 14) hay otro puente con dimensiones de 4 m de altura por 6 m de longitud, para paso vehicular a terrenos particulares.

Con el recorrido y los datos obtenidos en el mismo, elaboramos la Tabla 14 y el Mapa 8.2.1 del Área Hidrográfica 2, el cual acompañamos con fotografías obtenidas en campo.

**Tabla 15.** Puntos de control del AH2, Mapa 8.2.1.

| Puntos de control del AH1, Mapa 8.2.1. |        |         |                                                                                    |                                                                                     | No. | X      | Y       | Descripción                                               | Fotografía                                                                            |
|----------------------------------------|--------|---------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                    | X      | Y       | Descripción                                                                        | Fotografía                                                                          |     |        |         |                                                           |                                                                                       |
| 1                                      | 482133 | 1846159 | Escunimiento que pasa en la calle Real del Bosque                                  |    | 6   | 481832 | 1845050 | Entrada del puente, Nuevo Libramiento Sur                 |    |
| 2                                      | 482124 | 1846117 | Cauce natural modificado, ahora el escunimiento viaja por la calle Real del Bosque |    | 7   | 481817 | 1845018 | Salida del puente con una longitud de 24.4 m              |    |
| 3                                      | 482109 | 1846051 | Tubo de drenaje que conduce un escunimiento                                        |    | 8   | 481897 | 1844961 | Puente con una longitud de 14.30 m, Nuevo Libramiento Sur |   |
| 4                                      | 482143 | 1846024 | Corrientes de agua sobre vialidad. La longitud de la calle es de 7.20 m            |   | 9   | 481883 | 1844951 | Puente con una longitud de 14.30 m, Nuevo Libramiento Sur |  |
| 5                                      | 481834 | 1845064 | Cauce natural, antes de llegar al puente del Nuevo Libramiento Sur                 |  |     |        |         |                                                           |                                                                                       |

**Mapa 11. Mapa 8.2.1. Área Hidrográfica AH2.1**





#### 4.4. Área Hidrográfica AH3 (Mapa 8.3)

El Área Hidrográfica 3 es la más pequeña de las 27 áreas hidrográficas identificadas. Tiene un área de 65 ha y un perímetro de 5 km. A pesar de ser la más pequeña, consideramos importante la información de campo que recabamos por su semejanza con una zona de la Tuxtla actual en la que los escurrimientos derivados del parteaguas en la zona más alta han ocasionado serios problemas de inundación en el norte oriente de la capital.

En el Área Hidrográfica 3 (AH3) se levantaron 4 puntos sobre la infraestructura vial del Nuevo Libramiento Sur. El punto de control 1 (UTM 481595, 1845357, Tabla 15) se encuentra en el puente por donde atraviesa el cauce del arroyo principal por debajo del Nuevo Libramiento Sur. Las dimensiones del puente son 1.45 m de altura y 1.30 de anchura (Fotografía 35).



**Fotografía 35.** Puente del Nuevo Libramiento Sur en zona parcelada sin asentamientos humanos.



El punto de control 2 (481574, 1845342 UTM, Tabla 15) se encontró la salida del cauce, con el puente de dimensiones de 14.5 m de anchura y 1.45 m de altura, con un espesor de 46 cm (Fotografía 36).



**Fotografía 36.** Salida del puente en el ala sur del Nuevo Libramiento Sur.

En el punto de control 3 (Tabla 15; 481426, 1845563 UTM) hay un drenaje pluvial de 1.20 m de diámetro; este tubo se encuentra dentro de un cubo de cemento al nivel de la carretera y que la atraviesa por debajo, por donde pasan los escurrimientos que vienen de los fraccionamientos Real del Bosque y Bonanza. Finalmente, en el punto de control 4 (481405, 1845548 UTM, Tabla 15) concluye este tubo en la acera sur, con las mismas dimensiones con las que inició, dirigiendo los escurrimientos a zonas parceladas (Fotografías 37 y 38).



**Fotografía 37** (izq.). Ingreso de los escurrimientos pluviales por debajo del Nuevo Libramiento Sur.

**Fotografía 38** (der.). La salida del tubo por donde los escurrimientos salen hacia las parcelas.

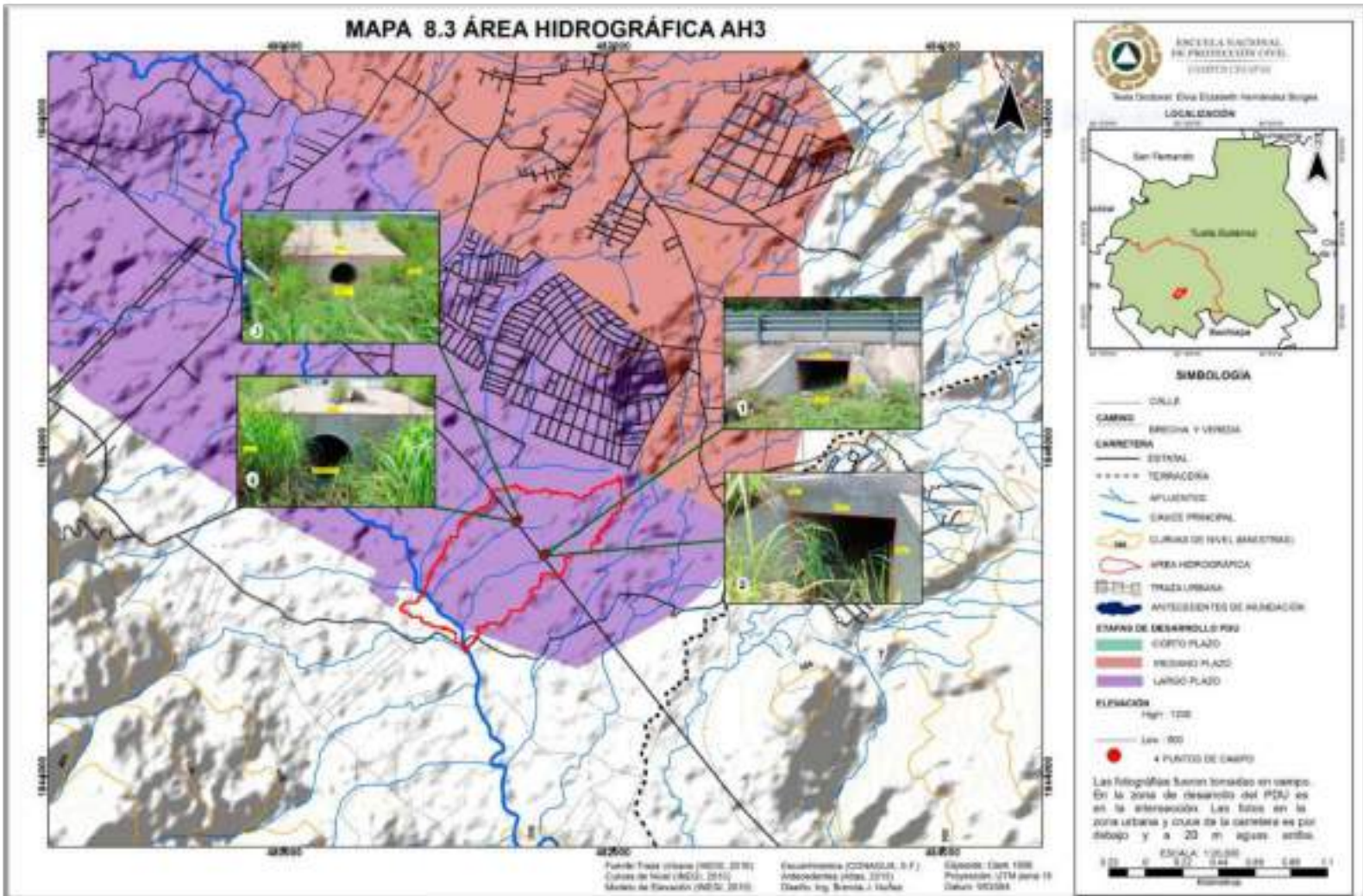
Los 4 puntos de control se especifican en la Tabla 15 y los representamos en el Mapa 8.3, acompañados de algunas fotografías.

**Tabla 16.** Puntos de control del AH3, Mapa 8.3.

| Puntos de control del AH3, Mapa 8.3 |        |         |                                                                                    |                                                                                       |
|-------------------------------------|--------|---------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                 | X      | Y       | Descripción                                                                        | Fotografía                                                                            |
| 1                                   | 481595 | 1845357 | Puente de concreto del Nuevo Libramiento Sur, altura de 1.45 m                     |    |
| 2                                   | 481574 | 1845342 | Salida del arroyo por el Nuevo Libramiento Sur, puente rectangular                 |    |
| 3                                   | 481426 | 1845563 | Puente con un tubo de 1.20 m de diámetro, salida para escurrimientos pluviales     |    |
| 4                                   | 481405 | 1845548 | Puente con un tubo de 1.20 m de diámetro en la acera sur del Nuevo Libramiento Sur |  |



**Mapa 12.** Mapa 8.3. Área Hidrográfica AH3.





#### **4.5. Área Hidrográfica AH4**

El Área Hidrográfica 4 tiene un perímetro de 16 km y un área de 377 ha. La dividimos en dos, mapas 8.4 y 8.4.1, debido a que el área ya se encuentra dividida por la zona urbana en su parte norte, cercana a la reserva del Mactumatzá, justo en el inicio del parteaguas, es decir, la parte más alta de la zona (Mapa 8.4) y una parte sur hacia donde bajan los escurrimientos (Mapa 8.4.1).

##### **4.5.1. Zona norte Área Hidrográfica 4 (Mapa 8.4)**

Punto de control 1 (483061, 1847581 UTM, Tabla 16). En este punto apreciamos el cauce natural (Fotografía 39). Este punto se encuentra a 657 msnm y corresponde a la zona donde se tiene proyectado el crecimiento a mediano plazo. En este punto, el cauce natural tiene una dimensión de 1 m de altura y 1 m de anchura.



**Fotografía 39.** Cauce en su forma natural.

Punto de control 2 (483047, 1847563 UTM, Tabla 16). En este punto observamos que el cauce del arroyo principal ya fue modificado por una calle de terracería, que ya tiene

tránsito vehicular y el agua fluye en un cauce sobre la misma (Fotografía 40). La anchura de la vialidad en este punto es de 7 m y la del cauce que atraviesa la calle es de 5.79 m.



**Fotografía 40.** Camino rural que transporta el agua del cauce natural.

Punto de control 3 (482972, 1847529 UTM Tabla 16). Es la continuidad del camino de terracería, atravesado por el cauce natural; transversal a esta vialidad encontramos un tubo de drenaje pluvial de 60 cm de diámetro; se establece que la anchura del cauce natural es de 5.79 m y que ingresa a un terreno particular. En el punto de control 4 (482969, 1847969 UTM, Tabla 16), el cauce vuelve a sus condiciones naturales, con dimensiones de 2 m de altura, base menor de 2 m y base mayor de 4.30 m, en terrenos particulares. Ambos puntos se pueden observar en las Fotografías 41 y 42.





**Fotografía 41** (izq.). Correspondiente al punto de control 3 (482972, 1847529 UTM Tabla 16).

**Fotografía 42** (der.) Correspondiente al punto de control 4 (482969, 1847969 UTM, Tabla 16).

Punto de control 5 (482866, 1847539 UTM, Tabla 16). En este punto apreciamos que el cauce ha sido bloqueado por un piso de cemento perpendicular al cauce y paralelo al camino de terracería. El flujo de agua de escorrentía tiene que “brincar” este cemento y atravesar la calle para continuar su recorrido en el cauce natural (Fotografía 43).



**Fotografía 43.** Modificación del cauce natural por la vialidad. El agua cruza el camino de terracería.

Punto de control 6 (482794, 1847518 UTM, Tabla 16). Observamos que el cauce natural transita de forma paralela a la vialidad de terracería, con una altura de 1.20 m, base mayor 4.10 m y base menor 2 m. Punto de control 7 (482785, 1847502 UTM, Tabla 16). Observamos que el cauce natural fue rellenado con piedra para construir un vado con una longitud de 2 m para paso vehicular. Se observan también pequeños tubos de cemento de 80 cm. de diámetro, que están azolvados (Fotografías 44 y 45).



**Fotografía 44** (izq.). Puede observarse el cauce natural paralelo a la vialidad de terracería.  
**Fotografía 45** (der.). Se observa el cauce natural rellenado con piedra y tubos de cemento azolvados.

Punto de control 8 (482728, 1847505 UTM, Tabla 16). En este punto observamos cómo al rellenar el cauce obstruyeron el flujo natural del agua de escorrentía. Este relleno lo realizaron para construir una calle de flujo vehicular perpendicular al cauce, sin importarles que el agua se acumule (Fotografía 46). Punto de control 9 (482157, 1847682 UTM, Tabla 16). Se observan condiciones similares de modificación del cauce natural debido a camino de terracería.





**Fotografía 46.** El cauce natural ha sido modificado con material de relleno para construir una vialidad de terracería.

Punto de control 10 (482138, 1847662 UTM, Tabla 16). Este punto se localiza muy cerca del fraccionamiento Valle Verde, donde encontramos una obra de drenaje pluvial, con longitud de 4.25 m, 1.70 m de altura y 1.40 de anchura, actualmente azolvada en 50%; también se halló un tubo de concreto, con diámetro de 1.4 m, que descarga sus aguas a la misma obra pluvial (Fotografía 47).



**Fotografía 47.** Drenaje pluvial por donde fluyen los escurrimientos.

Punto de control 11 (482236, 1847526 UTM, Tabla 16). Este punto se localiza sobre el camino rural hacia Pacú. Aquí hay un muro de contención perpendicular al cauce del arroyo principal, con una altura general de 0.85 m de altura desde la base mayor que es de 2.4 m y base mayor igualmente 2.4 m, con azolvamiento derivado de material de arrastre (Fotografía 48).



**Fotografía 48.** Azolvamiento de material pétreo en muro sobre camino rural a Pacú.

Los puntos de control 12, 13 y 14, presentan condiciones similares al anterior, cauces naturales obstruidos por la construcción de vialidades de terracería.

Punto de control 15 (481996, 1847453 UTM, Tabla 16). Apreciamos el cauce natural con 1.40 m en la base, 4.20 m en la parte alta y altura de 1 m; en la base se observan rocas y arena, producto del arrastre por el flujo de agua que pasa por este punto (Fotografía 49).



**Fotografía 49.** Cauce natural en camino Loma Bonita (481996, 1847453 UTM).

Punto de control 16 (482025, 1847412 UTM, Tabla 16, Fotografía 50). El flujo del agua ocurre a través de caminos de terracería.



**Fotografía 50.** Punto de control 16 (482025, 1847412 UTM).

La información de todos los puntos se concentra en la Tabla 16, con la que se elaboró el Mapa del Área Hidrográfica 8.4.

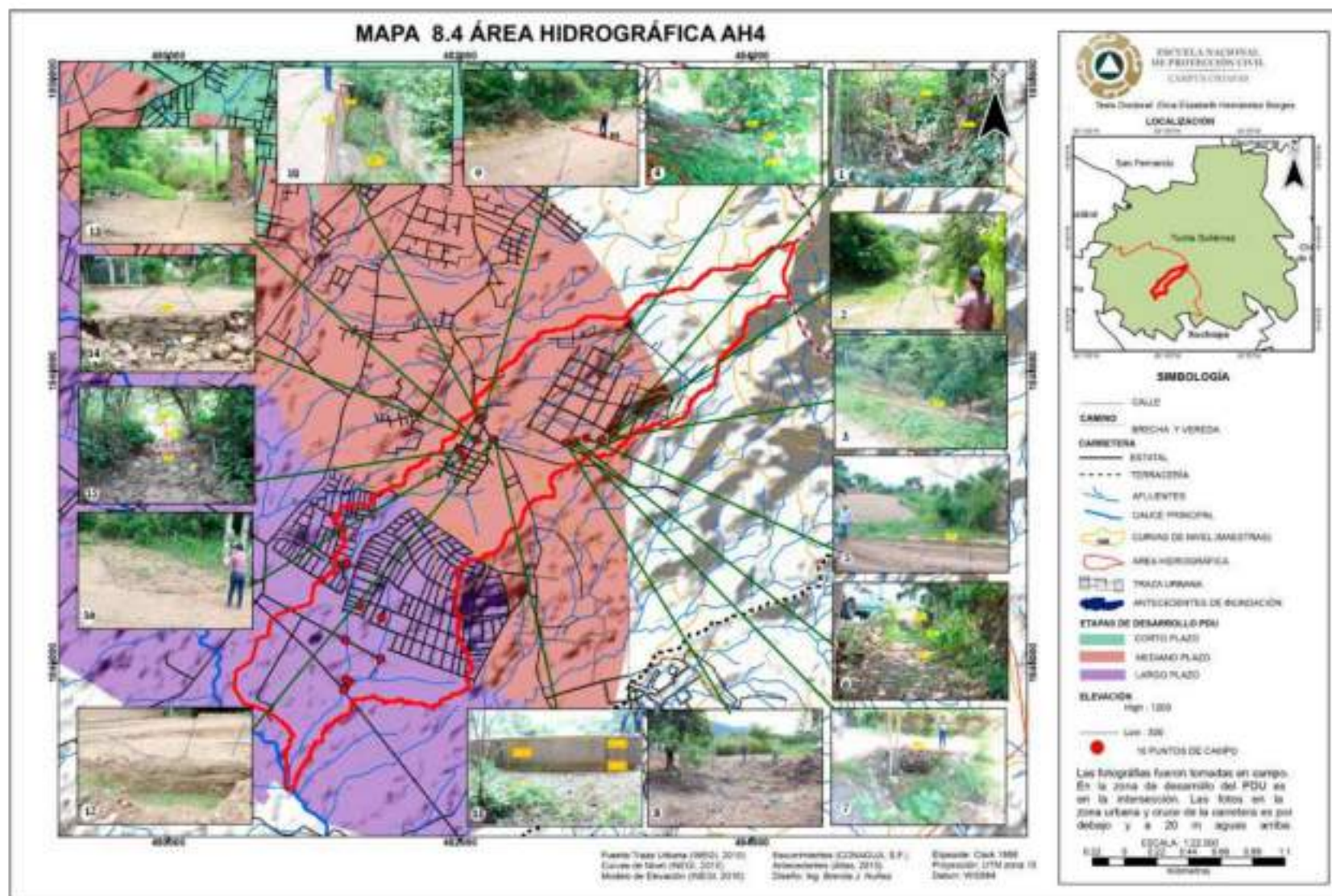


**Tabla 17.** Puntos de control del AH4, Mapa 8.4.

| Puntos de control del AH4, Mapa 8.4. |        |         |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                      |     |        |         |                                                                                                                                              |                                                                                       |
|--------------------------------------|--------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                  | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                                                                                   | Fotografía                                                                           | No. | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                  | Fotografía                                                                            |
| 1                                    | 483061 | 1847581 | Escorrentía natural, dimensiones, 1 m de anchura y 1 m de altura                                                                                                                                              |    | 9   | 482157 | 1847682 | Vialidad de terracería, antiguo camino a Pacú; la anchura de la vialidad es de 4 m, transporta el escurrimiento de forma laminar             |    |
| 2                                    | 483047 | 1847563 | Cauce modificado: el escurrimiento pasa por la vialidad ejidal; la anchura de la vialidad es de 7 m y la longitud de 5.79 m                                                                                   |    | 10  | 482138 | 1847662 | Obra de drenaje pluvial, con longitud de 4.25 m y tubo de concreto de 14 m de diámetro, que encontramos azolvado                             |    |
| 3                                    | 482972 | 1847529 | El cauce del arroyo atraviesa la vialidad; detrás de la malla encontramos un tubo con diámetro de 60 cm; observamos que la anchura del cauce natural es de 5.79 m y que se dirige hacia terrenos particulares |    | 11  | 482236 | 1847526 | Muro de contención azolvado con material de arrastre, las dimensiones del muro son 0.85 m de altura, base mayor de 2.4 m y base menor de 2.4 |    |
| 4                                    | 482969 | 1847969 | Escorrentía natural con altura de 2 m, base menor de 2 m y base mayor de 4.30 m                                                                                                                               |    | 12  | 482226 | 1847527 | Camino viejo a Pacú; dirección del escurrimiento sobre vialidad rellena con material sólido y que provoca encharcamiento por erosión         |    |
| 5                                    | 482866 | 1847539 | Modificación del cauce natural por construcción de carpeta asfáltica, con un vado de longitud de 6.5 m                                                                                                        |    | 13  | 482188 | 1847523 | Escorrentías en la calle, asentamientos humanos en la zona de Loma Bonita                                                                    |    |
| 6                                    | 482794 | 1847518 | Cauce natural con una altura de 1.20 m, base mayor 4.10 m y base menor de 2 m                                                                                                                                 |   | 14  | 482190 | 1847529 | Camino rural con vado de empedrado y una longitud de 4.20 m                                                                                  |   |
| 7                                    | 482785 | 1847502 | Calle con un vado empedrado de 2 m de longitud; observamos pequeños tubos con diámetro de 90 cm que ya están azolvados                                                                                        |  | 15  | 481996 | 1847453 | Cauce natural con una altura de 1 m, su base menor es de 1.8 m y su base mayor de 4.20 m                                                     |  |
| 8                                    | 482728 | 1847505 | Modificación del cauce natural con material de relleno                                                                                                                                                        |  | 16  | 482025 | 1847412 | Flujo del agua sobre vialidad de terracería                                                                                                  |  |



Mapa 13. Mapa 8.4. Área Hidrográfica AH4.



#### 4.5.2. Zona sur Área Hidrográfica AH4.1 (Mapa 8.4.1)

El Área Hidrográfica 4.1 (AH4.1) es la segunda sección del mapa, correspondiente al Área Hidrográfica 4, y en ella tenemos la zona proyectada para crecimiento a largo plazo en el PDU (2015). En esta zona localizamos el fraccionamiento Real del Bosque, el cual tiene más de diez años ocupando este espacio; en 2020 el Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez lo regularizó, por lo cual los habitantes pudieron acceder a los servicios municipales. En la evidencia física que levantamos en campo, apreciamos que desapareció el cauce natural y sus aguas de escorrentía están dirigidas hacia las calles, convirtiéndolas en los nuevos afluentes urbanos.

Punto de control 1 (481227, 1846685 UTM, Tabla 17). En este punto se tiene el cruce entre el cauce natural y el boulevard Real del Bosque, está definido por un puente de 3.2 m de anchura por 1 m de altura, por donde ingresan los escurrimientos de norte a sur (Fotografía 51).



**Fotografía 51.** Puente sobre boulevard Real del Bosque.

Punto de control 2 (481219, 1846664 UTM, Tabla 17). En este punto tenemos el mismo puente (punto 1), pero desde el lado sur, y de este lado se puede observar una manguera de polietileno que transporta fibra óptica por debajo del puente a la zona



urbanizada, y que reduce la capacidad hidráulica pues detiene material vegetal y basura, que se observan al fondo (Fotografía 52).



**Fotografía 52.** Manguera corrugada de polietileno debajo del puente, que atrapa residuos sólidos en temporada de lluvia.

Punto de control 3 (481312, 1846392 UTM, Tabla 17). En este punto observamos que los escurrimientos se convierten en calles, y que el agua, al fluir por ellas ha producido su erosión y depositado algunos de los materiales que arrastraba (Fotografía 53).



**Fotografía 53.** Colapso de vialidad, calle las Malvas en Real del Bosque; se observa material de arrastre y los cauces de las escorrentías por la calle.

Punto de control 4 (481463, 1846306 UTM, Tabla 17). Observamos cómo el agua del cauce pasa a la calle directamente rumbo al Nuevo Libramiento Sur, con un flujo laminar, que se hace turbulento con lluvia fuerte (Fotografía 54).



**Fotografía 54.** Flujo laminar del agua en Boulevard Nogal, Fraccionamiento Real del Bosque.



Punto de control 5 (481216, 1846152 UTM, Tabla 17). Al salir del fraccionamiento encontramos el cauce del arroyo y que un poco más adelante lo cruza un camino. Este cruce es un puente-alcantarilla de estructura de concreto prefabricado con pila intermedia y dos áreas por donde fluye el agua, de 2.5 m cada una y con altura de 3 m. La longitud total del puente es de 6.25 m. El agua que se encontró por debajo del mismo está contaminada con aguas residuales (Fotografía 55). La pila intermedia contribuye al azolvamiento del arroyo.



**Fotografía 55.** Puente con pila intermedia.

Punto de control 6 (481460, 1846025 UTM, Tabla 17). Al salir de la zona urbanizada los escurrimientos toman cauce sobre parcela; en este punto observamos encharcamientos y modificación de escurrimiento natural a través de una brecha hacia terrenos particulares, en donde hay evidencias de cría de ganado (Fotografía 56).



**Fotografía 56.** Desvío del cauce hacia parcelas.

Punto de control 7 (481215, 1845885 UTM, Tabla 17). En este punto encontramos un puente de forma cuadrangular de 2.5 m de altura por 2.5 m de anchura, por donde pasa el flujo de las aguas residuales y las de escorrentía (Fotografía 57).



**Fotografía 57.** Puente cuadrangular con aguas residuales.



Punto de control 8 (481243, 1845868 UTM, Tabla 17). En este punto observamos el avance del escurrimiento hacia el arroyo El Sabinalito. El cauce tiene una longitud de la base menor 8 m y altura de 1.4 m y base mayor de 9 m. Se observa contaminación con aguas residuales (Fotografía 58).



**Fotografía 58.** En este punto se observa el cauce contaminado con aguas residuales. Sus dimensiones son de 8 m de ancho y 1.4 m de alto.

Punto de control 9 (481213, 1845826 UTM, Tabla 17). Este punto se localiza en el encuentro del cauce del arroyo con el Nuevo Libramiento Sur; ahí hay un puente con alerones que da paso por debajo al escurrimiento de norte a sur. El puente tiene una longitud de 14.20 m, con dimensiones de 4 m de anchura y altura de 4.60 m. El punto de control 10 (481202, 1845812 UTM) de la misma tabla 17, describe el mismo puente, pero en su lado sur, con las mismas dimensiones ya apuntadas (Fotografía 59).



**Fotografía 59.** Puente cuadrangular que da paso al escurrimiento de norte a sur, atravesando el Nuevo Libramiento Sur.

En esta área hidrográfica se pudo observar que el cauce natural viene de una altura de 592 msnm en el punto de control 10 del mapa AH4, y al pasar la vialidad principal de Real del Bosque desciende a 548 msnm, lo que genera condiciones de velocidad y fuerza de los escurrimientos que atraviesan el fraccionamiento. Hasta antes del 2020, Real del Bosque no tenía infraestructura sanitaria y la planta de tratamiento de aguas residuales había estado sin operar, según información proporcionada por el Sistema Municipal de Agua Potable. En el trabajo de campo observamos los escurrimientos en la zona baja, contaminados con aguas residuales, en dirección al arroyo El Sabinalito.

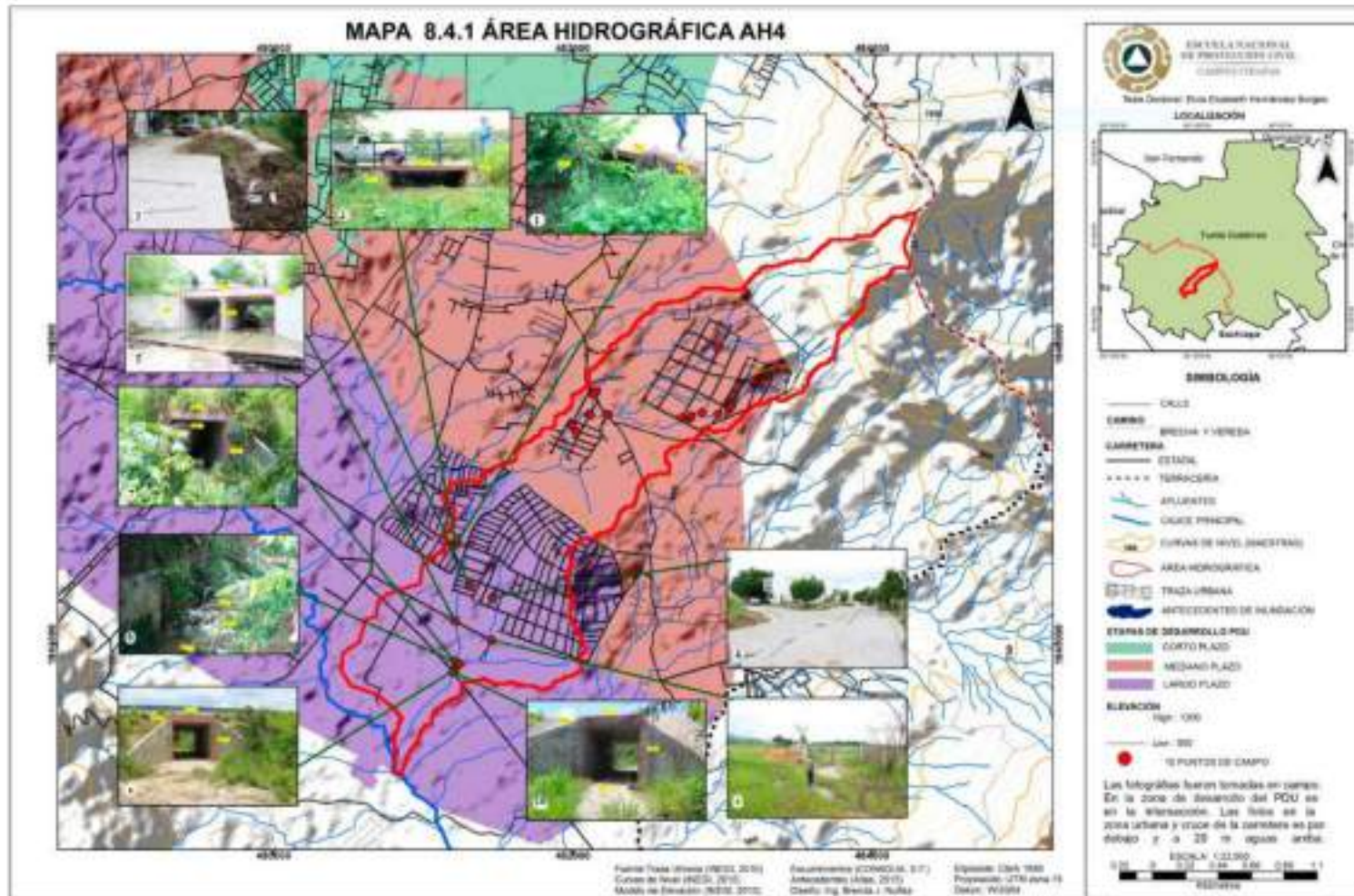
Los puntos descritos en esta Área Hidrográfica 4 (AH4) se sintetizan en la Tabla 18 y localizan en el Mapa 8.4.1, acompañados de algunas fotografías.



**Tabla 18.** Puntos de control del AH4; Mapa 8.4.1

| Puntos de control del AH4, Mapa 8.4.1 |        |         |                                                                                                                                                            |                                                                                     |     |        |         |                                                                                                                                                          |                                                                                      |
|---------------------------------------|--------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                   | x      | Y       | Descripción                                                                                                                                                | Fotografía                                                                          | No. | x      | Y       | Descripción                                                                                                                                              | Fotografía                                                                           |
| 1                                     | 481227 | 1846685 | En el Fracc. Real del Bosque encontramos la entrada del puente, con un muro con grosor de 25 cm, anchura de 3.2 m y altura de 1 m                          |   | 6   | 481460 | 1846025 | Modificación de escurrimiento natural por una brecha, lo que provoca el encharcamiento en esa zona parcelada                                             |   |
| 2                                     | 481219 | 1846664 | En Real del Bosque, vista posterior del puente. La estructura tiene una altura de 1 m, anchura de 3.20 m y espesor de 25 cm                                |   | 7   | 481215 | 1845885 | Puente cuadrangular con 2.5 m de altura y 2.5 m de anchura, con aguas residuales                                                                         |   |
| 3                                     | 481312 | 1846392 | Colapso de vialidad, calle las Malvas, Fracc. Real del Bosque; observamos material de arrastre. Las flechas representan el flujo del escurrimiento pluvial |   | 8   | 481243 | 1845868 | El cauce tiene una base menor de 6 m, altura de 1.4 m y base mayor de 9 m, con aguas residuales                                                          |   |
| 4                                     | 481463 | 1846306 | En este punto desaparece el cauce natural, las escomentas fluyen por el Boulevard Nogal                                                                    |   | 9   | 481213 | 1845826 | Vialidad en el Nuevo Libramiento Sur: el puente tiene una longitud de 14.20 m, dimensiones de 4.60 m por 4m, con 60 cm de espesor del muro (vista norte) |   |
| 5                                     | 481216 | 1846152 | Puerta con dos salidas de 2.50 a cada lado y 3 m de altura; en total 6.25 m de longitud, en el arroyo fluyen aguas residuales                              |  | 10  | 481202 | 1845812 | Vista sur del puente del Nuevo Libramiento Sur, tiene una longitud de 14.20 m, dimensiones de 4.6 m por 4 m, 60 cm de espesor en el muro superior        |  |

Mapa 14. Mapa 8.4.1. Área Hidrográfica AH4.



#### **4.6. Área Hidrográfica AH5**

En esta área hidrográfica se tienen tres antecedentes de inundación. De acuerdo a información proporcionada por la Secretaría de Protección Civil Municipal, encontramos información respecto a dos de los tres casos documentados sobre afectaciones por inundación en los fraccionamientos Los Olivos y Loma Bonita.

En el Área Hidrográfica 5 se encuentran las zonas de crecimiento a largo, mediano y corto plazo. En la zona de crecimiento a corto plazo las construcciones de viviendas y vialidades han afectado drásticamente las condiciones del cauce natural del arroyo principal. Es también notable el acelerado crecimiento en esta área, debido a la colindancia con el ejido de Terán y a la confluencia con la zona considerada como corredor comercial, la calzada Emiliano Zapata, vía de acceso a todas las colonias en esta zona ejidal, incluido San José Terán, y también el acceso al Nuevo Libramiento Sur.

En esta área hidrográfica son notables los cambios de uso de suelo. Se pueden observar grandes extensiones de terrenos para comercio, entre ellos fábricas como Chiaplast, Bodega Aurrerá y las oficinas de la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Estado, en el antiguo aeropuerto de Terán, así como gasolineras, tiendas de construcción y bodegas, que al realizar el cambio de uso de suelo han modificado, bloqueado y desaparecido los escurrimientos y el cauce natural del arroyo principal de esta área hidrográfica.

Esta área hidrográfica tiene un perímetro de 19.5 km y cubre 1,040 ha; es la más extensa, por lo que debimos levantar 40 puntos de control en campo y generar cuatro mapas.

##### **4.6.1. Área Hidrográfica 5 (Mapa 8.5)**

Punto de control 1 (482256, 1850385 UTM, Tabla 18). Tiene como referencia la calzada Emiliano Zapata; según registros de la Secretaría de Protección Civil Municipal, constantemente se han tenido reportes de encharcamientos de esta vialidad durante la temporada de lluvia, ya que un afluente urbano con dirección poniente a oriente fue obstruido por esta calzada. La Fotografía 60 muestra el punto de control 1 y la Fotografía 61 muestra, en la misma vialidad, una alcantarilla pluvial con erosión producto de los escurrimientos (punto de control 2, 482237, 1850308 UTM, Tabla 18).





**Fotografía 60** (izq.). Calzada Emiliano Zapata, presenta encharcamientos por escurrimientos pluviales debido a que las construcciones desviaron el cauce natural. **Fotografía 61** (der.). Alcantarilla pluvial erosionada por escurrimientos pluviales.

Punto de control 3 (482244, 1850293 UTM, Tabla 18). Observamos el paso del cauce natural modificado por la construcción de viviendas y vialidad; encontramos un canal con dimensiones de 0.5 m de altura y 0.8 m de anchura a cada lado de la calzada Emiliano Zapata para distribuir el escurrimiento pluvial (Fotografía 62).

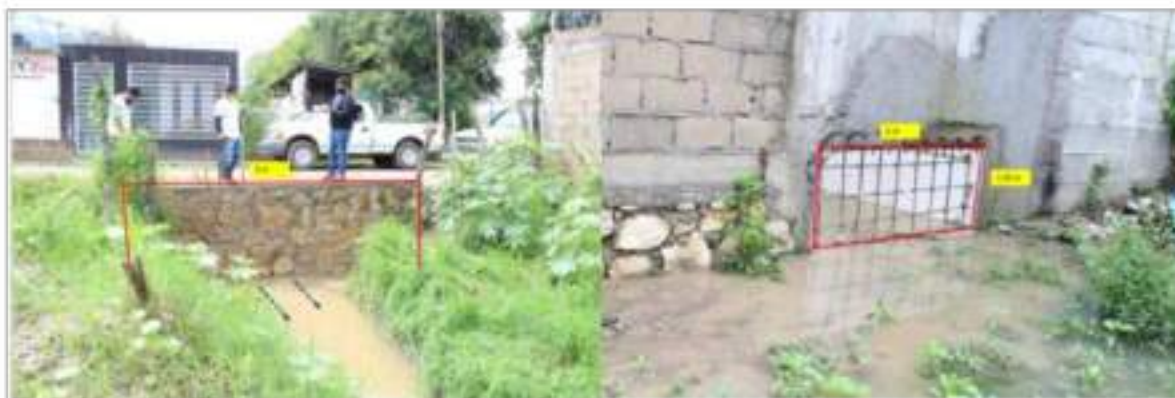


**Fotografía 62.** Canal pluvial sobre la calzada Emiliano Zapata, que distribuye el escurrimiento natural que fue modificado por la construcción de viviendas.

En el punto de control 4 (482417, 1850193 UTM, Tabla 18). Identificamos el escurrimiento en su forma natural, al que redirige un puente de mampostería con longitud de 5



m y 2 m de altura. En este punto el flujo de agua es constante y por la pendiente llega a topar con el punto de control 5 (482417, 1850193 UTM, Tabla 18) en donde levantamos evidencia de la construcción de una bodega, que tiene una rejilla hecha de varillas para dar paso al escurrimiento que atraviesa el patio, reconociendo su cauce (Fotografías 63 y 64).



**Fotografía 63** (izq.). Punto de control 4 (482417, 1850193 UTM, Tabla 18). **Fotografía 64** (der.). Punto de control 5 (482417, 1850193 UTM, Tabla 18). En ambas fotografías se observa la modificación del cauce natural.

Punto de control 6 (482332, 1850115 UTM, Tabla 18). Observamos el escurrimiento natural modificado por una calle, con un vado de 9 m de longitud y una altura de 1.78 m (Fotografía 65).



**Fotografía 65.** Escurrimiento que atraviesa una vialidad. Punto de control 6 (482332, 1850115 UTM, Tabla 18).

Punto de control 7 (482485, 1849827 UTM, Tabla 18). Observamos el cauce natural por debajo de un puente y canal de mampostería que dirige los escurrimientos en la colonia

Loma Bonita. La anchura del puente es de 3 m y la altura de 1.50 m (Fotografía 66). En dirección sur establecimos el punto de control 8 (482467, 1849828 UTM Tabla 18) en donde observamos que el escurrimiento retoma su forma natural, con una anchura de 2.5 m (Fotografía 67).



**Fotografía 66** (izq.). Puente y canal de mampostería que transporta el escurrimiento por debajo de vialidad en la colonia Loma Bonita, y se dirige a su entorno natural. **Fotografía 67** (der.). Canal de 2.50 m.

En los últimos dos puntos de control de esta área hidrográfica observamos estrangulamiento del cauce natural; en el punto de control 9 (482476, 1849667 UTM, Tabla 18) esto es consecuencia de una tubería de concreto, con un diámetro de 1 m, que atraviesa el puente de mampostería, que tiene una altura de 2.4 m y una anchura de 2.5 m. En el punto de control 10 (482463, 1849664 UTM, Tabla 18) el mismo escurrimiento lo transporta una alcantarilla pluvial que se extiende 2.30 m sobre la vialidad (Fotografías 68 y 69).



**Fotografía 68** (izq.). Paso del escurrimiento natural a través de tubo de concreto. **Fotografía 69** (der.). Alcantarilla pluvial que transporta el escurrimiento por la zona urbana.

El mapa 8.5 presenta la evidencia de los asentamientos humanos en solares urbanos, establecidos así por el propio comisariado. Sin embargo, existen modificaciones a los escurrimientos que terminan en el arroyo El Sabinalito, especialmente en los puntos en donde se encuentran bodegas que cubren grandes extensiones. Con el recorrido y los datos obtenidos en el mismo elaboramos la Tabla 18 y el Mapa 8.5 Área Hidrográfica 5, el cual se acompaña con algunas de las fotografías que obtuvimos en campo.

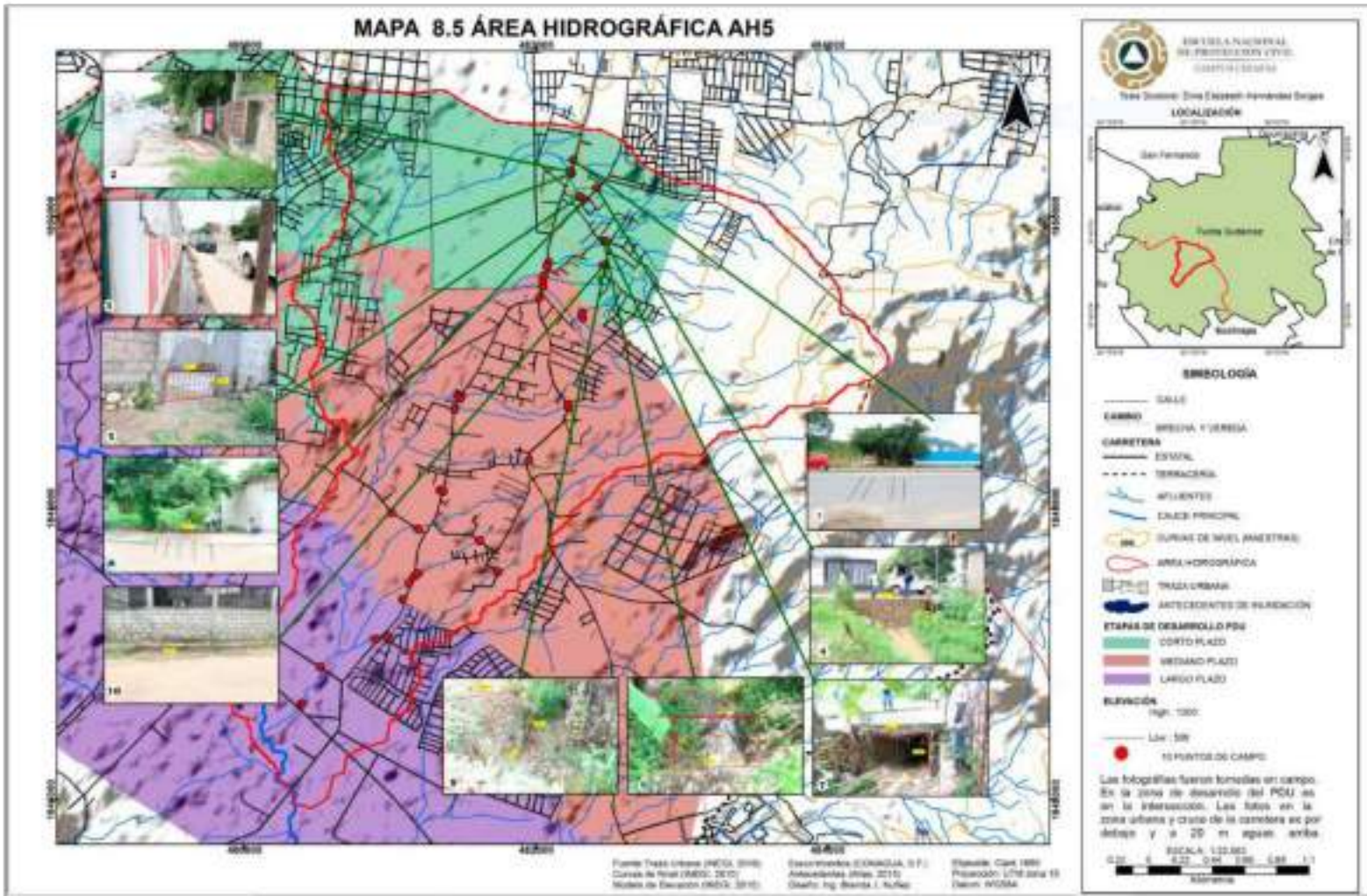


**Tabla 19.** Puntos de control del AH5, Mapa 8.5.

| No. | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                           | Fotografía                                                                           | NO. | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                         | Fotografía                                                                            |
|-----|--------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 482256 | 1850365 | Calle Emiliano Zapata. El cauce ha sido constantemente bloqueado y genera escurrimientos a la vialidad, con arrastre de material consolidado                                                                                                                                          |    | 6   | 482332 | 1850115 | Escurrimiento natural modificado por vialidad: se localiza un vado de 9 m de longitud y altura de 1.78 m. Las flechas representan el flujo del agua |    |
| 2   | 482237 | 1850308 | Los escurrimientos van direccionados hacia alcantarilla pluvial, la cual es insuficiente en temporada de lluvia                                                                                                                                                                       |    | 7   | 482485 | 1849827 | Cauce natural con puente de mampostería, con altura de 1.5 m y 3 m de anchura                                                                       |    |
| 3   | 482244 | 1850293 | El paso del cauce natural fue modificado por la construcción de viviendas y vialidad; encontramos un canal con dimensión de .5 m de altura y .8 m de anchura para distribuir el escurrimiento pluvial                                                                                 |    | 8   | 482467 | 1849828 | Escurrimiento natural, con base mayor de 2.5 y altura de 1.5 m                                                                                      |    |
| 4   | 482417 | 1850193 | Dentro de la colonia Loma Bonita encontramos un puente de mampostería con 2 m de altura y longitud de 5 m, en donde se observó un flujo de agua constante                                                                                                                             |    | 9   | 482476 | 1849667 | Puente de mampostería con un tubo de concreto de 1 m de diámetro, con altura 2.4 m y anchura de 2.5 m                                               |   |
| 5   | 482301 | 1850134 | La pendiente natural del escurrimiento dirige el agua, pero se encuentra con bodegas y construcciones. La imagen corresponde a la parte trasera de una bodega, en donde tuvieron que construir estructura de salida del agua, con una dimensión de 2 m de anchura por 1.5 m de altura |  | 10  | 482463 | 1849664 | Alcantarilla pluvial de 2.30 m de longitud sobre vialidad                                                                                           |  |



**Mapa 15.** Mapa 8.5, Área Hidrográfica AH5.



#### **4.6.2. Área Hidrográfica AH5.1 (Mapa 8.5.1.)**

El levantamiento de puntos de control del Área Hidrográfica 5.1, se realizó sobre la calzada Emiliano Zapata, desde las oficinas de la extinta empresa denominada Conejobús con dirección al camino rural a Pacú. En el punto de control 1 (482088, 1849684 UTM, Tabla 19, Fotografía 70) observamos vialidad y escurrimiento que cruza la calzada Emiliano Zapata, de oriente a poniente, con descargas pluviales que viajan a través de canales con dimensiones de 1 m de anchura.



**Fotografía 70.** Canal para descargas pluviales.

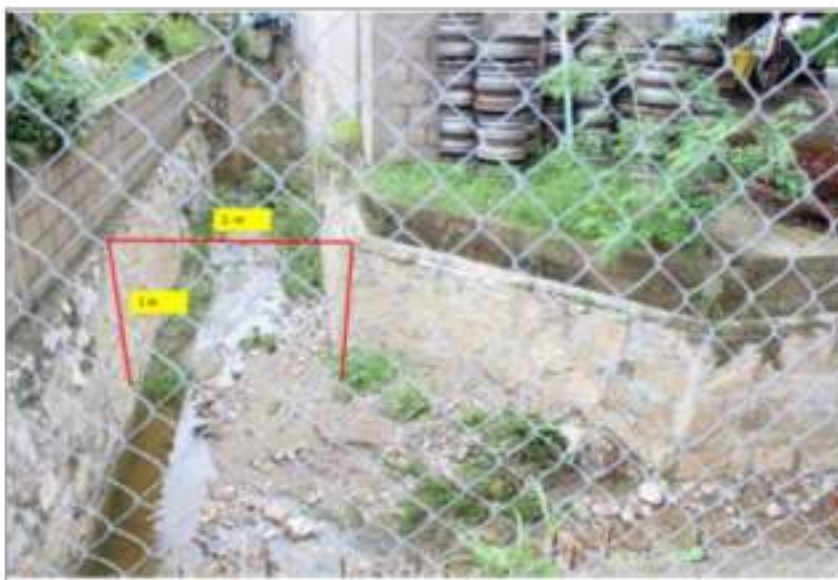
Punto de control 2 (482076, 1849659 UTM, Tabla 19, Fotografía 71). Observamos el predio ocupado en parte por la administración de la empresa que era conocida como Conejobús, en la calzada Emiliano Zapata. Paralelo al predio, observamos un canal pluvial azolvado, con dimensiones de 1 m de altura y 2.5 m de anchura.





**Fotografía 71.** Canal pluvial azolvado en la calzada Emiliano Zapata, oficinas del Conejobús.

Punto de control 3 (482055, 1849589 UTM, Tabla 19, Fotografía 72). Sobre la calzada Emiliano Zapata, de norte a sur, apenas unos metros después de las oficinas del Conejobús comienzan los asentamientos de viviendas, y poco a poco se va modificando el canal con dimensiones de 1 m de altura y 2 m anchura; en este punto el canal pasa al lado de una vivienda y dentro de un predio.



**Fotografía 72.** Canal pluvial dentro del terreno de una vivienda.

Punto de control 4 (482047, 1849555 UTM, Tabla 19, Fotografía 73). Observamos el mismo canal pluvial (véase Fotografía 72), que en este punto colinda con la pared de una vivienda y un puente peatonal sobre la vialidad, enmarcado por una estructura de varilla y malla ciclónica para atrapar la basura que viaje por el canal. Las dimensiones del puente son 1.30 m de altura y 2.5 m de anchura.



**Fotografía 73.** Puente peatonal sobre canal pluvial en calzada Emiliano Zapata.

En el punto de control 5 (482050, 1849519 UTM, Tabla 19) ubicamos una alcantarilla pluvial de 1.40 m de anchura y 9.65 m de longitud, y otra alcantarilla en el punto de control 6 (482023, 1849438 UTM, Tabla 19) con dimensiones de 1.40 m de anchura y 5 m de longitud. Conocimos reportes de la Secretaría de Protección Civil Municipal contenidos en el dictamen número SPCM/DIRIE/AVR/0268/19, dirigido a la Secretaría de Desarrollo Urbano Municipal, sobre los problemas en la vialidad de la calzada Emiliano Zapata por saturación de agua, consecuencia de escurrimientos pluviales durante la temporada de lluvia (Fotografías 74 y 75).





**Fotografía 74** (izq.). Punto de control 5 (482050, 1849519 UTM, Tabla 19).

**Fotografía 75** (der.). Punto de control 6 (482023, 1849438 UTM, Tabla 19).

Punto de control 7 (482316, 1849340 UTM, Tabla 19). En las bodegas de CERAMAT, encontramos un puente de mampostería de 9 m de longitud y 1.5 m de altura con tres tubos de concreto de 50 cm, completamente azolvados con llantas, basura y material vegetal.

Punto de control 8 (482323, 1849304 UTM, Tabla 19). Encontramos un puente con pila intermedia que transporta el escurrimiento pluvial de norte a sur, con dimensiones de 7 m de longitud y 1.5 m de altura. En este punto observamos una barda en terreno particular en la que colocaron una reja de varilla para atrapar basura y permitir el paso del agua.



**Fotografía 76** (izq.). Se muestran las condiciones del puente azolvado en la vialidad que colinda con las bodegas de CERAMAT (punto de control 7). **Fotografía 77** (der.). Puente con pila intermedia que atraviesa propiedad privada delimitada con barda.

Los últimos tres puntos de control se levantaron sobre la vialidad rural Camino a Pacú. Esta vialidad es una de las principales de comunicación en la zona ejidal. En el Punto de control 9 (482219, 1848711 UTM, Tabla 19, Fotografía 78) los escurrimientos pluviales fluyen por la vialidad de terracería.



**Fotografía 78.** Las flechas señalan el flujo del escurrimiento intermitente sobre vialidad.

Punto de control 10 (482225, 1848687 UTM, Tabla 19). Observamos canal pluvial con longitud de 3.1 m, 1.8 m de altura con tubo de concreto de 1.40 m de diámetro, que cruza la vialidad camino rural a Pacú. Podemos apreciar que el puente tiene poco tiempo de construido y presenta poco azolvamiento. En las mismas condiciones encontramos el Punto de Control 11 (481952, 1848327; Tabla 19), 500 metros aguas abajo (Fotografías 79 y 80).



**Fotografía 79** (izq.). Punto de control 10, canal pluvial sobre vialidad del camino rural a Pacú.

**Fotografía 80** (der.), El mismo canal pluvial, 500 metros aguas abajo.

Finalmente, en el punto de control 12 (481615, 1847775 UTM, Tabla 19, Fotografía 60), observamos que, por pendiente, el escurrimiento natural atraviesa zonas parceladas hasta salir por vialidad de terracería.



**Fotografía 81.** Punto de control 12, las flechas indican la dirección que los escurrimientos toman sobre la vialidad.

En esta área hidrográfica en la zona ejidal se concentró el uso de suelo para asentamiento humano. Ahí observamos el avance de la mancha urbana con la colindancia de las faldas del cerro Mactumatzá y amplias zonas de parcelas que contrastan con terrenos en proceso de lotificación sobre la vialidad de terracería camino a Pacú. Con el recorrido de campo y los datos obtenidos en el mismo, elaboramos la Tabla 19 y el Mapa 5.2 del Área Hidrográfica 5, el cual acompañamos con algunas fotografías.

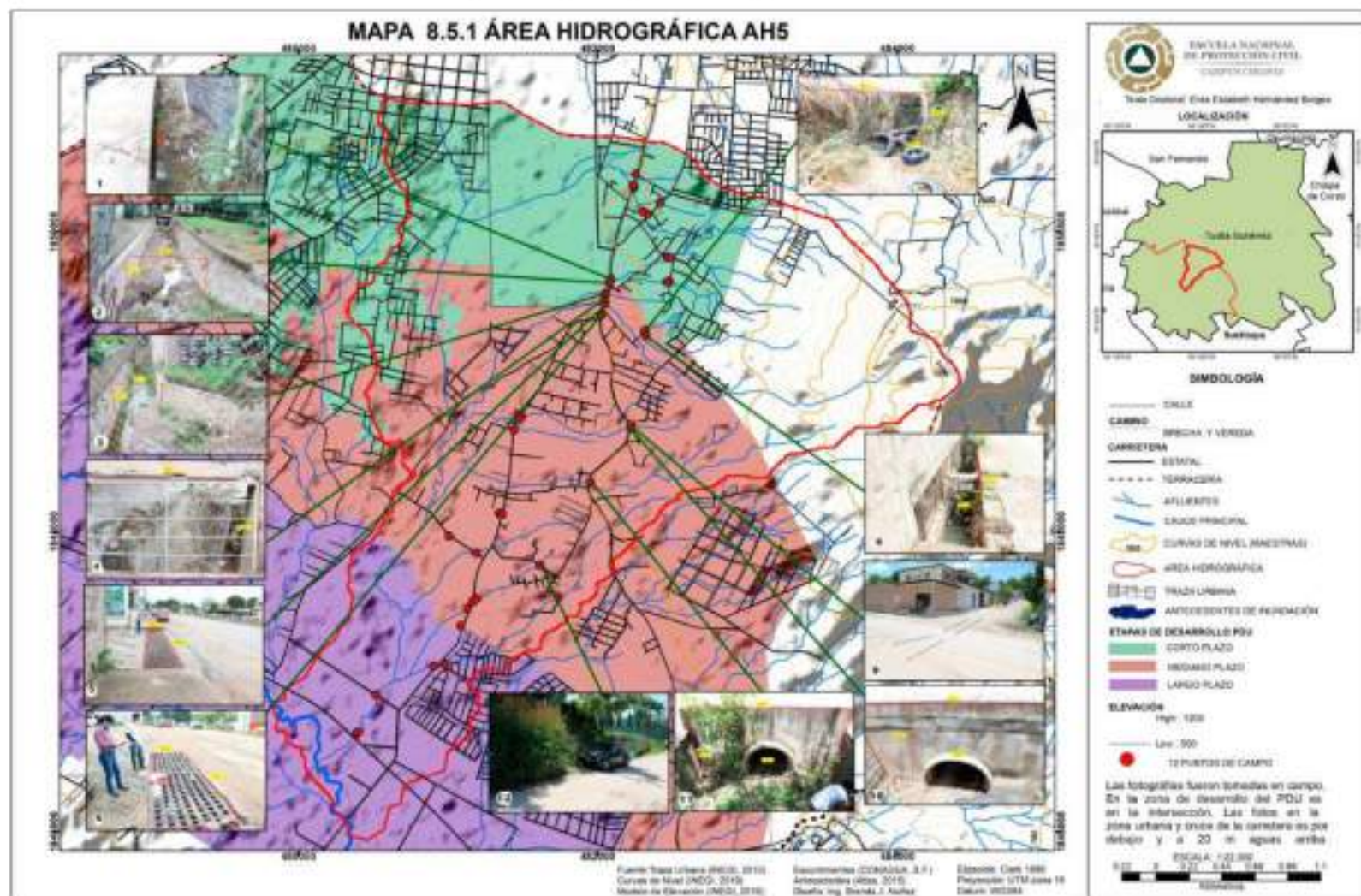


**Tabla 20.** Puntos de control del AH5, Mapa 8.5.1.

| Puntos de control del AH5, Mapa 8.5.1 |        |         |                                                                                                                                                                               |                                                                                      | No. | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                                                           | Fotografía                                                                            |
|---------------------------------------|--------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                   | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                                                   | Fotografía                                                                           | No. | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                                                           | Fotografía                                                                            |
| 1                                     | 482088 | 1849684 | Descargas de aguas pluviales sobre vialidad calzada Emiliano Zapata, con azolvamiento                                                                                         |    | 7   | 482316 | 1849340 | Col. Loma Bonita, detrás de CERAMAT. Puente de mampostería con longitud de 9 m y 1.57 m de altura, con tres tubos de concreto con diámetros de 0.5 m que se encontraron azolvados     |    |
| 2                                     | 482076 | 1849659 | Canal pluvial en la vialidad colidante con las oficinas del Conejibus, con malla perimetral, dimensiones 1 m por 2.5 m                                                        |    | 8   | 482323 | 1849304 | Col. Loma Bonita, detrás de CERAMAT. Canal pluvial con longitud de 7 m y altura de 1.5 m                                                                                              |    |
| 3                                     | 482055 | 1849589 | Cauce natural modificado por vialidad y construcción, viaja paralelo a ésta por canal con dimensiones de 1m por 2m                                                            |    | 9   | 482219 | 1848711 | Camino rural a Pacú. Flujo de agua proveniente de cauce modificado en la colonia Loma Bonita. Las líneas azules indican que los escurrimientos fluyen de forma laminar sobre vialidad |    |
| 4                                     | 482047 | 1849555 | Escorrentamiento modificado por un puente con altura de 1 m y anchura de 2.5 m                                                                                                |    | 10  | 482225 | 1848687 | Canal pluvial con longitud de 3.1 m, altura de 1.8 m y un tubo de concreto de 1.40 m de diametro, cruza la vialidad camino rural a Pacú                                               |    |
| 5                                     | 482050 | 1849519 | Escorrentamiento por la calle, desemboca en una alcantarilla con longitud de 9.85 m y anchura de 1.40 m. Las líneas azules indican la dirección del agua pluvial              |   | 11  | 481952 | 1848327 | Canal pluvial con longitud de 3.1 m y altura de 1.8 m y un tubo de concreto de 1.40 m de diametro, azolvado por material de arrastre                                                  |   |
| 6                                     | 482023 | 1849438 | Escorrentamiento por la calle que desemboca en una alcantarilla con una longitud de 5 m y anchura de 1.40 m. Las líneas azules indican la dirección del escurrimiento pluvial |  | 12  | 481615 | 1847775 | Escorrentamiento modificado por una construcción, flujo laminar sobre vialidad                                                                                                        |  |



Mapa 16. Mapa 8.5.1, Área Hidrográfica AH5



#### 4.6.3. Área Hidrográfica AH5.2 (Mapa 8.5.2.)

Este tercer mapa del área hidrográfica 5, completa el levantamiento de puntos sobre la calzada Emiliano Zapata, en donde la mancha urbana ya avanzó, pues no solo se construyeron asentamientos humanos, sino principalmente comercios.

Punto de control 1 (481491, 1848767 UTM, Tabla 20, Fotografía 82). Encontramos un puente de 1.10 m de altura y 3 m de longitud, frente al Vivero Jardines de Terán. Bajo el puente pasa un arroyo perenne en dirección norte-sur. En la fotografía se observa que pasa por terrenos particulares delimitados con alambre de púas.



**Fotografía 82.** Puente de mampostería que transporta el arroyo a la altura del Vivero Jardines de Terán.

Punto de control 2 (481470, 1848776 UTM, Tabla 20). Vialidad calzada Emiliano Zapata, recibe los escurrimientos pluviales a través de una alcantarilla con dimensiones de 60 cm por 70 cm que encontramos azolvada por basura y material vegetal. De esta vialidad obtuvimos reportes en los números de emergencia, en poder de la Secretaría de Protección Civil Municipal, que indican que la vialidad ha presentado encharcamientos con afectación a vehículos en la temporada de lluvia debido a la insuficiente infraestructura pluvial, lo que se puede observar en el punto de control 3 (481479, 1848749 UTM, Tabla 20). Las fotografías 83 y 84 presentan los puntos de control 2 y 3, sobre la calzada Emiliano Zapata.





**Fotografía 83** (izq.). Alcantarilla pluvial en calzada Emiliano Zapata (481470, 1848776 UTM, Tabla 20).

**Fotografía 84** (der.). En este sitio se presentan encharcamientos en la temporada de lluvia (481479, 1848749 UTM Tabla 20).

Punto de control 4 (481442, 1848676 UTM, Tabla 20, Fotografía 85). A un costado de la vialidad, con dirección suroeste encontramos una zona sin construcciones en cuyos terrenos se interceptan dos puentes, ambos con 2.15 m de altura; el primero tiene una longitud de 3.45 m y un tubo de concreto de 1 m de diámetro; el segundo presenta una longitud de 2.5 m. También observamos un arroyo fluido y con arrastre de material vegetal.



**Fotografía 85.** Intersección de dos puentes sobre la calzada Emiliano Zapata (481442, 1848676 UTM, Tabla 20).

Punto de control 5 (481364, 1848113 UTM, Tabla 20). Observamos cómo debido a la construcción de viviendas en la zona, y por la específica de un motel, se obstruye un escurrimiento natural, dejándole únicamente paso a través de un canal que atraviesa la calzada

Emiliano Zapata. Con respecto a este punto, tenemos información documentada que es evidencia de la susceptibilidad en la zona; por ejemplo, la valoración de riesgos SPCM/DIRIE/AVR/00304//19, emitida por la Secretaría de Protección Civil Municipal, expone que este canal se encuentra bloqueado debido a que los habitantes expresaron que el escurrimiento transportaba agua de drenaje, e incluso demostraron con estudios que el agua estaba contaminada. Como se recordará, la colonia Loma Bonita no cuenta con servicio de drenaje por lo que utilizan letrinas. Al ser insuficiente el canal pluvial, los escurrimientos, antes área hidrográfica natural ahora convertida en urbana, cruzan la vialidad y desembocan en terrenos particulares a través de un vertedero pluvial con dimensiones de 0.5 m de altura y anchura de 1.7 m (punto de control 6, 481343, 1848120 UTM). Además, accedimos al expediente administrativo const/540/20 de la Secretaría de Desarrollo Urbano y al oficio SGG/CA/0883/2020 de la Coordinación de Asesores del Gobierno del Estado, los cuales exponen que el predio denominado San Pablo, parcela 971 Z-1 P1/1 obstruyó el cauce natural rellenándolo por completo, lo que ha provocado inundaciones en el fraccionamiento Los Olivos, compuesto por 12 viviendas, mismo que no cuenta con permisos ni servicios municipales. Ambos registros se presentan en las Fotografías 86 y 87.



**Fotografías 86 y 87** (izq. y der.). Cauce de escurrimiento natural con flujo este-oeste, que fue modificado por construcciones y obstrucción total del canal pluvial que atraviesa la vialidad, por lo que fluye sobre el asfalto hasta llegar a vertedero pluvial.

El punto de control 7 (481009, 1847968 UTM, Tabla 20). Lo registramos sobre vialidad rural, en donde aún observamos el cauce natural en zona parcelada, con un vado de



dimensiones 1.2 m en la base menor, 2.10 en la base mayor y 85 cm de profundidad. En el punto de control 8 (481191, 1847856 UTM, Tabla 20) observamos el mismo cauce natural, más cercano a la calzada Emiliano Zapata, pero que ha sufrido alteración por movimiento de tierra para dirigir el escurrimiento a la parcela. Durante el recorrido observamos estancamiento de agua de lluvia. Ambas condiciones se presentan en las fotografías 88 y 89.



**Fotografías 88 y 89.** Cauce natural en zona parcelada, colindante con vialidad de terracería.

Punto de control 9 (481741, 1847562 UTM, Tabla 20, Fotografía 90). Aquí encontramos una zona residencial en construcción denominada Valle Verde, que modificó el escurrimiento intermitente que atraviesa la vialidad para reencontrarse con el área natural. En el registro fotográfico puede observarse humedad sobre vialidad de terracería.



**Fotografía 90.** Escurrimiento intermitente modificado por la construcción del fraccionamiento Valle Verde. Las flechas indican la dirección del flujo de agua.

Punto de control 10 (481192, 1847550 UTM, Tabla 20, Fotografía 91). Nuevamente paralelo a la vialidad de la calzada Emiliano Zapata, encontramos drenaje pluvial de forma rectangular, con anchura de 2.85 m y altura de 1.20 m, así como dos tubos de plástico corrugado de 37 cm de diámetro cada uno, en malas condiciones.



**Fotografía 91.** Drenaje pluvial con tubos de plástico corrugado, estropeados (481192, 1847550 UTM).

Punto de control 11 (481165, 1847530 UTM). Nuevamente observamos el cauce natural modificado con un canal pluvial que atraviesa la calzada Emiliano Zapata, con flujo suroeste, hacia el centro comercial Bodega Aurrerá. En el punto de control 12 (481132, 1847488 UTM, Tabla 20) encontramos, sobre la misma vialidad, una alcantarilla dañada y tapada con material de arrastre. Ambos registros se presentan en las Fotografías 92 y 93.



**Fotografía 92** (izq.). Esguimiento natural modificado por la construcción de viviendas, que distribuyen el esguimiento de forma laminar sobre vialidad. **Fotografía 93** (der.). Corresponde a alcantarilla dañada en la principal avenida de la zona de crecimiento.

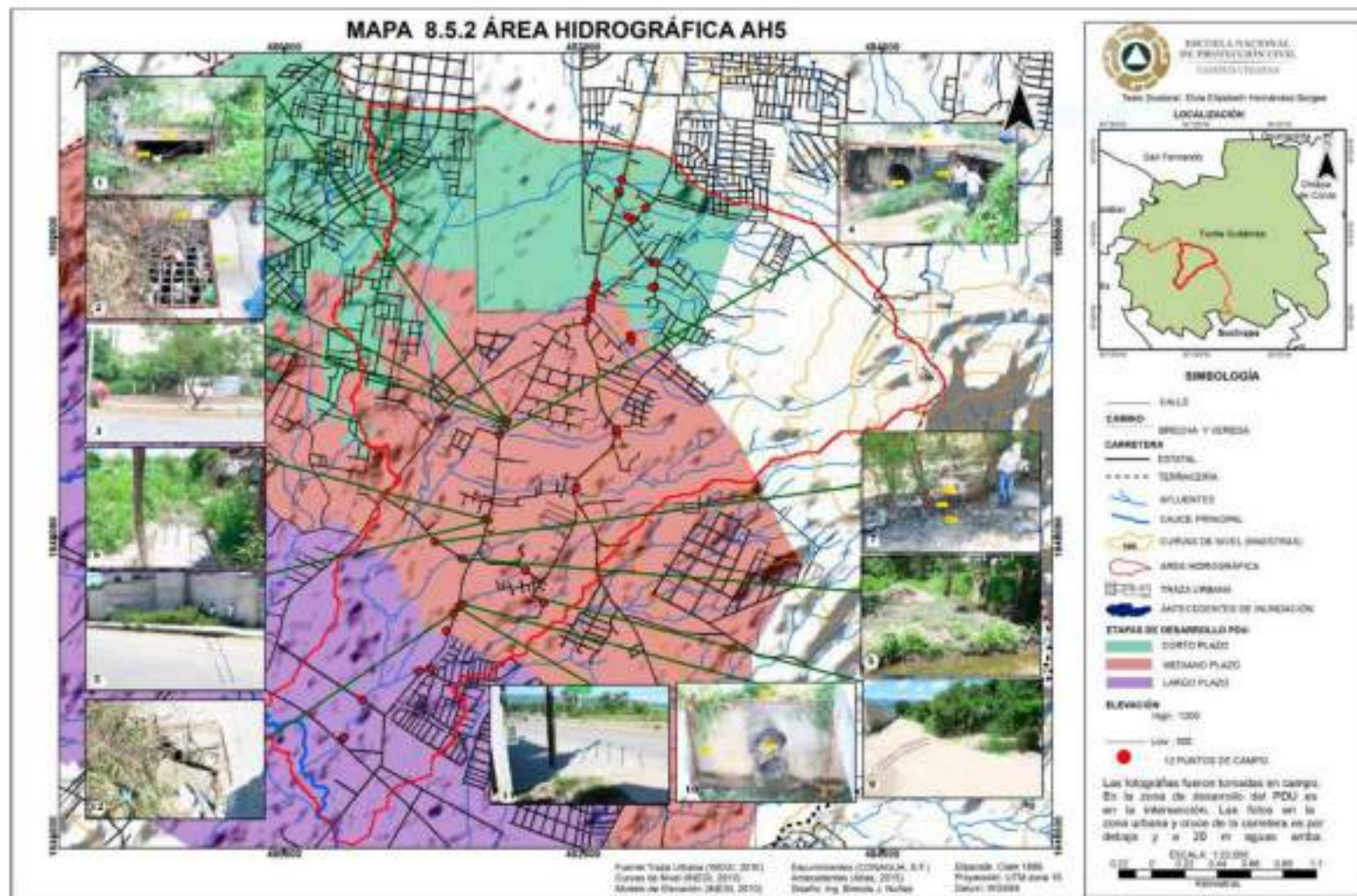
Con 12 puntos se registraron las zonas más susceptibles a inundaciones en esta vialidad tan importante para el crecimiento urbano, que no solo contempla viviendas sino también comercios. Observamos que, durante la construcción de fraccionamientos y comercios ya se obstruyeron los cauces naturales, lo que hemos asentado aquí, además de las valoraciones de riesgo que emitió la Secretaría de Protección Civil Municipal. En esta zona ya existe vulnerabilidad, muy semejante a la de Tuxtla vieja. Estos puntos vulnerables se encuentran sintetizados en la Tabla 20 y localizados en el Mapa 8.5.2, acompañado de algunas fotografías.



**Tabla 21.** Puntos de control del AH5, Mapa 8.5.2.

| Puntos de control del AH5, Mapa 8.5.2 |        |         |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                      | No. | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                                                                                | Fotografía                                                                            |
|---------------------------------------|--------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                   | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                                                                                 | Fotografía                                                                           |     |        |         |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                       |
| 1                                     | 481491 | 1848767 | Puente rectangular de 3 m por 1.10 m, como referencia Vivero Jardines de Terán                                                                                                                              |    | 7   | 481009 | 1847968 | Cauce natural en zona parcelada, con vado de dimensiones 1.2 m en la base menor, 2.10 en la base mayor y 85 cm de altura                                                                                   |    |
| 2                                     | 481470 | 1848776 | Sobre vialidad calzada Emiliano Zapata, alcantarilla pluvial con material de arraste, dimensión de 70 cm por 60 cm, para canalizar los escurrimientos urbanos                                               |    | 8   | 481191 | 1847856 | Cauce natural que ha sufrido movimiento de tierra. Observamos agua estancada por la época de lluvias                                                                                                       |    |
| 3                                     | 481479 | 1848749 | Encharcamiento y material de arrastre en la calzada Emiliano Zapata, por modificación del cauce natural                                                                                                     |    | 9   | 481741 | 1847562 | El escurrimiento pluvial atraviesa vialidad de terracería (líneas azules). Detrás se encuentra el asentamiento denominado Valle Verde                                                                      |    |
| 4                                     | 481442 | 1848676 | Inteacción de dos vialidades con dos puentes: uno de forma rectangular con 2.15 de altura y 2.5 m de anchura. El segundo con longitud de 3.45 m y un tubo de concreto con un diámetro de 1 m                |    | 10  | 481192 | 1847550 | Paralelo a la calzada Emiliano Zapata, encontramos drenaje pluvial con las siguientes dimensiones: anchura 2.85 m y 1.20 m de altura, de forma rectangular, con 2 tubos de plástico con diámetros de 37 cm |    |
| 5                                     | 481364 | 1848113 | Cauce natural bloqueado por el crecimiento urbano, el paso del agua es a través de un dren pluvial que está tapado. En la foto se ve la construcción de motel, enfrente está el fraccionamiento Los Olivos  |   | 11  | 481165 | 1847530 | Cauce natural modificado, ahora escurre de forma laminar sobre vialidad, referencia Bodega Aurrerá, calzada Emiliano Zapata                                                                                |   |
| 6                                     | 481343 | 1848120 | Vertedero pluvial a través del cual se dirigen los escurrimientos de lo que fue el cauce natural. Las dimensiones de la obra pluvial son de 0.5 m de altura y anchura de 1.7 m Referencia Fracc. Los Olivos |  | 12  | 481132 | 1847488 | Alcantarilla dañada y tapada con material de arrastre sobre la calzada Emiliano Zapata                                                                                                                     |  |

**Mapa 17.** Mapa 8.5.2, Área Hidrográfica AH5.



#### 4.6.4. Área Hidrográfica AH5.3 (Mapa 8.5.3.)

Este es el último mapa del área hidrográfica 5, con puntos levantados sobre la vialidad principal en la zona de crecimiento, la calzada Emiliano Zapata.

Punto de control 1 (481087, 1847373 UTM, Tabla 21, Fotografía 94). Fue tomado en donde inicia el fraccionamiento Bonanza. En la vialidad observamos conducción pluvial a través de canal con profundidad de 1.20 m y anchura de 2 m con dos tubos de plástico de 0.37 m que conducen el agua hacia el río principal.



**Fotografía 94.** Canal pluvial que pasa por el fraccionamiento Bonanza.

Punto de control 2 (480983, 1847118 UTM, Tabla 21, Fotografía 95). Observamos que se respeta el cauce natural, con canal empedrado en el fraccionamiento Bonanza y dimensiones de 3.7 m de anchura y 1.5 m de profundidad.





**Fotografía 95.** Canal pluvial empedrado en el fraccionamiento Bonanza

Punto de control 3 (480907, 1847103 UTM, Tabla 21, Fotografía 96). Observamos el paso del escurrimiento pluvial empedrado de norte a sur, por debajo de la calzada Emiliano Zapata. Dimensiones del dren, 4.8 m de anchura y 1.5 m de altura; tubo de 1.20 m de diámetro.



**Fotografía 96.** Canal pluvial que atraviesa la calzada Emiliano Zapata.

Punto de control 4 (480523, 1846910 UTM, Tabla 21, Fotografía 97). A partir de este punto observamos que el cauce natural pasa por una estructura hidráulica con medidas 7.5 m de anchura y 4.5 m de altura.



**Fotografía 97.** Puente de cemento con columnas que permite el paso del arroyo con dirección al Nuevo Libramiento Sur.

Punto de control 5 (480402, 1846662 UTM, Tabla 21, Fotografía 98). Observamos el cauce natural cercano al Nuevo Libramiento Sur, con aguas residuales domésticas; base menor 2.8 m, profundidad 4 m y 4.5 m de anchura.



**Fotografía 98.** Contaminación del arroyo con aguas residuales (480402, 1846662 UTM).

Finalmente, el punto de control 6 (480388, 1846650 UTM, Tabla 21, Fotografía 99), Llegada del arroyo El Sabinalito al Nuevo Libramiento Sur, paso de norte a sur. Medidas 4 m de altura, 4 m de anchura y 3.5 m de base.



**Fotografía 99.** Paso del escurrimiento por puente hidráulico debajo del Nuevo Libramiento Sur.

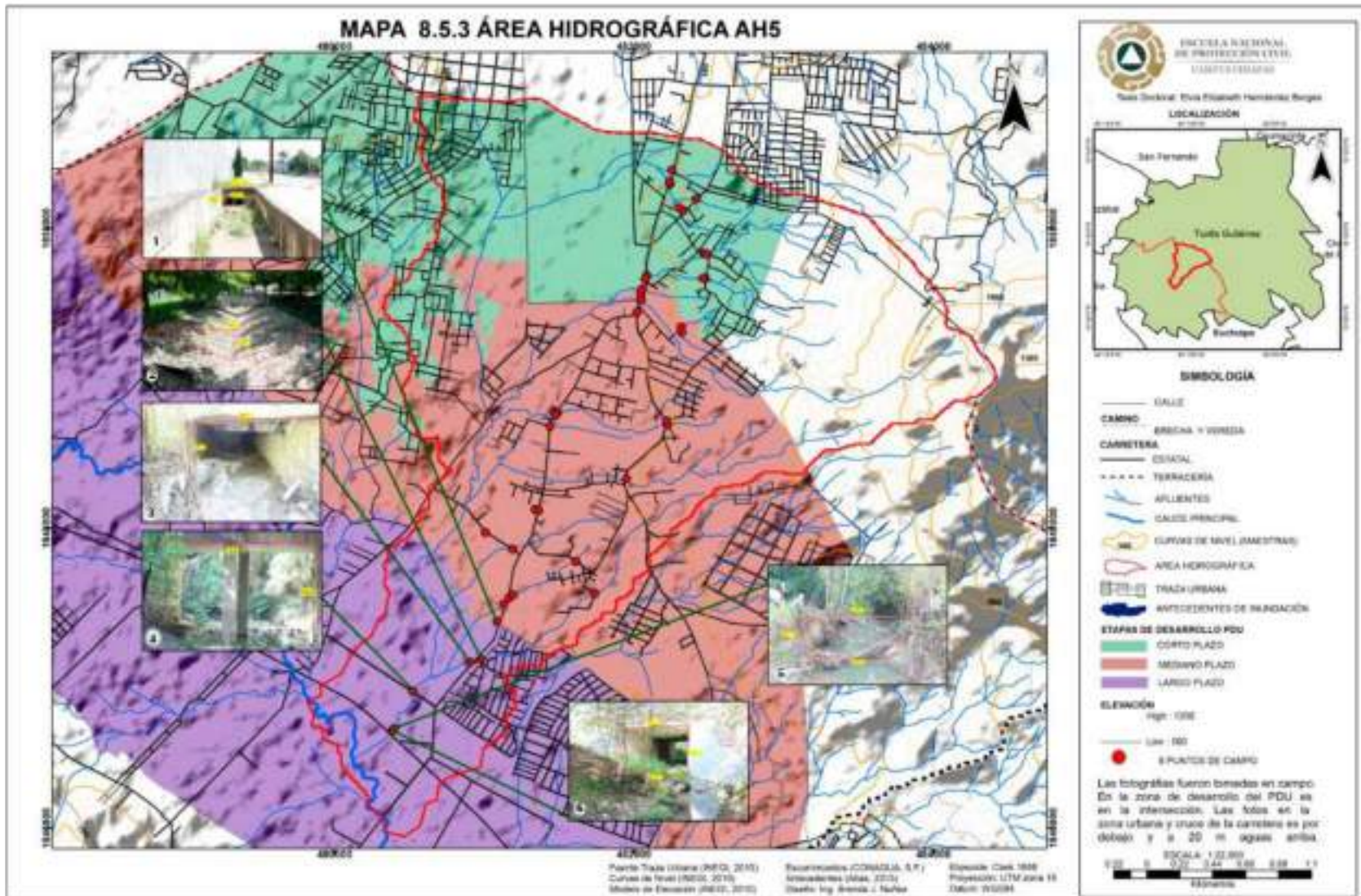
Los puntos levantados se encuentran en la Tabla 21, localizados en el Mapa 8.5.3 y los acompañamos de fotografías.



**Tabla 22.** Puntos de control del AH5, Mapa 8.5.3

| Puntos de control del AH5, Mapa 8.5.3 |        |         |                                                                                                                                                                                        |                                                                                       |
|---------------------------------------|--------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                   | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                                                            | Fotografía                                                                            |
| 1                                     | 481087 | 1847373 | conducción pluvial a través de canal con altura 1.20 m y 2 m de anchura, con dos tubos de plástico con diámetros de 37 cm                                                              |    |
| 2                                     | 480983 | 1847118 | Entrada al Fracc. Bonanza, observamos canal pluvial empedrado; anchura de 3.7 m, altura de 1.5 m                                                                                       |    |
| 3                                     | 480907 | 1847103 | Paso del escurrimiento pluvial empedrado de N a S, por debajo de la calzada Emiliano Zapata. Dimensiones del dren 4.8 m de anchura por 1.5 m de altura, con tubo de 1.20 m de diámetro |   |
| 4                                     | 480523 | 1846910 | Cauce natural que circula a través de estructura hidráulica, con medidas 7.5 m de anchura y 4.5 m de base                                                                              |  |
| 5                                     | 480402 | 1846662 | Nuevo Libramiento Sur, con aguas residuales domésticas; base menor de 2.8 m, 4 m de altura y 4.5 m de base mayor                                                                       |  |
| 6                                     | 480388 | 1846650 | Llegada al arroyo El Sabinalito, en el Nuevo Libramiento Sur, paso de norte a sur. Medidas 4 m de altura y 3.5 m de anchura                                                            |  |

**Mapa 18.** Mapa 8.5.3, Área Hidrográfica AH5.





#### 4.7. Área Hidrográfica AH6

Del área hidrográfica 6, con excepción del punto 1, los puntos del 2 al 6 corresponden al crecimiento a largo plazo, de acuerdo con el PDU, pese a que existen grandes zonas parceladas las vialidades ya están trazadas. Su extensión es de 670 ha, con un perímetro de 17 km.

Punto de control 1 (479591, 1850315 UTM, Tabla 22, Fotografía 100). Tenemos como referencia San José Terán. Esta zona está catalogada como crecimiento a corto plazo, y por ser una zona inmediata a San José Terán, la ocupación habitacional es alta. En este punto ha desaparecido el cauce natural convertido en vialidad de terracería.



**Fotografía 100.** Las flechas indican el cauce y la dirección del escurrimiento natural del AH6, ahora convertido en vialidad de terracería.

Para los siguientes dos puntos, ubicados en zona de crecimiento a mediano plazo, se tomó como referencia la vialidad primaria y su intersección con escurrimientos intermitentes que han sido interrumpidos por vialidad. Así, en el punto de control 2 (478985, 1849627 UTM, Tabla 22) estos escurrimientos intermitentes viajan a un costado de la vialidad. En el punto de control 3 (479130, 1849548 UTM, Tabla 22) observamos que los escurrimientos atraviesan la vialidad de terracería en San José Terán. Ambos puntos se presentan en las fotografías 101 y 102.





**Fotografía 101** (izq.). Punto de control 2 (478985, 1849627 UTM). **Fotografía 102** (der.). Punto de control 3 (478985, 1849627). Ambas fotografías señalan los cauces de escurrimientos intermitentes modificados por vialidad primaria en colonias colindantes con San José Terán.

Punto de control 4 (479270, 1849295 UTM, Tabla 22, Fotografía 103). Escorrentías por las calles del ejido San José Terán. El levantamiento de datos se realizó durante la temporada de lluvias; en la fotografía las flechas señalan el cruce del arroyo intermitente sobre la vialidad.



**Fotografía 103.** Vialidad en San José Terán que modificó el escurrimiento intermitente.

Los registros finales de esta área geográfica fueron levantados en la colonia Cuchilla Santa Rosa, la cual convive con el arroyo perenne que desfoga en El Sabinalito. En el Punto de control 5 (479913, 1847551 UTM, Tabla 22, Fotografía 104) encontramos un puente de

forma rectangular con una altura de 1.1 m y anchura de 1.90 m, que permite el paso del arroyo.



**Fotografía 104.** Puente en la colonia Cuchilla Santa Rosa

Punto de control 6 (479832, 1847293 UTM, Tabla 22, Fotografía 105). Observamos el cauce natural con dimensiones de 1.9 m altura, base menor de 2.5 y 4.3 m de anchura, finalmente encontramos el arroyo El Sabinalito, con dirección de norte a sur.



**Fotografía 105.** Arroyo perenne, paralelo a la colonia Cuchilla Santa Rosa.

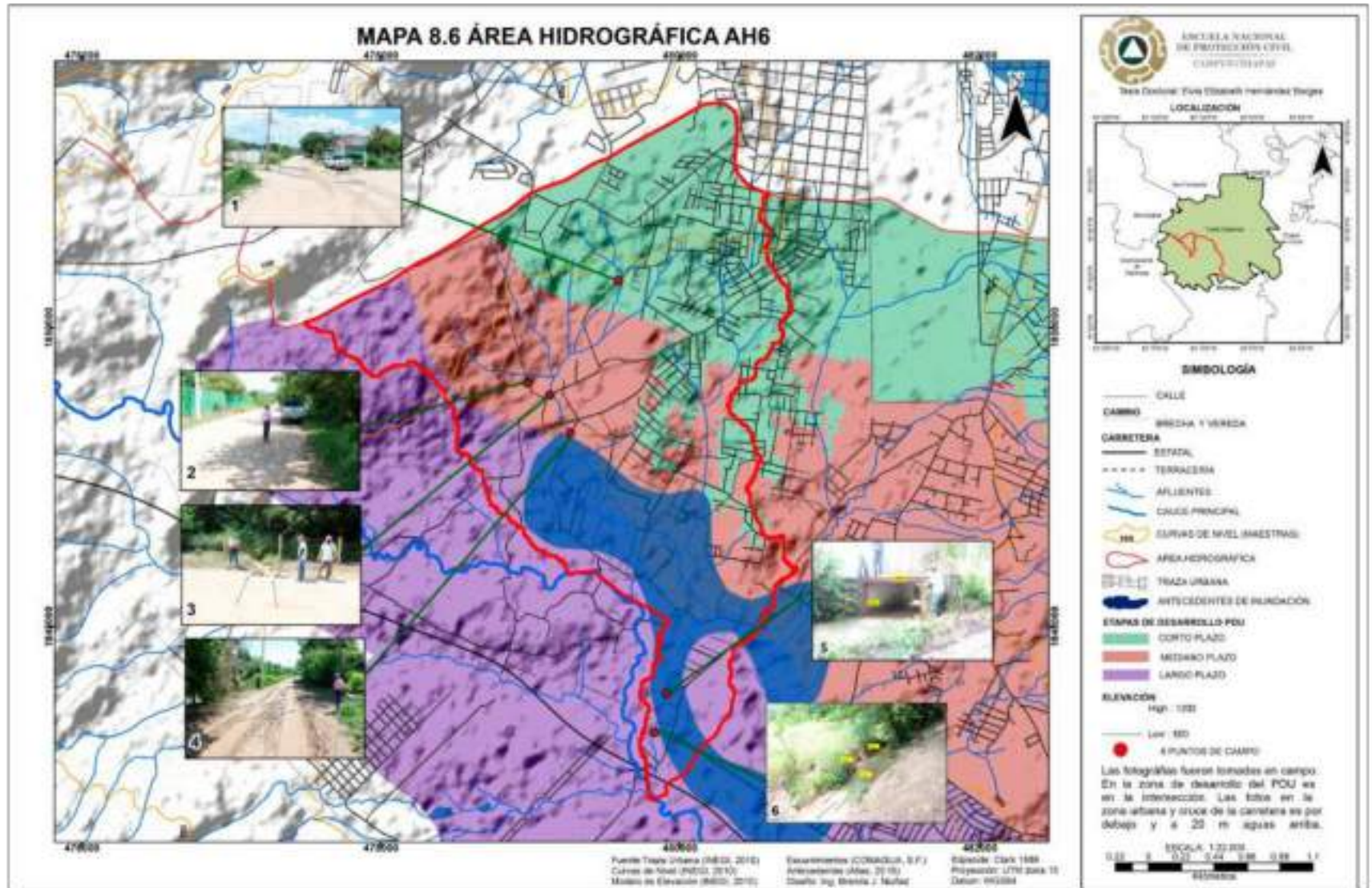
Con el recorrido de campo y los datos obtenidos en el mismo, elaboramos la Tabla 22 y el Mapa 8.6 del Área Hidrográfica 6, que acompañamos con algunas de las fotografías que obtuvimos.



**Tabla 23.** Puntos de control del AH6, Mapa 8.6.

| Puntos de control del AH6, Mapa 8.6 |        |         |                                                                                                              |                                                                                       |
|-------------------------------------|--------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                 | X      | Y       | Descripción                                                                                                  | Fotografía                                                                            |
| 1                                   | 479591 | 1850315 | Las líneas azules indican el cauce modificado, escorrentías que fluyen por las calles                        |    |
| 2                                   | 478985 | 1849627 | Escorrentías por vialidad de terracería                                                                      |    |
| 3                                   | 479130 | 1849548 | Cauce modificado por calle, las líneas azules indican el flujo de escorrentías por la calle                  |    |
| 4                                   | 479270 | 1849295 | El cauce natural atraviesa vialidad de terracería, las líneas azules indican las escorrentías por las calles |   |
| 5                                   | 479913 | 1847551 | Puente de forma rectangular con altura de 1.1 m y anchura de 1.9 m                                           |  |
| 6                                   | 479832 | 1847293 | Cauce natural con altura de 1.9 m, base menor de 2.3 y 4.3 m de base mayor                                   |  |

**Mapa 19.** Mapa 8.6, Área Hidrográfica AH6.



#### 4.8. Área Hidrográfica AH7

Esta área hidrográfica tiene una extensión de 102 ha y perímetro de 6 km. Levantamos tres puntos con evidencia de las modificaciones del arroyo perenne en área parcelada.

Punto de control 1 (478382, 1849213 UTM, Tabla 23, Fotografía 106). Iniciamos el parteaguas en una elevación de 582 m; observamos canal de terracería paralelo a viviendas, por donde fluyen los escurrimientos en temporada de lluvia.



**Fotografía 106.** Las flechas indican el flujo de los escurrimientos, dirección norte-sur, que atraviesan la vialidad de terracería y luego rodean viviendas.

Punto de control 2 (478051, 1849152 UTM, Tabla 23, Fotografía 107). Las escorrentias atraviesan vialidad de terracería e ingresan a zona de parcelas particulares.





**Fotografía 107.** Las flechas señalan el flujo de los escurrimientos, que atraviesan la vialidad en dirección a parcelas.

Punto de control 3 (478252, 1848568 UTM, Tabla 23, Fotografía 108). Este último punto es el encuentro con el arroyo El Sabinalito, el cual presenta dimensiones de 3 m de base menor, 2.60 m de profundidad y 8 m de anchura, y sus condiciones naturales.



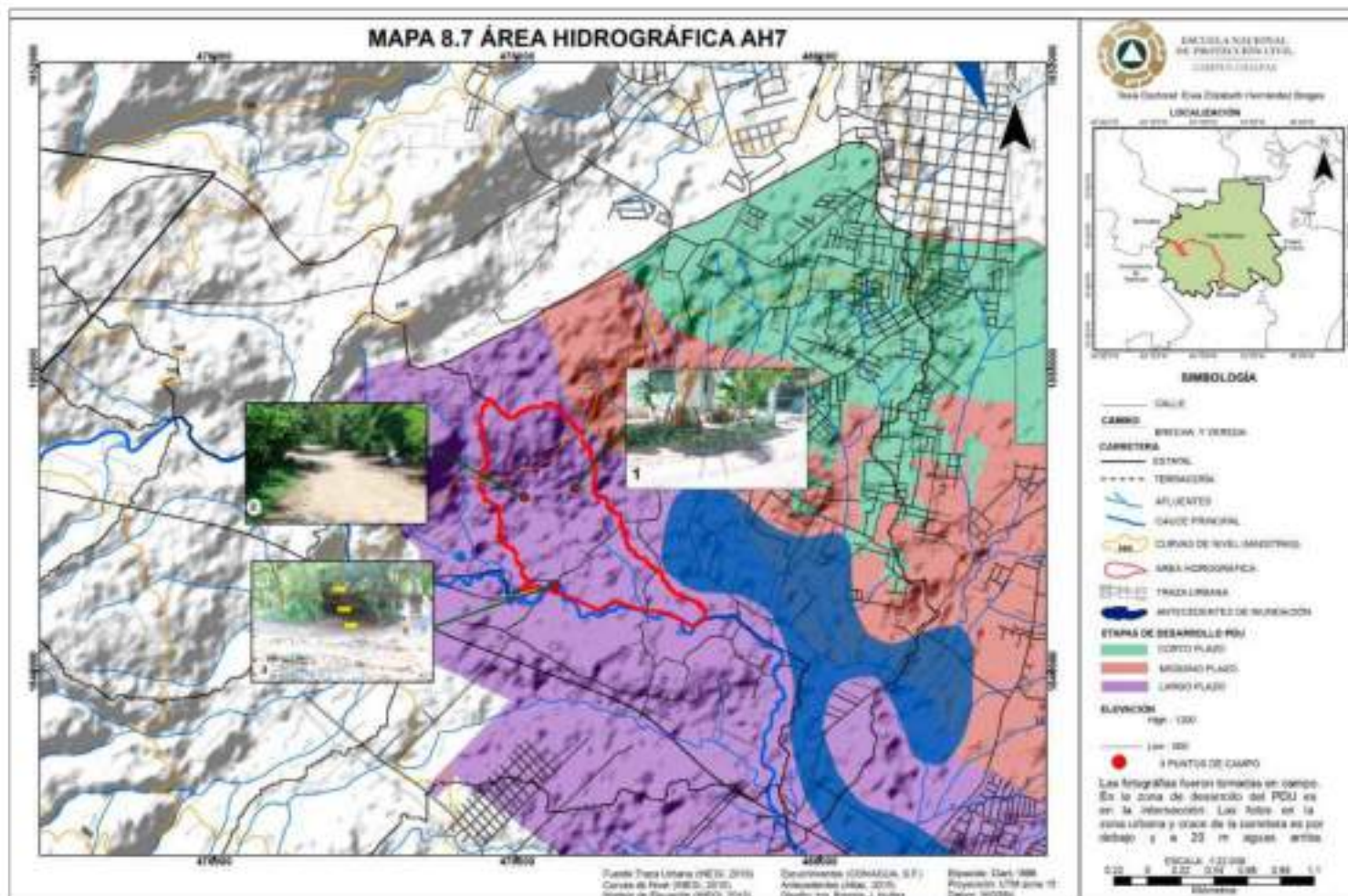
**Fotografía 108.** Arroyo El Sabinalito (478252, 1848568 UTM).

Con el recorrido de campo y los datos obtenidos en el mismo elaboramos la Tabla 23 con las fotografías y el Mapa 8.7 del Área Hidrográfica 7.

**Tabla 24.** Puntos de control del AH7, Mapa 8.7.

| Puntos de control del AH7, Mapa 8.7 |        |         |                                                                                                  |                                                                                       |
|-------------------------------------|--------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                 | X      | Y       | Descripción                                                                                      | Fotografía                                                                            |
| 1                                   | 478382 | 1849213 | En este punto las líneas azules marcan la dirección del escurrimiento, que atraviesa la vialidad |    |
| 2                                   | 478051 | 1849152 | En este punto las líneas azules marcan la dirección del escurrimiento, que atraviesa la vialidad |    |
| 3                                   | 478252 | 1848568 | Arroyo El Sabinalito, con una altura de 2.6 m; su base menor es de 3 m y la base mayor de 8 m    |  |

Mapa 20. Mapa 8.7, Área Hidrográfica AH7.





#### 4.9. Área Hidrográfica AH8

El área hidrográfica 8 está ubicada en dirección suroeste, en el ejido conocido como Zapac, con uso de suelo predominantemente agrícola. Tiene un perímetro de 8 km y un área de 178 ha. La característica principal de esta área es que no presenta cambios de uso de suelo; es parte de la reserva de crecimiento a largo plazo de acuerdo al PDU (2015).

Punto de control 1 (477644, 1849213 UTM, Tabla 24, Fotografía 109). Observamos aprovechamiento del agua, a través de pozo de extracción para uso doméstico y de riego, con una profundidad de 10 m y un diámetro de 1.20 m.



**Fotografía 109.** Pozo de extracción en el cauce natural.

Punto de control 2 (477650, 1848955 UTM, Tabla 24, Fotografía 110). Cauce natural con una profundidad de 1 m, base menor de 1.55 m y anchura de 3.7 m; transporta el agua por terrenos ejidales.



**Fotografía 110.** Arroyo natural con dimensiones de 1.55 m en la base menor y 1 m de profundidad.

Punto de control 3 (477483, 1848808 UTM, Tabla 24, Fotografía 111). El cauce natural sufre modificación para dar paso vehicular a través de un puente con dos tubos de concreto, cada uno con diámetro de 90 cm. El puente tiene una anchura de 3.7 m y altura de 1.35 m. Observamos azolvamiento en los tubos de concreto debido al arrastre de material pétreo en temporada de lluvia.



**Fotografía 111.** Tubos de concreto azolvados (477483, 1848808 UTM).

Punto de control 4 (477007, 1848588 UTM, Tabla 24, Fotografía 112). Encontramos el arroyo El Sabinalito, con una profundidad de 1.3 m, base menor de 3 m y anchura de 5 m.



**Fotografía 112.** Cauce natural del arroyo El Sabinalito, con dirección norte-oeste.

Punto de control 5 (477037, 1848590 UTM, Tabla 24, Fotografía 113). El arroyo El Sabinalito es atravesado por un puente con dos tubos de concreto, cada uno con diámetro de 90 cm, anchura de 3.7 m y altura de 1.35 m. El puente está ubicado antes de atravesar el Nuevo Libramiento Sur, con flujo norte-oeste.



**Fotografía 113.** Puente vehicular con tubos de concreto (477037, 1848590 UTM).

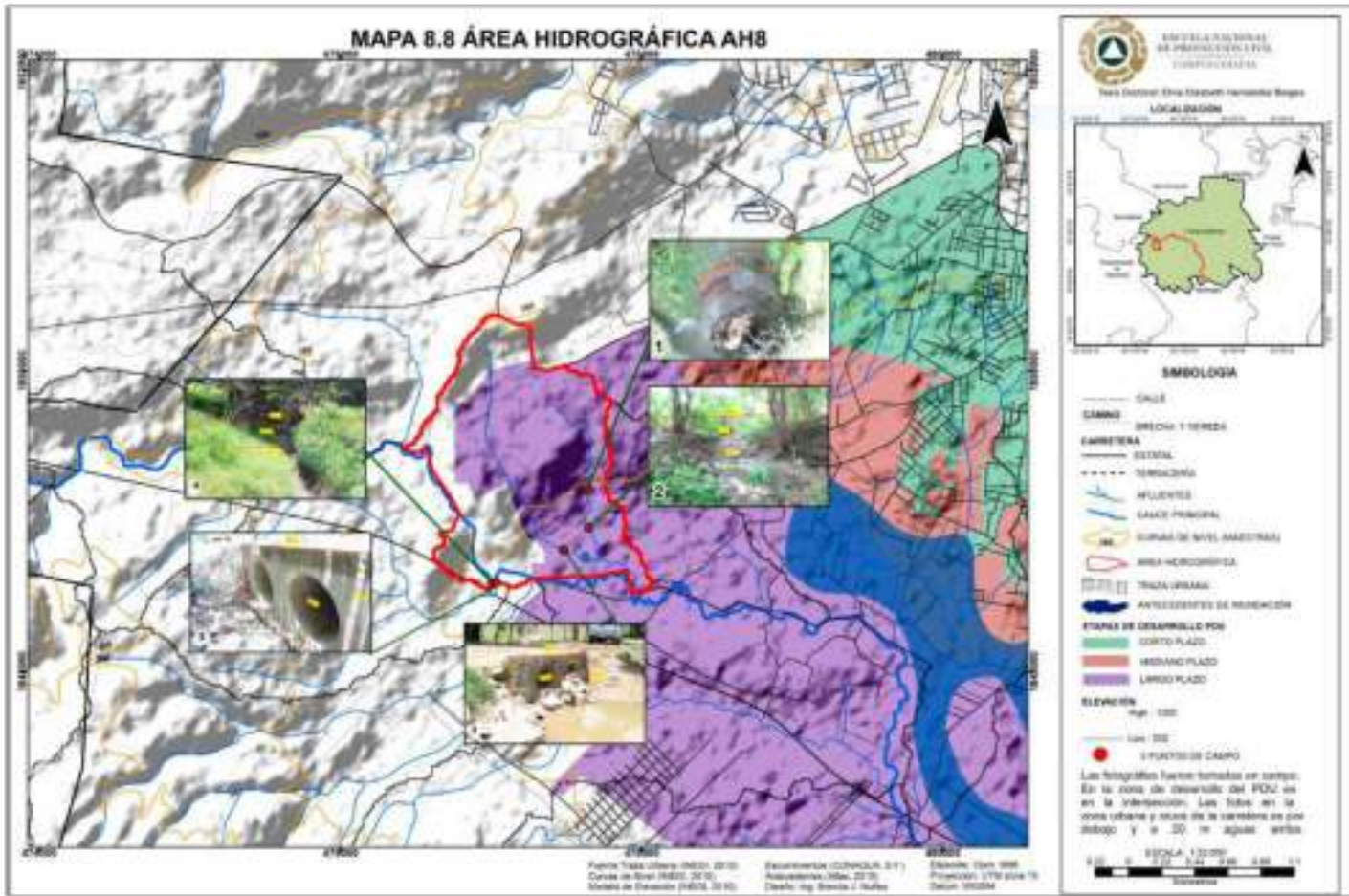
Los puntos levantados se encuentran en la Tabla 24 y localizados en el Mapa 8.8, acompañado de fotografías.



**Tabla 25.** Puntos de control del AH8, Mapa 8.8.

| <b>Puntos de control del AH8, Mapa 8.8.</b> |          |          |                                                                                                                                                    |                                                                                       |
|---------------------------------------------|----------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>No.</b>                                  | <b>X</b> | <b>Y</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                                 | <b>Fotografía</b>                                                                     |
| 1                                           | 477644   | 1849213  | Observamos pozo de extracción, profundidad de 100 m y boca con diámetro de 1.20 m                                                                  |    |
| 2                                           | 477650   | 1848955  | Cauce natural con una altura de 1 m, base menor de 1.55 m y base mayor de 3.7 m                                                                    |    |
| 3                                           | 477483   | 1848808  | Cauce modificado por un puente, se observan 2 tubos de concreto con diámetro de 90 cm; el puente tiene una anchura de 3.7 m y una altura de 1.35 m |   |
| 4                                           | 477007   | 1848588  | Escurrimiento natural con una altura de 1.3 m, su base menor es de 3 m y la base mayor de 5 m                                                      |  |
| 5                                           | 477037   | 1848590  | Puente con 2 tubos de concreto con un diámetro de 90 cm, la anchura del puente es de 3.7 m y la altura de 1.35 m                                   |  |

**Mapa 21.** Mapa 8.8, Área Hidrográfica AH8.



#### 4.10. Área Hidrográfica AH13

Esta área hidrográfica ubicada en zona parcelada tiene un perímetro de 9 km y una extensión de 199 ha.

Punto de control 1 (475291, 1849085 UTM, Tabla 25, Fotografía 114). En el Nuevo Libramiento Sur, observamos un puente alcantarilla con base en tubos de concreto con diámetros de 1.6 m; la base del puente es de 6.9 m y la altura de 2.4 m.



**Fotografía 114.** Puente alcantarilla (475291, 1849085 UTM).

Punto de control 2 (473948, 1849758 UTM, Tabla 25, Fotografía 115). Encontramos un puente rectangular con una capacidad hidráulica muy pequeña; dimensiones, 60 cm de altura y anchura de 2.30 m.





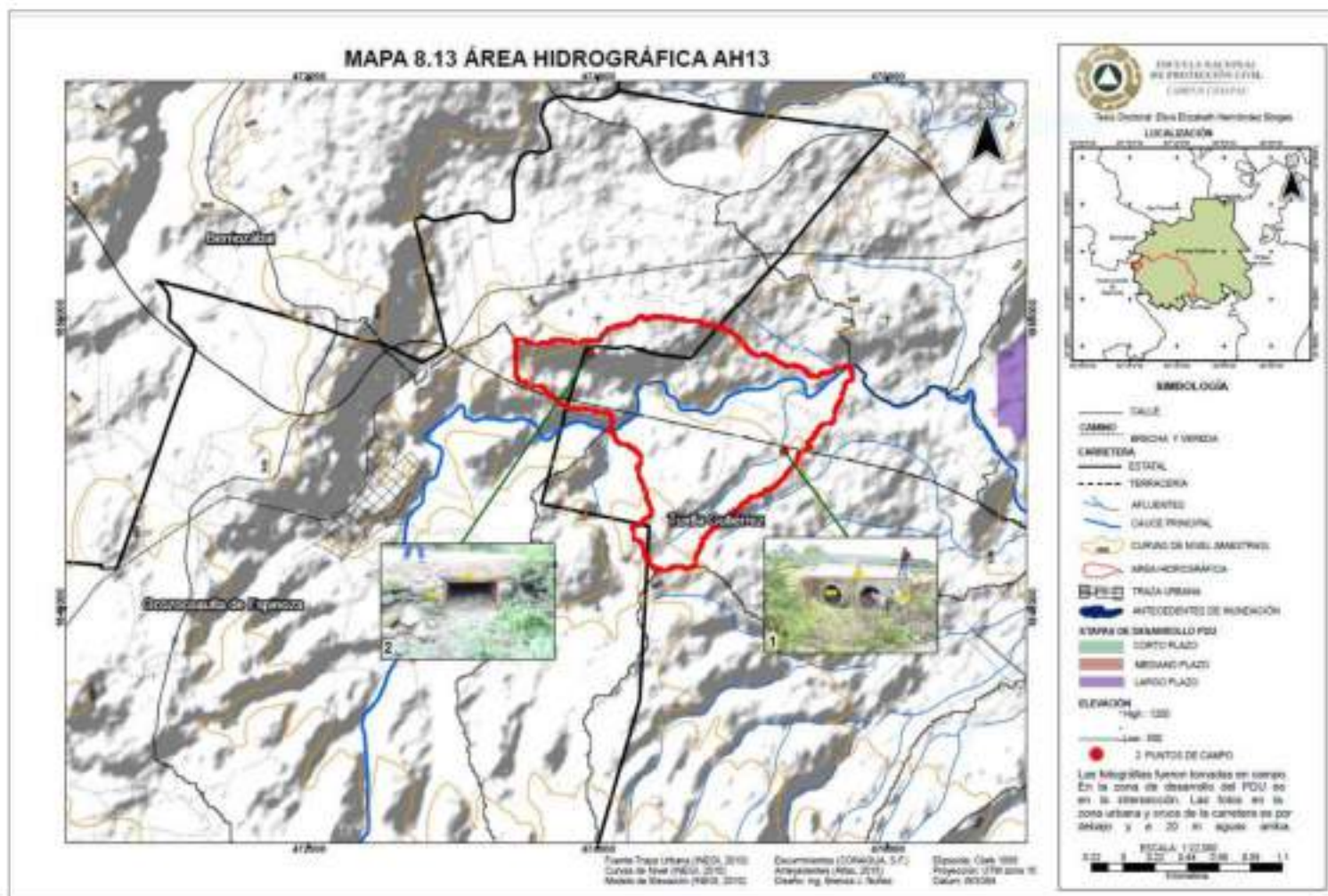
**Fotografía 115.** Puente rectangular para paso vehicular en camino de terracería.

Los puntos levantados se encuentran en la Tabla 25 y localizan en el Mapa 8.13; los acompañamos con fotografías.

**Tabla 26.** Puntos de control del AH13, Mapa 8.13.

| Puntos de control del AH13 Mapa 8.13 |        |         |                                                                                                                                   |            |
|--------------------------------------|--------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| No.                                  | X      | Y       | Descripción                                                                                                                       | Fotografía |
| 1                                    | 475291 | 1849085 | Puente en el Nuevo Libramiento Sur, con tubos de concreto de 1.6 de diámetro, la base del puente es de 6.9 m y la altura de 2.4 m |            |
| 2                                    | 473948 | 1849758 | Puente rectangular, con altura de 60 cm y anchura de 2.30 m                                                                       |            |

Mapa 22. Mapa 8.13, Área Hidrográfica AH13.





#### 4.11. Área hidrográfica AH14

El área hidrográfica 14 está integrada por puntos de control en la infraestructura hidráulica que da paso al arroyo de norte a sur, atravesando el Nuevo Libramiento Sur. Esta área tiene como característica que aún no hay presencia de asentamientos humanos ni cambio de uso de suelo; sin embargo, el análisis lo centramos en las dimensiones de los puentes, puentes-alcantarilla y pasos peatonales.

Punto de control 1 (476365, 1848836 UTM, Tabla 26, Fotografía 116). Observamos puente alcantarilla en el Nuevo Libramiento Sur, que dirige el flujo con dirección norte-sur, con dos tubos con diámetro de 1.6 m; la altura del puente es de 2.4 m y la anchura de 6.9 m.



**Fotografía 116.** Puente alcantarilla 476365, 1848836 UTM.

Punto de control 2 (477003, 1848537 UTM, Tabla 26, Fotografía 117). Entrada vial con dirección norte-sur, para atravesar por abajo del puente del Nuevo Libramiento Sur; tiene forma cuadrada de 4 m de longitud y anchura, con un arco en la parte superior de 1.5 m de radio. Este acceso comunica con una vialidad de terracería hacia las parcelas que divide la vialidad.





**Fotografía 117.** Paso de terracería por debajo del Nuevo Libramiento Sur.

Punto de control 3 (476982, 1848508 UTM, Tabla 26, Fotografía 118). Salida sur del puente Nuevo Libramiento Sur; tiene forma cuadrada, de 4 m en longitud y anchura; cuenta con alerones y arco superior de 1.5 m de radio; es el paso de terracería que da continuidad a la comunicación norte-sur.



**Fotografía 118.** Puente sobre el Nuevo Libramiento Sur, altura y anchura de 4 m, arco superior con radio de 1.5 m.

Punto de control 4 (477020, 1848499 UTM, Tabla 26, Fotografía 119). Lavadero con alcantarilla pluvial en el Nuevo Libramiento Sur; anchura 5 m, altura 1.6 m; tubo con diámetro de 1.6 m.



**Fotografía 119.** Lavadero pluvial 477020, 1848499 UTM.

Punto de control 5 (477061, 1848458 UTM, Tabla 26, Fotografía 120). Puente en el Nuevo Libramiento Sur, en forma de trapecio, con una altura de 4 m, 5 m en la base menor y 6.5 m en la parte superior.



**Fotografía 120.** Puente en forma de trapecio 477061, 1848458 UTM.

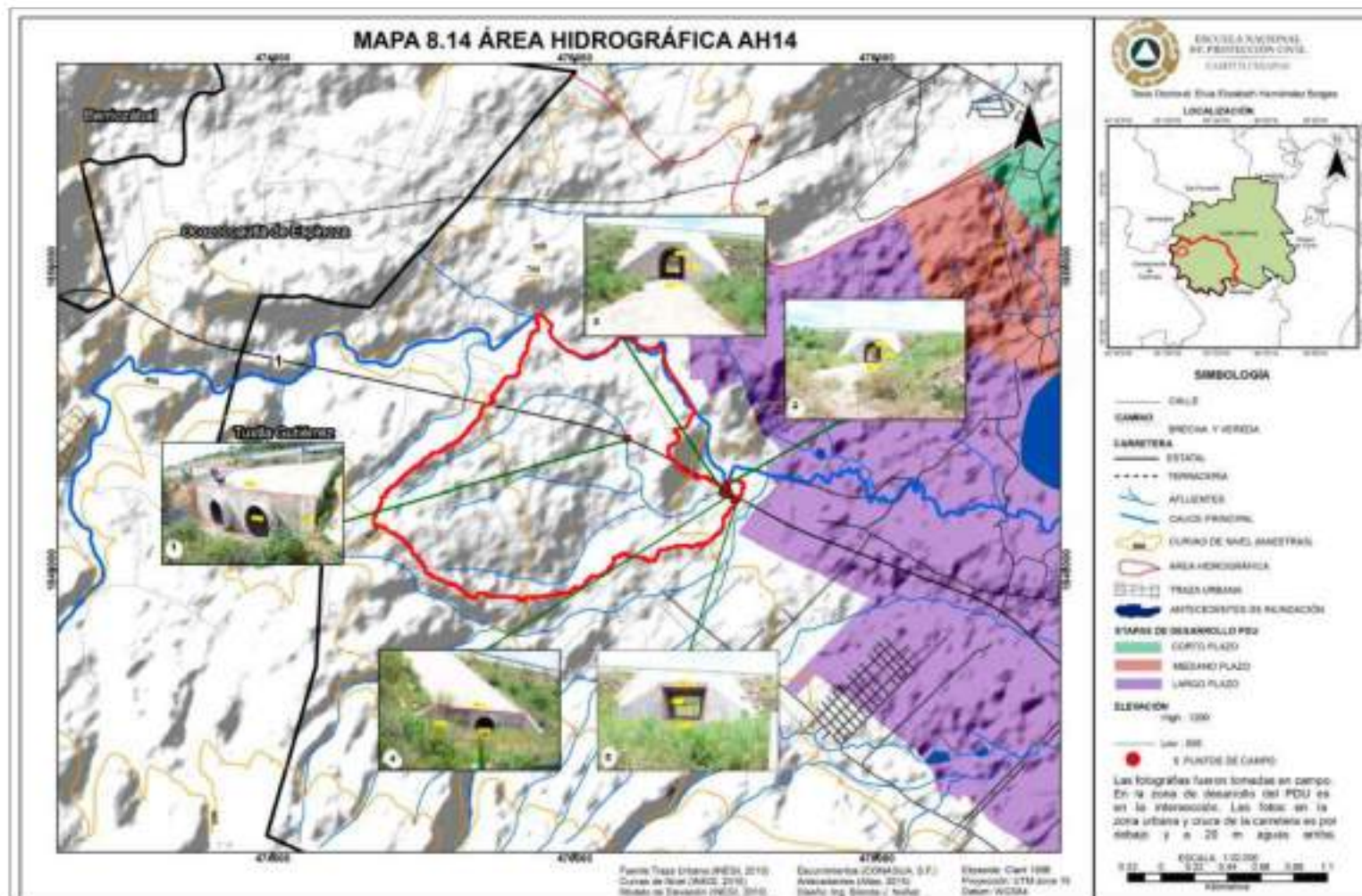
Los puntos levantados se encuentran en la Tabla 25 y localizados en el Mapa 8.13; los, acompañamos con fotografías.

**Tabla 27.** Puntos de control del AH14, Mapa 8.14.

| Puntos de control del AH14, Mapa 8.14 |        |         |                                                                                                                               |                                                                                       |
|---------------------------------------|--------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                   | X      | Y       | DESCRIPCIÓN                                                                                                                   | Fotografía                                                                            |
| 1                                     | 476365 | 1848836 | Puente alcantarilla en el Nuevo Libramiento Sur, con dos tubos de 1.6 m de diámetro, altura de 2.4 m y anchura de 6.9 m       |    |
| 2                                     | 477003 | 1848537 | Entrada por debajo del puente en el Nuevo Libramiento Sur, forma cuadrada, 4 m de longitud y arco superior con radio de 1.5 m |    |
| 3                                     | 476982 | 1848508 | Salida por debajo del puente Nuevo Libramiento Sur, forma cuadrada, 4 m de longitud y arco superior con radio de 1.5 m        |   |
| 4                                     | 477020 | 1848499 | Alcantarilla pluvial en el Nuevo Libramiento Sur, con tubo de 1.6 m de diámetro, altura de 1 m y anchura de 5 m               |  |
| 5                                     | 477061 | 1848458 | Puente en el Nuevo Libramiento Sur, con altura de 4 m, base menor de 5 m y base mayor de 6.5 m                                |  |



Mapa 23. Mapa 8.14, Área Hidrográfica AH14.



#### 4.12. Área hidrográfica AH16

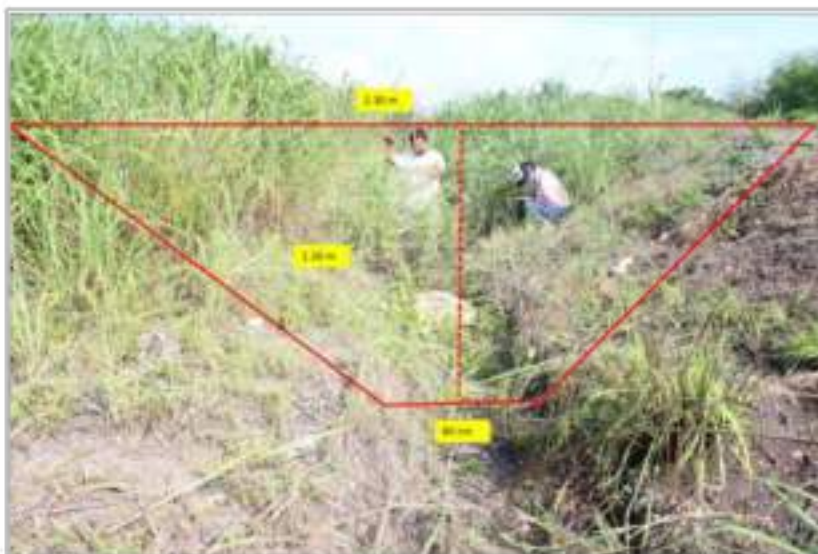
Esta área tiene 438 ha y 17 km de perímetro. Aquí levantamos dos puntos de control, ya que forma parte de la continuidad del área hidrográfica 14, de acuerdo al mapa base de estudio. Se recupera información de la infraestructura hidráulica sobre el Nuevo Libramiento Sur, en su flujo norte-sur.

Punto de control 1 (478508, 1847876 UTM, Tabla 27, Fotografía 95). Encontramos un puente alcantarilla en el Nuevo Libramiento Sur con tubo de concreto de 1.4 m de diámetro.



**Fotografía 121.** Puente alcantarilla (478508, 1847876 UTM).

Punto de control 2 (478507, 1847845 UTM, Tabla 27, Fotografía 122). Después de cruzar el libramiento sur, observamos el escurrimiento intermitente, con una altura de 1.30 m, la base menor de 80 cm y la base mayor de 2.30 m; se dirige hacia zona parcelada colindante con colonia Alianza Popular Campesina.



**Fotografía 122.** Esguimientos intermitentes en zona parcelada colindante con dirección norte-sur.

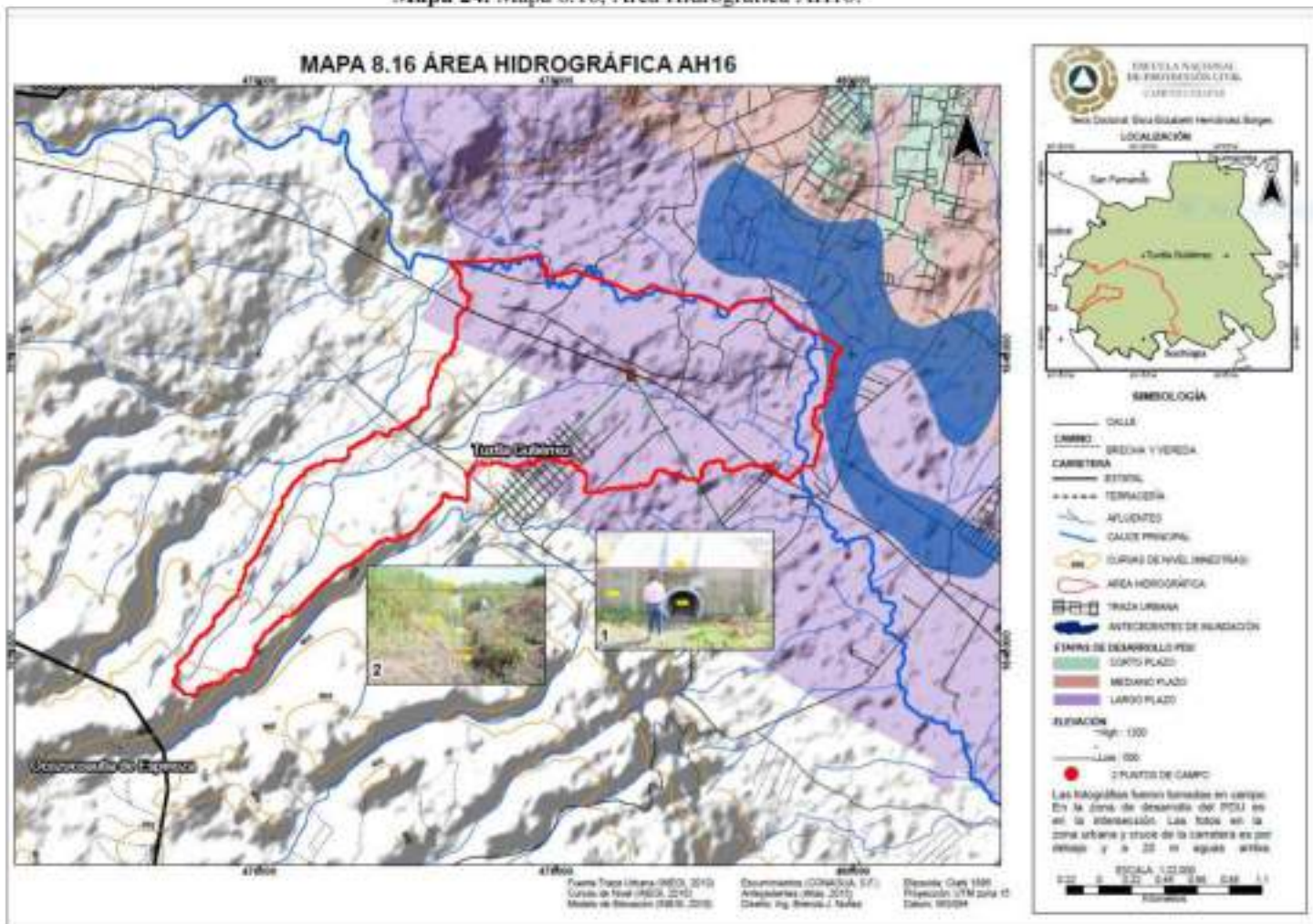
Los puntos levantados se encuentran en la Tabla 27 y localizados en el Mapa 8.16; los acompañamos con fotografías

**Tabla 28.** Puntos de control del AH16, Mapa 8.16.

| Puntos de control del AH16, Mapa 8.16 |        |         |                                                                                               |                                                                                       |
|---------------------------------------|--------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                   | X      | Y       | Descripción                                                                                   | Fotografía                                                                            |
| 1                                     | 478508 | 1847876 | Puente alcantarilla en el Nuevo Libramiento Sur, con un tubo de concreto de 1.4 m de diámetro |  |
| 2                                     | 478507 | 1847845 | Cauce natural, con una altura de 1.30 m; la base menor es de 80 cm y la base mayor de 2.30 m  |  |



**Mapa 24.** Mapa 8.16, Área Hidrográfica AH16.



#### 4.13. Área Hidrográfica AH17

Este es la última área de estudio en el tema hidrográfico; consta de una superficie de 936 ha y perímetro de 25 km; colinda con la colonia Cuchilla Santa Rosa, cuyo arroyo es conocido por la población como Zapac.

Punto de control 1 (479599, 1847106 UTM, Tabla 28, Fotografía 123). Observamos puente con alerones debajo del Nuevo Libramiento Sur; la base es de 3.5 m, la altura de 4 m y la anchura superior de 5 m.



**Fotografía 123.** Puente con alerones (479599, 1847106 UTM).

Punto de control 2 (479737, 1847046 UTM, Tabla 28, Fotografía 124). Observamos un puente debajo del Nuevo Libramiento Sur, su base es de 6 m y la altura de 3 m; da paso al arroyo conocido como Zapac, que se une aguas arriba con el escurrimiento perenne denominado La Siria.



**Fotografía 124.** Arroyo fluye por debajo de puente sobre el Nuevo Libramiento Sur.

Punto de control 3 (479739, 1847049 UTM, Tabla 28, Fotografía 125). Observamos el arroyo en su forma natural, con base de 3.5 m, altura de 1.5 m y anchura de 5 m.



**Fotografía 125.** Arroyo en su forma natural.

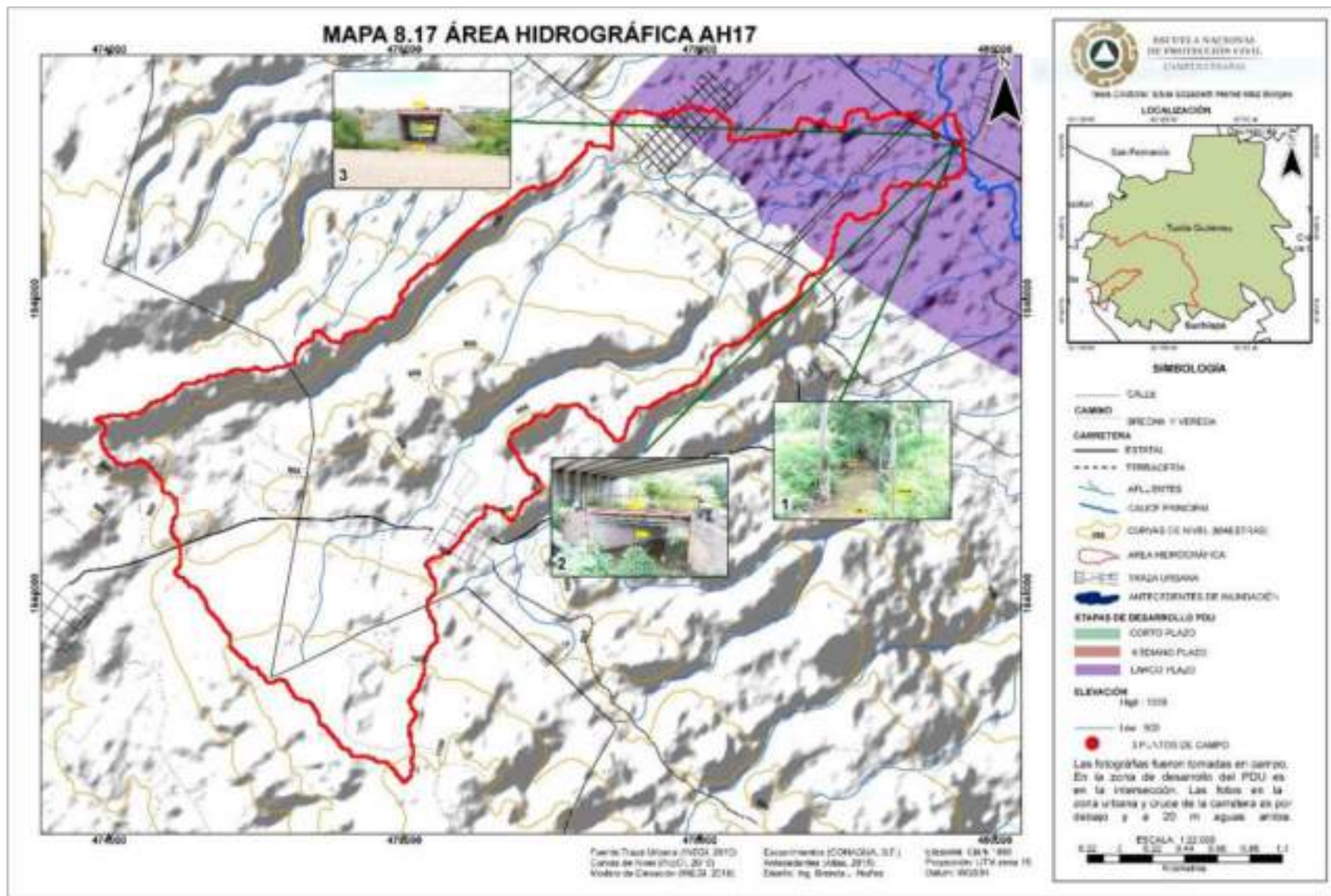
Los puntos descritos en esta Área Hidrográfica 17 (AH17) se encuentran sintetizados en la Tabla 28 y localizados en el Mapa 8.17; los acompañamos con fotografías.



**Tabla 29.** Puntos de control del AH17, Mapa 8.17.

| Puntos de control del AH17, Mapa 8.17 |        |         |                                                                                                             |                                                                                      |
|---------------------------------------|--------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                                   | X      | Y       | Descripción                                                                                                 | Fotografía                                                                           |
| 1                                     | 479599 | 1847106 | Puente Nuevo Libramiento Sur, la base menor del puente es de 3.5 m y la altura de 4 m, la base mayor de 5 m |   |
| 2                                     | 479737 | 1847046 | Puente debajo la carretera del Nuevo Libramiento Sur, la base del puente es de 6 m y la altura de 3 m       |   |
| 3                                     | 479739 | 1847049 | El arroyo en su forma natural, con anchura de 3.5 m y 1.5 m de altura                                       |  |

**Mapa 25.** Mapa 8.17, Área Hidrográfica AH17.



#### **4.14. Análisis de la infraestructura hidráulica instalada en puentes sobre el Nuevo Libramiento Sur**

Las áreas hidrográficas AH3, AH13, AH14, AH16 y AH17 concentran los puntos de control en obras de cruce con el Nuevo Libramiento Sur. De acuerdo a la información que obtuvimos a través del proyecto de construcción de esta vialidad, promovido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, tenemos los siguientes datos:

El proyecto “Apertura y construcción del Nuevo Libramiento Sur” (SCT, 2009) consideró una longitud de 35.4 km al sur de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, cumpliendo con una carretera tipo A2, para un Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) de 3,000 a 5,000 vehículos; carpeta asfáltica con un ancho de corona de 7.0 m y acotamientos de 2.5 m, planeada para una velocidad máxima de 110 km/h. De acuerdo al proyecto tiene una pendiente gobernadora de 3% y una curvatura máxima de 2°50'. En el Manifiesto de Impacto Ambiental expresa que uno de los factores relevantes, desde el punto de vista técnico, es la naturaleza de los terrenos en donde se construyó la obra. Por ser una obra de apertura, la manifestación se basó en el estado que guardaban las superficies desde el punto de vista biológico y social.

El mismo documento refiere que con base al artículo 145 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, relativo a la construcción de vías generales de comunicación, no fue considerada como una actividad altamente riesgosa, por lo que no presentaron estudio de riesgo pues consideran que el equilibrio ecológico o el ambiente no están comprometidos dadas las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, a partir de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios; además, se consideran los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento (SEMARNAT, 2015).

A lo largo del tendido asfáltico se construyeron alcantarillas de tubos de concreto, losas y bóvedas, así como puentes para el paso de los escurrimientos; sin embargo, durante la investigación no se pudo obtener evidencia de los permisos que CONAGUA expide para la autorización de la infraestructura hidráulica, que permita realizar un análisis de la relación lluvia-escurrimiento en el sistema de microcuencas.

El Proyecto de Nuevo Libramiento Sur fue promovido por la Dirección General del Centro SCT Chiapas, y en las etapas proyectadas, la ejecución de los trabajos en los tramos pertenecientes a Tuxtla Gutiérrez estuvo a cargo de la Secretaría de Obras Públicas y



Comunicaciones del Gobierno del Estado de Chiapas (SOPyC). Pese a que el trazo del Nuevo Libramiento Sur atraviesa corrientes de propiedad nacional, de acuerdo al oficio BOO.813.548/2017, del cual obra copia en expedientes bajo el resguardo de la Secretaría de Protección Civil Municipal, SOPyC no tramitó los permisos para la construcción de los puentes, alcantarillas ni de los drenajes pluviales.

Como expusimos en el marco teórico, las manchas urbanas, al crecer en las áreas hidrográficas, sin respetar las zonas de amortiguamiento, obstruyen los cauces de los arroyos y sus afluentes de las micro y áreas hidrográficas (nanocuencas), y con esto su capacidad de producir escurrimientos pluviales, especialmente por la tendencia a pavimentar las calles, siendo la propia urbanización la que inhibe la infiltración de la lluvia e incrementa la velocidad de los escurrimientos.

Observamos que varios puentes dentro de la zona de estudio tienen escasa capacidad hidráulica y que en el futuro son susceptibles de convertirse en obstáculos al paso de las avenidas, por lo que pueden provocar zonas de desbordamiento e inundación, que afecten a la población cercana a dichas estructuras.

#### **4.15. La ausencia de planeación urbana (voces de los actores)**

Dentro del planteamiento de la metodología proyectamos el objetivo específico tres, referente a identificar los procesos ejidales y municipales relacionados con el procedimiento de cambio de uso de suelo en el territorio de estudio; para esto documentamos las prácticas seguidas en los procesos ejidales y municipales relacionados con dicho procedimiento en el territorio en estudio. Así podrían detectarse conductas que impactan en la construcción del riesgo, problemática que se vive por los cambios de uso de suelo en zonas ejidales y por omisión de la autoridad civil.

Desde el inicio de la investigación fue difícil conseguir información sobre el número de fraccionamientos y de colonias autorizadas legalmente en la zona en estudio. La Secretaría General del ayuntamiento, a través de la Dirección de Tenencia de la Tierra, proporcionó información geométrica en formato vectorial sobre los ejidos en proceso de regularización. En esa documentación detectamos que puede haber procesos de regularización en varias de las colonias visitadas en nuestro recorrido de campo, y, además, que existen varias colonias sin registro alguno en esa área del gobierno municipal.

También obtuvimos información generada por el Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA) y por el Instituto Ciudadano de Planeación Municipal (ICIPLAM); finalmente se complementó con información de Google Maps. En la revisión encontramos 51 asentamientos humanos divididos en 24 fraccionamientos, 20 colonias, dos desarrollos innominados, uno en modalidad de condominio, tres con categoría residencial y una invasión.

Los asentamientos humanos tienen diferentes formas de organización. Por ejemplo, la Ley de Fraccionamientos y Conjuntos Habitacionales para el Estado y los Municipios de Chiapas (2009) define a los fraccionamientos como:

La división de lotes de terrenos urbanizados que ofrezcan en venta al público, siempre que dichos lotes sean para la construcción de habitaciones urbanas, unifamiliares o multifamiliares, o para construcciones comerciales, industriales, almacenes, viviendas rurales o granjas de explotación agropecuaria en zonas no urbanas.

El artículo 24 de la misma ley dice que los fraccionamientos pueden ser:

Urbanos:

- Habitacional urbano tipo residencial
- Habitacional urbano tipo medio
- Habitacional urbano tipo interés social
- Habitacional tipo campestre
- De granjas de explotación agropecuaria
- Industriales
- Comerciales o de servicio

Así mismo, el artículo 70 de la misma ley, define los conjuntos habitacionales como otra forma de asentamiento humano, como “el grupo de viviendas o departamentos, sin perjuicio de que se desarrollen en uno o varios cuerpos y secciones, cualquiera que sea el régimen de propiedad y dotado de las obras necesarias de vialidad equipamiento urbano y establecimientos”. Los conjuntos habitacionales se subdividen en:

- Vivienda de interés social
- Vivienda económica

- Vivienda tradicional
- Vivienda de interés medio
- Vivienda residencial

Por su parte, la Ley de Propiedad en Condominio de Inmuebles para el Estado de Chiapas (2015), en su artículo 3, reconoce la modalidad de propiedad en condominio, definiéndola como:

Grupo de departamentos, viviendas, locales, naves o áreas de un inmueble, contruidos o contruidos en forma vertical, horizontal o mixtos, para uso habitacional, comercial o de servicios, industrial o mixto y susceptibles de aprovechamiento independiente por tener salida propia a un elemento común de aquél o a la vía pública que perteneciera a distintos propietarios, los que tendrán un derecho singular y exclusivo de la propiedad sobre su unidad de propiedad exclusiva y, además, un derecho de copropiedad sobre los elementos y partes comunes del inmueble, necesarios para su adecuado uso o disfrute.

Y finalmente, el Reglamento de la Ley Agraria en Materia de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares (1993) en su Título Cuarto, referente a los procedimientos para la delimitación y destino de las tierras para asentamiento humano, de la designación y titulación de derechos sobre solares urbanos, su artículo 47, establece que: “cuando la Asamblea decida delimitar y destinar tierras ejidales al asentamiento humano ésta deberá crear la reserva de crecimiento y delimitar como zona de urbanización las tierras ejidales ocupadas por el poblado ejidal”. Una denominación común para estos asentamientos es el de colonias.

Para registrar los esfuerzos en materia de uso de suelo en zonas ejidales, entrevistamos a representantes de las diferentes instituciones de los tres órdenes de gobierno:

- Dr. Mauro Valle Santiago, delegado en Chiapas del Registro Agrario Nacional, dependencia de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.
- Arq. Claudia Baca Esquinca, secretaria de Desarrollo Urbano Municipal (2018-2020).



- Ing. Francisco Coutiño Coutiño, director de Tenencia de la Tierra, dependiente de la Secretaría del Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez.
- Mtra. Sofia Yescas Núñez, directora del Instituto Ciudadano de Planificación Municipal (ICIPLAM, 2018-2020).
- El Comisariado Ejidal, Jesús Sabala Jiménez de los Santos (2018-2020).

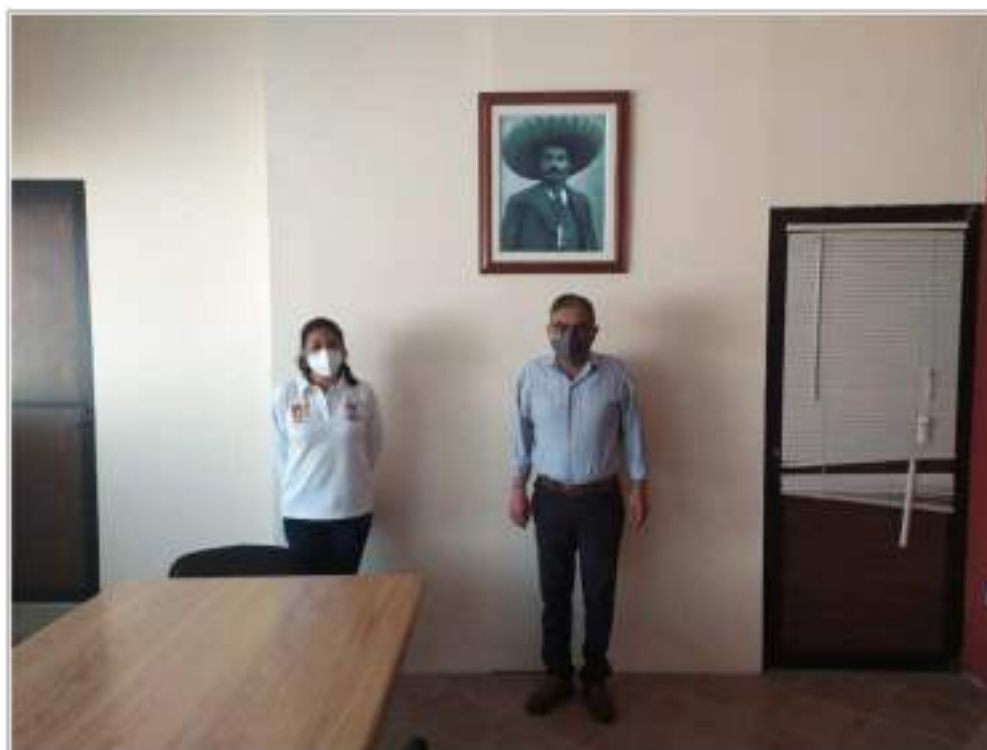
En entrevista, el Dr. Mauro Valle Santiago, delegado en Chiapas del Registro Nacional Agrario, nos explicó que:

El mercado de la tierra ha evolucionado de la década de los '90 a la fecha, debido a la reforma legal de la Ley Agraria, en 1992. La modificación legal provocó un incremento en el comercio de la tierra ejidal, por lo que se instalaron ciertos candados en los procesos de enajenación. Por ejemplo, quienes tuvieran interés en las tierras ejidales deben cumplir con los requisitos que establece la máxima autoridad en el ejido, el Comisariado Ejidal, para cubrir el derecho de tanto o proceder a la desincorporación de tierras ejidales y lograr el dominio pleno, requisito indispensable que permite cambiar el destino de suelo ejidal a asentamiento humano. (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 18 de septiembre de 2020).

Dentro de los requisitos obligatorios para realizar este cambio de uso de suelo, es necesario que la asamblea ejidal lo avale a través de un acta. Con esa acta, el certificado parcelario, identificación personal y el plano de la porción de tierra, se procede a realizar el trámite. Aquí, afirma Valle, “inicia uno de los principales problemas, ya que en muchos ejidos los planos están encimados y cuando la autoridad federal llega a hacer la ratificación de la medición, resulta que están mal medidos”.

El trámite de cambio de propietarios de ejidatario a propiedad privada debe concluir con un análisis jurídico y revisión en Catastro del Estado para que finalmente el título de propiedad sea dado de alta en el Registro Público de la Propiedad. Éste es el proceso lineal ideal; sin embargo, el entrevistado reconoce que existe “muchas especulación y los procesos de lotificación se dan en la irregularidad”. Afirma Mauro Valle Santiago:

Al existir incertidumbre, derivada de la validez del documento de propiedad, en zona ejidal, los lotes se abaratan, pero el comprador adquiere un problema a largo plazo, porque tiene que entrar a un proceso jurídico que, en algunos casos, terminan en el Tribunal Agrario. Esta autoridad decide a favor del ejidatario porque generalmente los particulares no aportan suficientes pruebas de la compra de la propiedad. Estos problemas se van quedando sin resolver y cuando se urbaniza, no hay manera de hacer la entrega formal de los bienes inmuebles, equipo e instalaciones destinados a los servicios públicos y de las obras de urbanización al municipio, porque no hay un dueño de dominio pleno, solo de usufructo de la tierra. (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 18 de septiembre de 2020).



**Fotografía 126.** Dr. Mauro Valle Delgado, delegado en Chiapas del Registro Agrario Nacional.

Dentro de las zonas ejidales existen los siguientes núcleos agrarios: solares urbanos, zona parcelaria y de uso común. Los solares urbanos son espacios planeados para los asentamientos humanos y por el cual se recibe un título de propiedad. Los parcelarios son para uso agrícola predominantemente, y se les entregan certificados parcelarios. En las tierras de

uso común se entregan certificados de uso común y esas tierras albergan el crecimiento desordenado en zonas ejidales porque el uso común no se puede dividir; éste se destinó para quienes no tenían tierras, también para los avecindados, quienes extraían madera para su leña o utilizan los espacios para sembrar, por ejemplo. Pero el crecimiento de la ciudad ha hecho que estos espacios sean usados para asentamientos humanos irregulares; en ellos se han construido colonias sin servicios públicos, y sus habitantes exigen al ayuntamiento que los dote de agua, electricidad y drenaje.

Para los procesos de regularización [afirmó el delegado] se requiere de recursos humanos y equipos especializados de medición. Los profesionistas más apropiados para esta actividad son topógrafos, ingenieros y arquitectos que sepan medir los terrenos, sin embargo, en la entrevista comentó el Dr. Mauro Valle que existen dos topógrafos para todo el estado y esto en la actualización es insuficiente. En tanto, para la medición se necesitan los equipos especializados para mayor precisión y finalmente la disposición de los colonos para darle apertura a la gente del RAN para hacer el trabajo del levantamiento topográfico y definir su propiedad. (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 18 de septiembre de 2020).

Además, el delegado expuso que:

Lo que se necesita nivel federal, es construir una estructura cercana a las comunidades, a los ejidos, que permita ir haciendo más conciencia de cómo debe operar un cambio de uso de suelo responsable y sustentable. El avance de las manchas urbanas, ese proceso es muy acelerado; rebasa los procesos tradicionales. Se necesita una campaña de difusión y concientización de que no invadan los cauces y los respeten [finalizó] (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 18 de septiembre de 2020).

Por su parte, la secretaria de Desarrollo Urbano Municipal, Arq. Claudia Baca Esquinca, consideró que el Programa de Desarrollo Urbano (PDU) es un instrumento que le ha permitido a Tuxtla marcar el área de crecimiento de la ciudad a futuro, en un espacio



colindante con Suchiapa, y que contempla el trazo del Nuevo Libramiento Sur. (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 19 de septiembre de 2020).

Claudia Baca también afirmó que:

La construcción y uso de esta vía vino a fortalecer el desarrollo en esa zona conocida como la Nueva Tuxtla; sin embargo, en el PDU no se plantean soluciones, esquemas o propuestas de cómo se va a desarrollar esa zona, ni considera el impacto en la construcción y gestión del riesgo. En el documento está contemplada solamente como un área de crecimiento a corto, mediano y largo plazo. También consideró urgente que el Ayuntamiento trabaje proyectos para plantear el crecimiento en base a las posibles vialidades y considerando el uso de esa nueva vialidad. Es decir, se requiere una actualización del PDU. (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 19 de septiembre de 2020).



**Fotografía 127.** Arq. Claudia Baca Esquinca, Secretaria de Desarrollo Urbano Municipal 2018-2020.

Con respecto a los asentamientos humanos irregulares, Baca Esquinca comentó que hay muchas personas con intenciones de lotificación y construcción, sin tener ningún trámite iniciado ni documentación que avale la acción, y que eso es grave porque la Secretaría de Desarrollo Urbano Municipal solo conoce la denuncia y la visita física que realiza

cotidianamente. Algunos se acercan, pero la mayoría no. “Hay mucha inversión ya iniciada sin ningún estudio de factibilidad, ni procedimiento legal para regularizar el cambio en el uso de suelo”, afirmó, Claudia Baca.

Otros factores que complican la regularización de los asentamientos están relacionados con el tipo de vivienda construida y los nuevos proyectos constructivos.

El atractivo de la zona es el costo de los terrenos. Los predios ahí son económicos, debido a la deficiente infraestructura de servicios públicos municipales, aspecto que va a cambiar a partir de los resultados de municipalización de Real del Bosque, ya que esta acción tendrá un impacto en el crecimiento urbano en la zona, porque el precio se va a elevar y esto va a detener un poco la inversión y demanda. (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 19 de septiembre de 2020).

La arquitecta Claudia Baca expresó que los desarrollos inmobiliarios para públicos de escasos recursos han generado un interés particular en el área, generando una línea de acción específica: la vivienda de interés social. También refiere la existencia de otra línea de acción, la que se vincula con la vivienda media a través de la construcción de condominios:

Los desarrollos en esta modalidad no se rigen por el Reglamento de Construcción municipal y, por lo tanto, no están obligados a dejar en donación terreno hacia afuera del condominio. A diferencia de FOVISSSTE e INFONAVIT, que utilizan forzosamente inversión federal, tienen que pasar a validez los permisos constructivos con el ayuntamiento. La construcción de particulares en este tipo de vivienda, la de condominio, no hace este trámite. (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 19 de septiembre de 2020).

Con respecto a la construcción de viviendas que invaden microcuencas, Claudia Baca confirma la existencia de un mal ejemplo en la zona de estudio: el fraccionamiento Los Olivos:

[Ese] desarrollo no respetó el área hidráulica; hoy tienen afectaciones en época de lluvias. Este asentamiento no tiene permisos legales, por eso la autoridad municipal no puede responder con obras de mitigación, debido a que no está municipalizado, que acuerdo a la Ley de Fraccionamientos y conjuntos habitacionales para el estado y los municipios de Chiapas, es el acto formal mediante el cual el fraccionador entrega al municipio los bienes inmuebles, equipo e instalaciones destinados a los servicios y obras de urbanización. (Fotografía 128).



**Fotografía 128.** Fraccionamiento Los Olivos, zona anegada por obstrucción de escurrimiento natural.

En el tema de las inundaciones, la entonces secretaria de Desarrollo Urbano de Tuxtla Gutiérrez aceptó la propuesta de la Secretaría de Protección Civil Municipal para implementar la figura de “Impacto Pluvial” dentro del Reglamento de Construcción local. La intención es normar las construcciones futuras, implementar áreas verdes y ayudar al manejo sustentable del agua pluvial.

Baca Esquinca expuso que la Nueva Tuxtla está creciendo de forma irregular:



Los propietarios han invertido en fraccionamientos sin calles pavimentadas, ni banquetas, ni agua; con lotes vendidos y casas construidas sin ningún tipo de permiso. Y cuando estas personas solicitan los servicios al ayuntamiento, éste no puede responder porque son calles que no presentan la pendiente correcta, no tienen drenaje, ni se les puede dotar de éste porque de acuerdo con la planeación del sistema de drenaje, están por abajo del nivel.

[...]

[Exteriorizó] Algo que es importante destacar es que los predios ejidales están divididos por caminos y esos caminos están planteados en la carta urbana tal cual, como si ahí fuera realmente a solucionarse las vialidades a futuro, pero esos caminos afectan los predios, las parcelas, y no marcan ninguna solución de vialidad. El ciudadano común y los notarios permiten la venta de predios como de *plato roto*: tiras el plato al suelo y así como quedaron los pedazos, quedan las ciudades. (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 19 de septiembre de 2020).



**Fotografía 129.** El vallado con postes blancos (arriba, derecha) marca una vialidad que cruza una zona ejidal.

La arquitecta Claudia Baca considera que una mejor propuesta para que la Nueva Tuxtla no se construya como la Tuxtla actual, con problemas constantes de inundación, es necesaria la concientización de la ciudadanía; considera que es muy importante comunicar el porqué. Finalizó así: “Es responsabilidad de las personas que están al frente de las instituciones hacer un trabajo de comunicación a la ciudadanía, traducida en palabras muy sencillas para que conozcan el riesgo que implica el ocupar las áreas hidráulicas con nuevas construcciones”. (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 19 de septiembre de 2020).

Por su parte, el Ing. Francisco Coutiño Coutiño, Director de Tenencia de la Tierra dependiente de la Secretaría General, nos mencionó que en el 2000 la ciudad de Tuxtla Gutiérrez tenía una extensión territorial ocupada cercana a las 8,000 ha. Hoy ronda las 16,000, y que:

El crecimiento ha sido rápido, en lugares que no estaban destinados para ello. Tuxtla está rodeada de zonas de reserva ecológica, conservación, zonas de riesgo, como es la zona del Mactumatzá y que por necesidad la población ha venido creciendo cerca de esos sitios, en el lado oriente y poniente, absorbiendo poblados como el Jobo —ejido ubicado en el lado sur oriente de la capital— de manera muy acelerada. Las organizaciones sociales se apropian de las parcelas, ya sea comprándolas o asentándose irregularmente en ellas, luego, en épocas electorales comprometen a los políticos con la regularización de los asentamientos. (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 26 de agosto de 2020).

Esto, consideró el director de Tenencia de la Tierra, es una de las principales causas que contribuyen a que proliferen de manera irregular (Fotografías 130 y 131).



**Fotografías 130 y 131.** Entrevista con el Director de Tenencia de la Tierra, Ing. Francisco Coutiño Coutiño.

Citó el ejemplo del predio Loma Larga, en donde podemos observar parcelas bajo el nombre y apellido de los poseedores, área de asentamiento humano y un polígono grande de uso común. Ese lugar está siendo ocupado por asentamiento humano en más de 40%. Al ser ocupado de forma desordenada, sin ninguna planeación urbana que anticipe los riesgos, no hace factible la urbanización segura. “Todo esto crece de manera exponencial y no hay un control. No se sabe si los servicios están garantizados a futuro, lo cierto es que la gente ha fraccionado a su libre parecer; tampoco hay una planeación y además no existe un comité de prevención y crecimiento urbano en Tuxtla Gutiérrez”, expuso Francisco Coutiño, quien también es secretario técnico del Comité Interinstitucional para la Regularización de la Propiedad Social en Tuxtla Gutiérrez, estructura administrativa conformada por los tres órdenes de gobierno y los núcleos ejidales, orientada a atender el problema social que converge en los asentamientos humanos irregulares en la jurisdicción de Tuxtla Gutiérrez. Continuó así:

[A] Los ejidatarios no les gusta venir al municipio a hacer sus trámites porque creen que no [es] la autoridad, que el ayuntamiento es ajeno a las decisiones del ejido; los ejidatarios están ocupando una tierra que necesitará servicios y que el municipio no es responsable de un asentamiento que no va armonizado con la infraestructura y los riesgos [...]

[Sin embargo] cuando el municipio quiere entrar el ejido dice que es otro orden de gobierno y no se rigen de acuerdo con el plan municipal de desarrollo, se les dotó de tierra originalmente para usufructo, aunque la nueva ley les denomina dueños, no les permite violar las leyes de asentamiento humano. A partir de una necesidad se crea un delito, entre el vendedor y el comprador. (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 26 de agosto de 2020).

Así finalizó el director de Tenencia de la Tierra municipal, Francisco Coutiño. La realidad es que en muchas parcelas no se respetan las áreas de riesgo, como las laderas que presentan escurrimientos; éste es el caso de la zona de la nueva Tuxtla. La administración municipal busca a las instancias para dictaminar si es procedente la regularización de varias colonias. Si por temas de riesgo no se dan las autorizaciones y, por ende, no procede la



regularización, el problema real es que sigue estando ocupado el suelo, y genera un riesgo, además de que no paga servicios ni impuestos. Los habitantes saben que no están en un lugar seguro; sin embargo, se instalan en pendientes, en zonas de conservación o en las márgenes de los ríos.

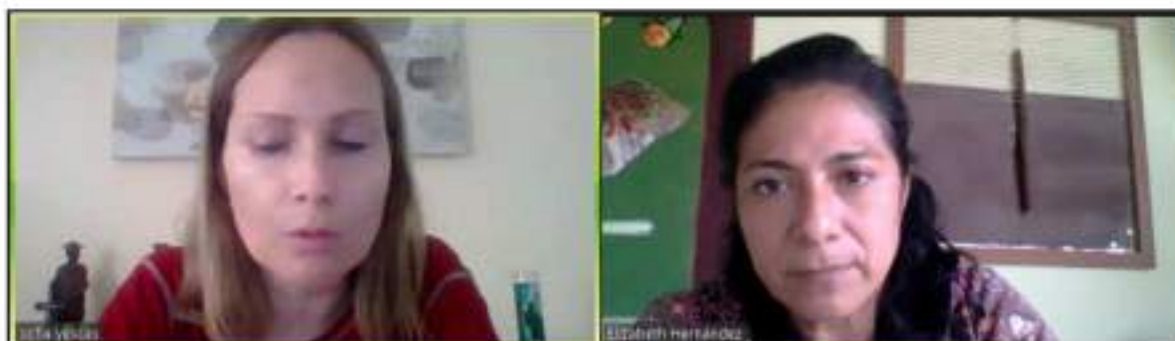
Una de las aportaciones de la Dirección de Tenencia de la Tierra es crear un comité de prevención y control del crecimiento urbano, que ayude a inhibir áreas de riesgos, que se lotifique con planeación y que el dueño o ejido tenga obligaciones, como la de respetar los cauces naturales. Otro de los objetivos del Comité es proponer zonas de reserva para proyectos ecológicos que sean alternativas de ingreso a los ejidatarios.

Los procesos de crecimiento son muy dinámicos, generan la necesidad de normar las bases para una mejor convivencia con la naturaleza. Hoy se cuenta con el Registro Agrario Nacional, la Procuraduría Agraria, el Instituto Nacional de Suelo Urbano Sustentable (INSUS, antes CORET), Catastro, Registro Público, Secretaría General y Notarías; pero hace falta mayor participación de los ejidatarios ya avecindados. La Dirección de Tenencia de la Tierra propone incluso, una inmobiliaria ejidal con enfoque empresarial para los grupos de ejidatarios y que se supervise en tiempo real el crecimiento en zonas ejidales.

También en el entorno municipal, pero en el área de la planeación urbana, Sofía Yescas Núñez, directora del Instituto de Planeación Municipal (ICIAM) en el periodo 2018-2020, comentó en entrevista, que ese instituto da continuidad a planes, proyectos, políticas orientadas hacia la conservación del hábitat; dar continuidad a proyectos estratégicos que permitan asegurar esas condiciones de habitabilidad no solo en el corto, sino en el mediano y largo plazo. Para eso, dijo, “es fundamental que el IAM, como organismo técnico de la administración municipal, pueda tener información que permita conocer a detalle cuál es el estado que guardan el suelo ejidal y urbano. Con esa información se pueden mejorar la ocupación del suelo”. (Entrevista, Tuxtla Gutiérrez, 3 de octubre de 2020).

Sofía Yescas coincidió con los demás funcionarios entrevistados: el trabajo es a contrarreloj. Agregó que “se han implementado herramientas tecnológicas para brindar información al ciudadano y al propio gobierno sobre las condiciones de los terrenos”. Consideró que el Nuevo Libramiento Sur detonó el fenómeno de la especulación y que ha favorecido la ocupación irregular, no en términos de asentamientos humanos, sino más bien que no está urbanamente planeado para poder dotar de infraestructura. Finalizó diciendo que

considera necesario impulsar las plataformas tecnológicas que ya están en marcha para promover una ciudadanía informada que tenga la tarea de informarse y asumir la responsabilidad que le toca en la ocupación del territorio (Fotografías 132 y 133).



**Fotografías 132 y 133.** Entrevista, vía Zoom con la entonces directora del ICIPLAM, Mtra. Sofia Yescas Núñez.

Finalmente, se entrevistó al comisariado ejidal Jesús Sabala Jiménez de los Santos, quien, a pesar de las restricciones por la pandemia, se mostró muy dispuesto a proporcionar información, incluso apoyó la investigación con recorridos en la zona ejidal. Al cuestionársele sobre los asentamientos irregulares en áreas comunes del ejido, comentó que en San José Terán hay una zona urbana ejidal, que tiene calles, pero no cuenta con servicios aun cuando la tienen contemplada como mancha urbana: “este fenómeno se ha dado porque la gente primero construye su casa y no se preocupa de las calles”. Reconoce la proliferación de vecindados que compran hectáreas ejidales y que construyen de forma irregular, sin pasar por el proceso de desincorporación de la tierra ejidal a dominio pleno y eso le ha generado al ejido innumerables demandas. (Entrevista, ejido San José Terán, Tuxtla Gutiérrez, 17 de octubre de 2020).

Jesús Sabala señaló que en la administración municipal 2018-2021 inició un proceso muy fuerte de regularización de solares urbanos para convertirlos en dominio pleno. Mencionó que en zonas parceladas ya existen fraccionamientos, algunas personas que compraron a precios muy baratos y ya lo fraccionaron, vendiendo lotes pequeños para casa-habitación. Mencionó que fue una práctica que buscaron erradicar durante su administración ya que los fraccionadores iban al ejido para que les diera un documento que avalara la compra, y el ejido

lo hacía, siendo que ese no es el proceso de desincorporación que establece la SEDATU, y de esta forma se avalaron ventas irregulares que nunca nadie se tomaba el tiempo de ordenar.

“[En] El ejido lo que tratamos de evitar es que se siga creciendo la mancha urbana en zona parcelada, no dimos autorización. Sí, siguen vendiendo, quién sabe con qué documentos, pero nosotros [damos] cero documentos en zona parcelada”.



**Fotografía 134** (izq.). Comisariado ejidal, Jesús Sabala Jiménez de los Santos. **Fotografía 135** (der.). Plano ejidal para la supervisión de asentamientos humanos en zona parcelada en San José Terán.

El comisariado también nos informó que el ejido tiene varias demandas en contra por ventas irregulares de administraciones anteriores: “las ventas irregulares se dieron al por mayor, porque vendieron en zonas parceladas sin que el titular de la parcela hiciera su procedimiento de desincorporación”. Señaló que uno de los casos más recientes es el del fraccionamiento Los Olivos: los vecinos exigen al gobierno municipal que les resuelva el problema que tienen con encharcamientos por movimientos de tierra que hizo un vecino; pero ellos mismos compraron de forma irregular, no tienen título de propiedad, lo que dificulta la atención. La zona que habitan es parcelada y ya está hecho el fraccionamiento con aproximadamente 12 casas residenciales. Como este caso están otros, con sus viviendas construidas invadiendo cauce. (Fotografía 136).





**Fotografía 136.** Construcción al lado de un arroyo intermitente.

Sabala de los Santos afirma que: “el problema prolifera porque la mayoría de la gente que compra en zona ejidal no se asesora antes”. La petición de personas que quieren regularizar sus terrenos fue muy recurrente en las asambleas ejidales, pero resulta que compraron en zona parcelada y el legítimo propietario no tramitó su cambio de uso de suelo a dominio pleno; luego entonces, los poseedores no son legítimos propietarios. Comentó el comisariado ejidal:

Arriesgan su capital, porque existe la figura de sucesión en los terrenos ejidales, por lo tanto, si el ejidatario original o sus herederos, no hicieron el cambio de uso de suelo, ahí es donde comienzan los problemas legales. Los ejidatarios y los compradores no han entendido que desincorporar el terreno del ejido le agrega valor, no es lo mismo vender ejido que vender propiedad. Lo que impera es la venta de las hectáreas a través de los abogados, hacen su contrato de compraventa y se comprometen a regularizar después y esto no está, ni lo reconoce el Comisariado. No hay hasta el momento

ningún Tribunal que no defienda la línea sucesoria parcelaria. (Entrevista, ejido San José Terán, 17 de octubre de 2020).

En el tema de las afectaciones por inundaciones o encharcamientos, el ejido conoce dos casos: al lado sur, una barda de la Fuerza Área, construida sobre un escurrimiento intermitente, ocasiona encharcamientos en las colonias Pluma de Oro y Tierra Negra, ambas en proceso de regularización, pero actualmente no cuentan con drenaje. El otro caso es Cuchilla Santa Rosa; ahí, los ejidatarios se asentaron en la orilla de los arroyos conocidos por ellos como Zapac y la Siria, que al unirse conforman El Sabinalito (Fotografía 137). Menciona que el Comisariado ejidal no tiene forma de evitar que se asienten, la problemática recae en quien vende y en quien habita esa zona de riesgo.



**Fotografía 137.** Unión de los arroyos conocidos como Zapac y la Siria, conformando el arroyo El Sabinalito.

Finalizó exponiendo que, en los casos de fraccionamientos en zona ejidal, si tienen facultad de sancionar; pero que es importante que quienes piensan comprar primero se acerquen al ejido. Comentó que la única forma de reducir la proliferación de fraccionamientos irregulares es que el comisariado ejidal no firme documentos falsos, que los requisitos de compraventa estén claros y que en las asambleas se informe sobre los riesgos de inundaciones a que son susceptibles, porque “es la única forma de hacer la difusión”.

El análisis del discurso en las entrevistas dirige la investigación en la problemática vista desde lo que no se está haciendo actualmente; aunque cada ámbito de competencia atribuye ciertas causas, las cuales se resumen en la Tabla 30.

**Tabla 30.** Categorías y análisis de entrevistas a funcionarios.

| CATEGORÍAS                                           | SUB-CATEGORÍAS       | REGISTRO AGRARIO NACIONAL                                              | SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO                        | DIRECCIÓN DE TENENCIA DE LA TIERRA                                                                | ICPLAM                                                                                                 | COMISARIADO EJIDAL                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROBLEMÁTICA</b>                                  |                      |                                                                        |                                                        |                                                                                                   |                                                                                                        |                                                                                                                                            |
| Cambios de uso de suelo ejidal a urbano              | Especulación         | Hay un mercado de la tierra                                            | Los predios son económicos porque carecen de servicios | Asentamientos irregulares que crecen y se multiplican en época electoral                          |                                                                                                        | La gente primero construye y luego ve si tiene servicios; compra sin asesorarse antes                                                      |
|                                                      |                      | Incertidumbre en la propiedad genera hujos como                        |                                                        |                                                                                                   |                                                                                                        | Incremento de avencidades                                                                                                                  |
|                                                      | Desorden             | Cambios de uso de suelo sin los procesos normativos                    | Lotificación y construcción sin títulos municipales    | Asentamientos irregulares en zonas parceladas                                                     | La zona de crecimiento no está debidamente planeada                                                    | Si la gente sigue vendiendo terrenos, el comisariado ejidal ignora con qué documento, porque no se han dado permisos en los últimos 7 años |
|                                                      |                      |                                                                        | Colonias sin vialidades, caminos sin orden             | Procesos de regularización que superan la planeación                                              | Trabajo a contrato(s) crecimiento vs planeación                                                        |                                                                                                                                            |
|                                                      | Normatividad         |                                                                        |                                                        | Ejidatarios se resisten a realizar títulos municipales porque creen que el Ayuntamiento es ajeno. |                                                                                                        | Los avencidados no realizan el proceso de desincorporación de tierra ejidal a dominio pleno.                                               |
|                                                      |                      |                                                                        |                                                        | A partir de una necesidad se crea un delito: vender/comprar...                                    |                                                                                                        | El ejido tiene varias demandas por ventas irregulares.                                                                                     |
|                                                      |                      |                                                                        |                                                        |                                                                                                   |                                                                                                        | Existe la figura de sucesión en terrenos ejidatarios, por lo que el Tribunal Agrario defiende la línea sucesoria parcelaria.               |
|                                                      |                      |                                                                        |                                                        |                                                                                                   |                                                                                                        | Los ejidatarios y compradores no han entendido que la desincorporación le agrega valor a la tierra                                         |
| Desarrollo urbano y problemas de inundaciones        | Riesgos              | Colonias sin servicios                                                 | Invasión de microzonas                                 | Asentamientos sin planeación urbana que proveen los riesgos                                       |                                                                                                        | Asentamientos en arroyos, colonias sin servicios                                                                                           |
|                                                      |                      |                                                                        |                                                        |                                                                                                   |                                                                                                        | No tiene forma de evitar que se asienten en arroyos, la problemática recae en quien vende y quien compra                                   |
|                                                      | SIG                  | Carencia de herramientas y software para mediciones en todo el estado. | Crecimiento en zona periurbana                         |                                                                                                   | Necesidad de la información disponible en las diferentes instancias para considerarla en los proyectos |                                                                                                                                            |
| <b>ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN</b>                      |                      |                                                                        |                                                        |                                                                                                   |                                                                                                        |                                                                                                                                            |
| Alternativas para reducir la construcción del riesgo | Política pública     | Equipo tecnológico y humano para mejorar mediciones                    |                                                        | Crear un comité de planeación                                                                     | Plataformas digitales que faciliten el acceso a la información                                         |                                                                                                                                            |
|                                                      | Modelo participativo | Estructura cercana a la comunidad                                      | Concienciación ciudadana                               | Participación de ejidatarios y avencidados                                                        | Cualitativa informal                                                                                   | En las asambleas, que se informen sobre los riesgos de inundaciones                                                                        |



En las transcripciones de las entrevistas con servidores públicos aplicamos las categorías insertas en la hoja de entrevista para conocer los más objetivamente posible cómo ha sido el proceso de cambio de uso de suelo ejidal a urbano, cómo han visto y enfrentado el crecimiento de la mancha urbana con respecto a las inundaciones en la zona y cuáles pueden las intervenciones contra la construcción social de los riesgos.

Desprendimos tres categorías analíticas, respecto al cambio de uso de suelo ejidal a urbano. Los cinco entrevistados tienen apreciaciones que pueden enlazarse: la creciente especulación sobre los terrenos ejidales, el desorden en los procesos constructivos y la ausencia de aplicación de la normatividad.

Otra categorización pudimos derivarla desde la indagatoria sobre los riesgos de inundaciones, sobre estos eventos que se han presentado con afectaciones y en los sistemas de información geográfica, que nuestra investigación arrojó como no disponibles ni actualizados. Cuatro de los cinco entrevistados reconocieron que los riesgos subyacen al surgimiento de colonias sin servicio de drenaje, en las invasiones de microcuencas y que ninguna planeación urbana se ha anticipado a estos riesgos.

Finalmente, en las alternativas para reducir la construcción social del riesgo que provoca que viviendas desvíen los cauces, que hagan movimientos de terreno sin respeto a las áreas hidráulicas, identificamos dos categorías, muy relacionadas: política pública y modelo participativo gobierno-comunidad.

Los cinco entrevistados reconocen que existe un problema de ocupación del suelo ejidal que pervierte el proceso de regulación y que falta una planeación preventiva que identifique las zonas vulnerables a las amenazas en esta zona de crecimiento. Como mencionamos en el capítulo 2, existe un antagonismo entre la mayoría de los actores políticos porque en esas dependencias recae la regulación de estos procesos; y además, se reconocen superados por un problema continuo, que agudizan las formas de la lucha electoral, toda vez que esas colonias están en riesgo, reiteran sus demandas por servicios a las que se suman las de nuevos habitantes en esos asentamientos y en otros que van surgiendo. El otro aspecto de esta dinámica, y que también los rebasa, es la acción política de los actores sociales, que son los líderes políticos y los herederos de las parcelas que negocian sobre éstas y luego las venden sin realizar los procesos ejidales.

La pandemia de SARS COVID 19 ha sido un factor importante en la actualidad ya que el ejido San José debía someterse a un proceso de cambio de administración, que se frenó hasta que el semáforo epidemiológico permitió hacerlo. Las reuniones con ejidatarios están suspendidas y con esto los trámites en el ejido se realizan a marchas forzadas, con la escasa tecnología que tienen al alcance y —esto lo corroboramos en campo—, la realidad de los terrenos no es igual a la que está plasmada en los planos en las paredes de la oficina ejidal. Hay también un aspecto antagónico, no solo en las autoridades entrevistadas, sino en quienes ejecutan y autorizan obras públicas, al permitir que la infraestructura hidráulica más importante hasta el momento en la zona, el Nuevo Libramiento Sur, se construyera sin los permisos necesarios, sin los estudios que permitirían conocer los periodos de retorno y su capacidad para transportar las aguas que convergen al arroyo El Sabinalito, en un horizonte de planeación a mediano plazo para un suelo bajo presión demográfica, establecida así en el PDU.

Esta relación antagónica entre la planeación y la regulación tiene una razón subyacente: mientras no exista un cambio en la política pública que consiga el ejercicio estricto de los reglamentos y leyes que influyen y determinan el desarrollo urbano sustentable, ningún estudio cambiará nada, aunque se haya desarrollado muy bien o excelentemente.

El problema es muy grande, sin embargo, el propósito de esta tesis es exponer la falta de seguimiento en la aplicación de los reglamentos actuales y la necesidad de nuevas políticas públicas, partiendo de reconocer que ya existe construcción social del riesgo de inundaciones y fenómenos de remoción en masa en la nueva Tuxtla.

#### **4.16. Mapa remoción en masa**

Para el análisis de la susceptibilidad por el peligro de remoción en masa subdividimos la zona de estudio —consistente en 2,909 ha de las tres etapas de crecimiento urbano consideradas en el PDU (2015)—, en cuatro cuadrantes dentro de los cuales se levantaron 96 puntos de control.

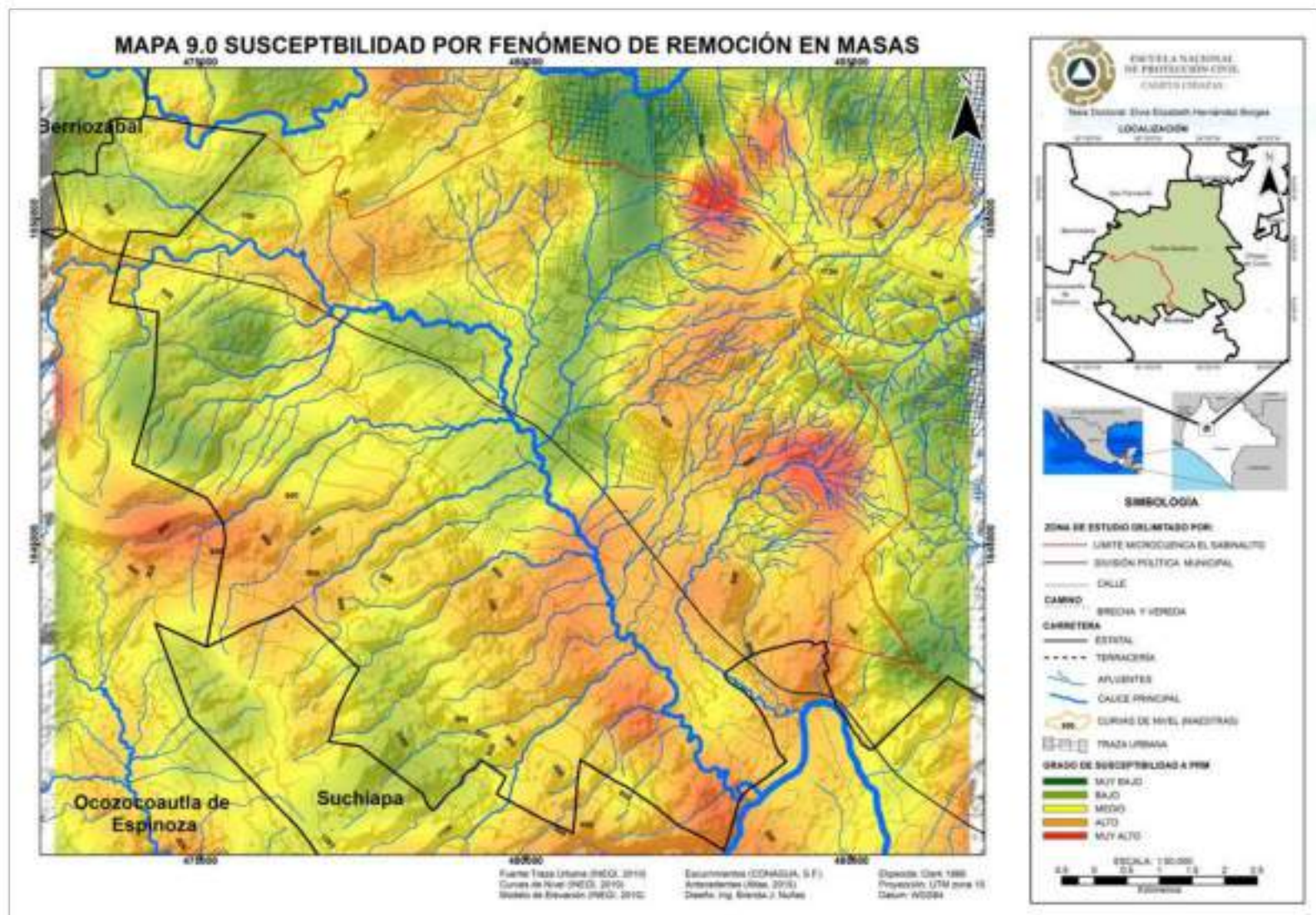
Revisamos la información existente en el Atlas de peligros y/o riesgos (Mora y otros, 2015), Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Tuxtla Gutiérrez (PDU, 2018), que determina la clasificación del tipo y uso del suelo y la zonificación de peligros por fenómeno de remoción en masa, con base en la metodología multicriterio de Paz Tenorio (2017).

Generamos la información para el mapa base, en el cual puede observarse que el área de estudios, de acuerdo con el tipo de suelo, es predominantemente leptosol (o litosol, como se lo conoce comúnmente), y característicamente poco profundo. Así mismo, hay presencia de suelos del tipo vertisol, con alto contenido de arcilla expansible, que húmedos pueden provocar fenómenos de movimiento de los materiales, y cuando están secos grietas de desecación. Con este enfoque se obtuvieron cinco diferentes niveles de susceptibilidad muy baja, baja, media, alta y muy alta.

El mapa preliminar se generó a partir de sobreponer capas de tipos de suelo y de las etapas del crecimiento urbano (PDU, 2015). Con la información obtenida elaboramos el Mapa Base de susceptibilidad al fenómeno de Remoción en Masa (Mapa 26).



Mapa 26. Mapa base de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa.



Posteriormente, para el recorrido en campo dividimos la zona de estudio en cuatro cuadrantes, obtuvimos cinco mapas, agrupados por colonias y etapas del crecimiento urbano. Lo anterior con la finalidad de que fuera más fácil su interpretación.

Es importante mencionar que el 7 de septiembre de 2017 Chiapas fue afectado por un sismo de magnitud 8.2. En Tuxtla Gutiérrez, de acuerdo a información que obra en la Secretaría de Protección Civil, se tuvieron 4,284 reportes de viviendas con algún tipo de daño, y que fueron visitadas; las valoraciones de riesgo se entregaron a los solicitantes, y para su atención de acuerdo a tipos de daños y competencias se informó a autoridades estatales y federales mediante oficio PM/0437/2017 en poder de la Secretaría de Protección Civil Municipal.

Dentro de esas valoraciones de riesgos encontramos que 62 reportes se localizan en nuestra zona de estudio; esta es información relevante debido a que, hasta antes del sismo, el Atlas de Riesgos no contemplaba antecedentes de daños en la zona (Tabla 30).

**Tabla 31.** Reporte de daños en viviendas de la zona de estudio por el sismo de septiembre de 2017.

| Colonias               |    |
|------------------------|----|
| Alianza Campesina      | 2  |
| Ampliación Loma Bonita | 11 |
| Ampliación Terán       | 1  |
| CCI                    | 25 |
| Loma Bonita            | 16 |
| Pluma de Oro           | 4  |
| Tierra Negra           | 3  |
| Total                  | 62 |

Cabe aclarar que de acuerdo a análisis estadístico resultado de foros de análisis posteriores al sismo de 2017, se dio a conocer que las afectaciones en Tuxtla Gutiérrez fueron debido a que las viviendas afectadas no cumplían con lo establecido en el Reglamento de Construcción, por lo que se sugirió poner especial atención en viviendas de adobe y materiales inadecuados en zonas de riesgo.<sup>16</sup> Con este antecedente en análisis de susceptibilidad debido a

<sup>16</sup> Presentación de la ponencia "Necesidades de actualización de la normatividad de construcción y seguridad en estructuras en Tuxtla Gutiérrez", por el Dr. Raúl González Herrera, dentro del Foro Diálogo Hacia el Diseño de Propuesta de Reglamento General de Construcción Segura del Estado de Chiapas, organizado por la Escuela de Protección Civil, Campus Chiapas, el 19 de septiembre de 2018.



causas subyacentes como movimientos sísmicos, se incluyeron las colonias que en 2017 presentaron algún tipo de afectación por el sismo (Tabla 32).

**Tabla 32.** Relación de viviendas afectadas por el sismo de 2017 en la zona de estudio.

| FOLIO SPOM | DIRECCION                                                                   | COLOMIA                      | TIPO DE AFECCION | ENTRADA TURN LIBRE | ESTRUCTURA FUERTE | OTRAS AFECCIONES |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| 1          | 2515 AVENIDA ORQUÍDEAS LOTE 11 MANZANA 98 ESQUINA CALLE LAS ROSAS           | ALHONDA CAMPESINA            |                  |                    | X                 |                  |
| 2          | 3624 CALLE ITZAMUNAM 31 OFE1                                                | ALHONDA CAMPESINA            |                  | X                  |                   |                  |
| 3          | 2436 AVENIDA LAS FLORES 423 E ESQUINA NRO PERDIDO                           | AMPLIACION LOMA BONITA       |                  |                    |                   | X                |
| 4          | 2796 CALLE JOQUENO # 285                                                    | AMPLIACION LOMA BONITA       |                  | X                  |                   |                  |
| 5          | 3654 CALLE A SUCHAPÁN # 98                                                  | AMPLIACION LOMA BONITA       |                  | X                  |                   |                  |
| 6          | 3610 CALLE JON TERPILAJE PRIVADA LOS JOQUENO # 497                          | AMPLIACION LOMA BONITA       |                  |                    | X                 |                  |
| 7          | 3656 CALLE JON LAS JOQUENAS (PRIVADO) # 62                                  | AMPLIACION LOMA BONITA       |                  | X                  |                   |                  |
| 8          | 3666 CALLE A SUCHAPÁN # 215                                                 | AMPLIACION LOMA BONITA TERAN |                  | X                  |                   |                  |
| 9          | 3691 CALLE EL SECRENO # 22                                                  | AMPLIACION LOMA BONITA TERAN |                  |                    | X                 |                  |
| 10         | 3652 CALLE PRIMERA MANZANA 5                                                | AMPLIACION LOMA BONITA TERAN |                  |                    | X                 |                  |
| 11         | 3693 CALLE BAUCE MANZANA 5 LOTE 2                                           | AMPLIACION LOMA BONITA TERAN |                  | X                  |                   |                  |
| 12         | 3696 CALLE JOQUENO # 277                                                    | AMPLIACION LOMA BONITA TERAN |                  | X                  |                   |                  |
| 13         | 3696 CALLE LAS LOMAS # 27                                                   | AMPLIACION LOMA BONITA TERAN |                  |                    | X                 |                  |
| 14         | 3724 PRIV. BUENOS AIRES # 610                                               | AMPLIACION SAN JOSE TERAN    |                  |                    | X                 |                  |
| 15         | 143 CALLE SANTA JULIA MANZANA 3 LOTE 15 ENFO AVENIDA COLIBO                 | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 16         | 3001 CALLE SANTA CLARA MANZANA 2 LOTE 16 ENTRE AV. SANTO DOMINGO Y COLOMBIO | CC1                          |                  |                    | X                 |                  |
| 17         | 3633 AV. COLIBO MANZANA 3 LOTE 16                                           | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 18         | 3116 CALLE BENITO JUAREZ MANZANA 9 LOTE 6 S/N                               | CC1                          |                  |                    |                   | X                |
| 19         | 3336 AVENIDA BENITO JUAREZ                                                  | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 20         | 3381 CALLE JON AMOLUJO # 95                                                 | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 21         | 3493 CALLE ROBERTO MADRAZO LOTE 9                                           | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 22         | 3494 CALLE PABLO SALAZAR Y LAZARILLA PABLO S/N                              | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 23         | 3496 CALLE JON ROBERTO MADRAZO # 12 CURUBA GUAYTE                           | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 24         | 3496 CALLE PABLO LUCIO DE LOS SANTOS # 114 CAMINO A RANCHO VIEJO            | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 25         | 3502 CALLE JON ROBERTO MADRAZO Y CALLE JON SAN SEBASTIAN S/N                | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 26         | 3503 CAMINO A RANCHO VIEJO # 188                                            | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 27         | 3504 CALLE SANTA CLARA # 10 LOTE 8                                          | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 28         | 3606 CALLE SANTA ROSA # 4 LOTE 16 ENTRE AV. COLOMBIO Y SANTO DOMINGO        | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 29         | 3636 CAMINO A RANCHO VIEJO # 8                                              | CC1                          |                  |                    | X                 |                  |
| 30         | 3796 CALLE SANTA JULIA MANZANA 1 LOTE 11                                    | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 31         | 3796 AV. SANTO DOMINGO MANZANA 2 LOTE 2                                     | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 32         | 3792 CALLE HILANDER # 13 ENTRE CAMINO A RANCHO VIEJO Y PRIV. PABLO          | CC1                          |                  |                    | X                 |                  |
| 33         | 3894 CAMINO A LA LAZARILLA S/N                                              | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 34         | 4036 CALLE SANTA JULIA MANZANA 4 LOTE 15 # 634                              | CC1                          |                  |                    | X                 |                  |
| 35         | 3156 CALLE SANTA JULIA # 6 LOTE 12                                          | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 36         | 3363 CALLE SANTA JULIA # 5 LOTE 13 # 18                                     | CC1                          |                  |                    | X                 |                  |
| 37         | 3506 PRIV. SAN SEBASTIAN Y CALLE JON ROBERTO MADRAZO S/N                    | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 38         | 3501 PRIV. SAN SEBASTIAN # 16                                               | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 39         | 3506 CAMINO A RANCHO VIEJO # 2                                              | CC1                          |                  | X                  |                   |                  |
| 40         | 2676 AV. DE LOS CEDEROS, ESQUINA CALLE LOS ENCHES # 195                     | LOMA BONITA                  |                  | X                  |                   |                  |
| 41         | 493 CALLE JON LAS CAROLINAS # 20                                            | LOMA BONITA                  |                  | X                  |                   |                  |
| 42         | 2640 CALLE EMILIANO ZAPATA S/N ANTIQUA A SUCHAPÁN                           | LOMA BONITA                  |                  | X                  |                   |                  |
| 43         | 2761 CALLE MIGUEL IDELGO MANZANA 10 LOTE 3                                  | LOMA BONITA                  |                  |                    | X                 |                  |
| 44         | 3032 AVENIDA RIO POC POC MANZANA 0 LOTE 13                                  | LOMA BONITA                  |                  |                    | X                 |                  |
| 45         | 2107 CALLE LA LOMITA NUMERO 122                                             | LOMA BONITA                  |                  |                    | X                 |                  |
| 46         | 35 CALLE PALMAS MANZANA 32 LOTE 8                                           | LOMA BONITA                  |                  | X                  |                   |                  |
| 47         | 2475 CALLE SAN LUIS NUMERO 98                                               | LOMA BONITA                  |                  |                    | X                 |                  |
| 48         | 3686 CALLE LA LOMITA NUMERO 111                                             | LOMA BONITA                  |                  |                    | X                 |                  |
| 49         | 2732 CALZADA A EMILIANO ZAPATA # 95                                         | LOMA BONITA                  |                  |                    | X                 |                  |
| 50         | 2734 CALZADA A EMILIANO ZAPATA # 95                                         | LOMA BONITA                  |                  |                    | X                 |                  |
| 51         | 2722 CALLE JON TERPILAJE S/N                                                | LOMA BONITA                  |                  |                    | X                 |                  |
| 52         | 3652 CAMINO VIEJO A SUDAPÁN # 95                                            | LOMA BONITA                  |                  |                    | X                 |                  |
| 53         | 3636 CALLE MACATE # 194                                                     | LOMA BONITA                  |                  |                    | X                 |                  |
| 54         | 3686 CALLE JON ROGARITO # 130                                               | LOMA BONITA                  |                  |                    | X                 |                  |
| 55         | 4034 CALLE LA LOMITA # 136                                                  | LOMA BONITA                  |                  | X                  |                   |                  |
| 56         | 2543 AV. SUR PONIENTE # 236 ESQUINA 4a PONIENTE                             | PLANA DE ORO                 |                  | X                  |                   |                  |
| 57         | 3166 PRIVADA DE LA 3a PONIENTE E ENTRE 4a PONIENTE                          | PLANA DE ORO                 |                  |                    |                   | X                |
| 58         | 3761 PRIV. 4a PONIENTE SUR S/N                                              | PLANA DE ORO                 |                  | X                  |                   |                  |
| 59         | 3763 CALLE 5a PONIENTE SUR 4A                                               | PLANA DE ORO                 |                  | X                  |                   |                  |
| 60         | 3472 2a CALLE ORIENTE SUR                                                   | TIERRA NEGRA                 |                  |                    | X                 |                  |
| 61         | 3476 CALLE SAN RAMON # 2 LOTE 4                                             | TIERRA NEGRA                 |                  | X                  |                   |                  |
| 62         | 3482 CALLE SAN RAMON # 226                                                  | TIERRA NEGRA                 |                  | X                  |                   |                  |

Es importante aclarar que para efectos de esta investigación, los puntos de control de procesos de remoción en masa se centran en características de susceptibilidad y reportes de casas afectadas por sismos. En ambos casos se describen en Procesos de Remoción en Masa



para facilitar las categorías de información, ya que las observaciones levantadas en campo tienen una estructura y una forma medible, con datos locales de caídas y derrumbes, que, si bien pudieran estar relacionados con eventos sísmicos, infraestructura vial y la aplicación de las normas técnicas de construcción, su causa se debe buscar en fenómenos geológicos.

#### **4.16.1. Remoción en Masa RM1 (Mapa RM1)**

El primer mapa lo centramos en la zona de los fraccionamientos Real del Bosque y Casas Geo, cuya característica principal es que los constituyen viviendas de interés social. Es importante comentar que durante la actualización del Atlas de Peligros y/o Riesgos no se presentaron datos de estas colonias dado que no se tenía información al respecto sobre afectaciones en la zona.

Los puntos de control del 1 al 9 los localizamos en el mapa de susceptibilidad media; a partir del punto 10 y hasta el 15, la susceptibilidad es alta, debido a su cercanía al cerro Mactumatzá.

Punto de control 1 (481320, 1846430 UTM, Tabla 32, Fotografías 138 y 139). Registramos daño por erosión en avenida del Manzano, colonia Real del Bosque; observamos que el tipo de suelo es arenoso con fragmentos de caliza.



**Fotografías 138 y 139.** Dos vistas del mismo punto (481320, 1846430 UTM) vialidad afectada por la erosión.

Los puntos 2 y 3 fueron tomados sobre la misma avenida del Manzano, sin que presente evidencias de erosión.

El punto de control 4 (481739, 1847012 UTM, Tabla 32, Fotografías 140 y 141). Se localiza en la calle de Los Pirules, fraccionamiento Real del Bosque; observamos un talud con una longitud de 368 m y altura de 4.5 m, con estratos de calizas de 10 y 20 cm de espesor. En este punto hay material ya compactado de un derrumbe, roca caliza acompañada con material fino y partes de caliche cementado.



**Fotografías 140 y 141.** Punto de control (481739, 1847012 UTM), pequeños derrumbes en vialidad producto de los cortes en talud.

Punto de control 5 (481980, 1846836 UTM, Tabla 32, Fotografía 142). Se trata del mismo talud del punto de control 4, longitud de 368 m y altura de 4.5 m, calle Los Pirules, fraccionamiento Real del Bosque; observamos un derrumbe de los materiales de la pared de roca caliza acompañado con material fino y caliche cementado.



**Fotografía 142.** Continuación del talud en Calle Los Pirules, fraccionamiento Real del Bosque.



Punto de control 6 (481612, 1846523 UTM, Tabla 32, Fotografía 143). Boulevard Real del Bosque; observamos talud con longitud de 32 m y altura de 1.75 m, con material de relleno con materiales finos (caliche y arena) no compactos.



**Fotografía 143.** Talud con material de relleno en boulevard Real del Bosque (481612, 1846523 UTM).

Punto de control 7 (481655, 1846487 UTM, Tabla 32, Fotografía 144). Observamos talud de 28 m de longitud y 2.62 m de altura, sobre boulevard Real del Bosque, con fragmentos de roca caliza rodeados por caliche cementado, estratos de calizas y en la parte superior material compacto.



**Fotografía 144.** Talud de 28 m de longitud y 2.62 m de altura, en boulevard Real del Bosque.



Siguiendo el camino hacia el fraccionamiento Chiapas Bicentenario, salimos de Real del Bosque recorriendo el camino rural a Pacú, en donde registramos los puntos 8 y 9.

Punto de control 8 (482622, 1845803 UTM, Tabla 32, Fotografía 145). Sobre la vialidad asfaltada observamos talud de 15 m de longitud y 2.90 m de altura, con depósito de caliche macizo y cementado.



**Fotografía 145.** Talud de caliche y macizo cementado en camino rural a Pacú.

Punto de control 9 (482598, 1845777 UTM, Tabla 32, Fotografía 146). Camino rural a Pacú, encontramos un talud de 15 m de longitud y 3.50 m de altura, con depósito de caliche macizo y cementado.



**Fotografía 146.** Talud de caliche macizo y cementado, camino rural a Pacú.

Punto de control 10 (483215, 1845543 UTM, Tabla 32, Fotografía 147). En área verde hacia al fraccionamiento encontramos rodados de roca caliza.



**Fotografía 147.** Rodado de roca caliza en área verde hacia Chiapas Bicentenario.

Punto de control 11 (483251, 1845336 UTM, Tabla 32, Fotografía 148). En área verde hacia el fraccionamiento Chiapas Bicentenario observamos un talud de corte con formación de roca caliza.



**Fotografía 148.** Formación de roca caliza en predio colindante con el fraccionamiento Chiapas Bicentenario.

Punto de control 12 (483383, 1845720 UTM, Tabla 32, Fotografías 149 y 150), paredes del cauce con material fino rodeado con rocas calizas (arcilla y arena) materiales finos no compactos.



**Fotografía 149** (izq.). Detalles de material fino localizado entre la vegetación. **Fotografía 150** (der.). Sedimentos finos que provienen de la parte alta de la mesa kárstica de Copoya, distribuidos por el arroyo en la época que presenta escurrimiento (Paz, 2021).

Punto 13 (483423, 1845587 UTM, Tabla 32, Fotografía 151). Talud sobre estacionamiento del fraccionamiento Chiapas Bicentenario. Observamos una pendiente con longitud de 68.30 m con una altura de 2.80 m; encontramos caídos, rodados y derrumbes, con fragmentos de roca caliza intemperada, rodeados por material fino.





**Fotografía 151.** Caídos en área de estacionamiento en fraccionamiento Chiapas Bicentenario.

Punto de control 14 (483420, 1845485 UTM, Tabla 32, Fotografía 152). En área verde colindante con el fraccionamiento Chiapas Bicentenario; observamos roca en sección de término de talud.



**Fotografía 152.** Punto de control 14, observamos caídos de roca cercanos a la vialidad del fraccionamiento Chiapas Bicentenario.

Finalizamos esta sección del análisis de susceptibilidad por remoción de masa con el punto de control 15 (483460, 1845368 UTM, Tabla 32, Fotografía 153). En área verde, colindante con el fraccionamiento Chiapas Bicentenario; en su última calle observamos un

talud de 25 m de longitud y 2.30 m de altura. Al lado encontramos caídos, rodados y derrumbes, así como fragmentos de materiales finos y rocas no compactados (arena y arcilla).



**Fotografía 153.** Área verde colindante con el fraccionamiento Chiapas Bicentenario, con presencia de caídos y derrumbes de material no consolidado.

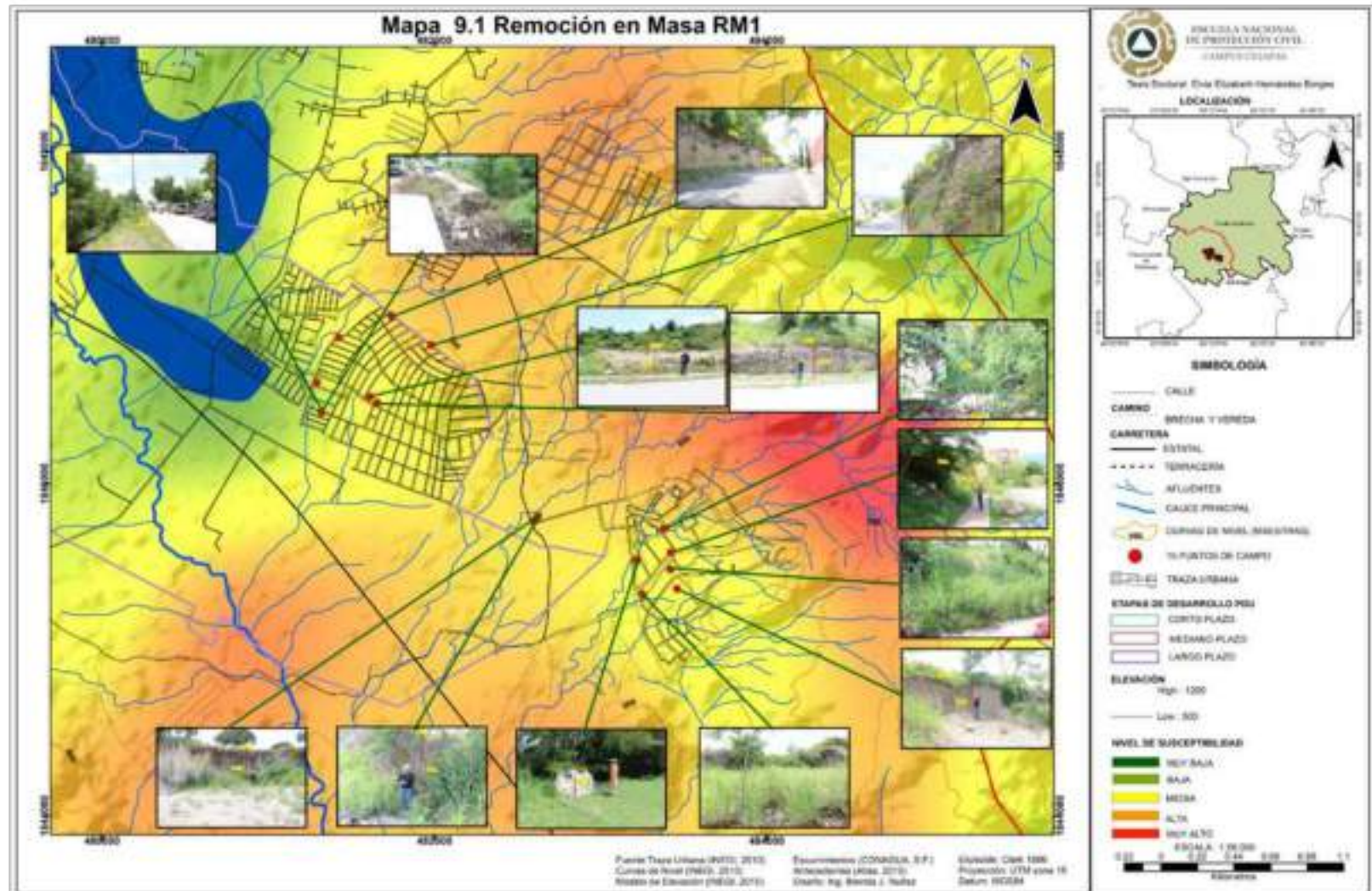
Con el recorrido y los datos obtenidos en el mismo, elaboramos la Tabla 32 y el Mapa 9.1 de Remoción en Masa RM1, y lo acompañamos con algunas de las fotografías que obtuvimos en campo.

Tabla 33. Puntos de control RM1, Mapa 9.1.

| Puntos de control RM1, Mapa 9.1 |        |         |                                                                                                                                                                           |                                                                                      | No. | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                                               | Fotografía                                                                            |
|---------------------------------|--------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                             | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                                               | Fotografía                                                                           |     |        |         |                                                                                                                                                                           |                                                                                       |
| 1                               | 481320 | 1846430 | Daño a vialidad en avenida del Manzano, Fracc. Real del Bosque; el tipo de suelo es arenoso con fragmentos de caliza                                                      |    | 9   | 482598 | 1845777 | Camino rural a Pacú, localizamos talud con depósito de caliche macizo y cementado                                                                                         |    |
| 2                               | 481291 | 1846510 | Sin evidencias de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa.                                                                                                        |    | 10  | 483215 | 1845543 | En la fotografía se observan rodados de roca caliza                                                                                                                       |    |
| 3                               | 481423 | 1846881 |                                                                                                                                                                           |                                                                                      | 11  | 483251 | 1845336 | Al fondo de la fotografía, rodeado de vegetación, observamos talud de corte con formación de roca caliza                                                                  |    |
| 4                               | 481739 | 1847012 | Talud en Fracc. Real del Bosque, calle Los Pirules; observamos caídos de material compactado, roca caliza acompañado con material fino y partes de caliche cementado      |    | 12  | 483383 | 1845720 | Paredes del cauce con material fino rodeado con rocas calizas (arcilla y arena), así como materiales finos no compactos                                                   |    |
| 5                               | 481980 | 1846836 | Talud en calle Los Pirules, Fracc. Real del Bosque. Derumbe de depósito de material compactado, roca caliza acompañado con material fino y partes de caliche cementado    |   | 13  | 483423 | 1845587 | Talud sobre estacionamiento del Fracc. Chiapas Bicentenario. Observamos caídos, rodados y derrumbes, con fragmentos de roca caliza intemperada, rodeado por material fino |   |
| 6                               | 481612 | 1846523 | En el Boulevard Real del Bosque, observamos talud con material de relleno y finos (caliche y arena) no compactos                                                          |  | 14  | 483420 | 1845485 | Roca en sección de término de talud                                                                                                                                       |  |
| 7                               | 481655 | 1846487 | Talud sobre el Boulevard Real del Bosque con fragmentos de roca caliza, rodeado por caliche cementado. También localizamos estratos de calizas y arriba material compacto |  | 15  | 483460 | 1845368 | Talud en fraccionamiento Chiapas Bicentenario. Caídos, rodados y derrumbes, fragmentos de materiales finos y rocas no compactado (arena y arcilla)                        |  |
| 8                               | 482622 | 1845603 | Camino rural a Pacú; localizamos talud con depósito de caliche macizo y cementado                                                                                         |  |     |        |         |                                                                                                                                                                           |                                                                                       |



Mapa 27. Mapa 9.1 Remoción en Masa RM1.



#### 4.16.2. Remoción en Masa RM2 (Mapa RM2)

En este levantamiento registramos 24 puntos, ubicados a un costado del Aeropuerto de Terán; incluimos las colonias Alianza Popular, San José, Mactumatzá, Pluma de Oro, Confederación Campesina Independiente (CCI) y Paraíso, todas en proceso de municipalización ya que, aunque cuenta con servicios públicos, aún son asentamientos irregulares. Es importante que comentemos que la traza urbana llega justo antes de iniciar el levantamiento de los puntos de control y esta zona está catalogada como de crecimiento a corto plazo.

Punto de control 1 (480466, 1850808 UTM, Tabla 33). Levantamiento en la colonia Pluma de Oro. En el lugar no encontramos evidencias de procesos de remoción en masa.

Punto de control 2 (480461, 1850639 UTM, Tabla 33, Fotografía 154). Tiene las mismas características del punto 1, con pendiente y vialidad de terracería en calle El Mulato.



**Fotografía 154.** Punto de control 2, sin evidencia de susceptibilidad a remoción en masa.

Punto de control 3 (480398, 1850565 UTM, Tabla 33, Fotografía 155). Realizamos levantamiento de información en vialidad colindante al parque de la colonia Pluma de Oro; en el lugar no encontramos evidencias de procesos en remoción en masa. Punto de control 4 (480473, 1850538 UTM, Tabla 33), de la misma forma, no encontramos evidencias.





**Fotografía 155.** Parque de la colonia Pluma de Oro sin evidencias de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa.

Punto de control 5 (480270, 1850492 UTM, Tabla 33, Fotografía 156). Levantamiento en la colonia San José Mirador, cruce de vialidad Parma y Turín B. En el lugar no encontramos evidencias de procesos de remoción en masa.



**Fotografía 156.** Punto de control 5, calle Parma y Turín B, San José Mirador; pendientes pronunciadas sin evidencia del fenómeno de remoción en masa.

Puntos de control 6. No se encontraron evidencias de susceptibilidad. El punto de control 7 (480412, 1850239 UTM, Tabla 33, Fotografía 157), en la colonia Confederación Campesina Independiente (CCI), en la vialidad Santo Domingo, no se encontraron evidencias de procesos de remoción en masas, únicamente calles con pendientes.





**Fotografía 157.** Punto de control 7, avenida Santo Domingo, Colonia CCI; sin evidencias de susceptibilidad de remoción en masa.

Punto de control 8 (480371, 1850153 UTM, Tabla 33). Camino a Rancho Viejo, en la Colonia CCI, no se encontraron evidencias de procesos de remoción en masa.

Punto de control 9 (480289, 1850095 UTM, Tabla 33, Fotografía 158). En vialidad denominada Camino a Rancho Viejo, de la Colonia CCI, observamos un muro con fractura de aproximadamente 2 m de altura, así como daños en la banqueta.



**Fotografía 158.** Colonia CCI, Camino a Rancho Viejo, vivienda con fractura en barda y daños en banqueta.

Punto de control 10 (480204, 1850081 UTM, Tabla 33). En avenida Las Gardenias.  
Punto de control 11 (480245, 1850044 UTM, Tabla 33). En 2ª. Oriente sur, camino a Rancho

Viejo, colonia CCI; su parte poniente colinda con la pista del Aeropuerto de Terán; no observamos evidencias de susceptibilidad a remoción en masa.

Punto de control 12 (480251, 1849960 UTM, Tabla 33, Fotografía 159). Levantado en calle Los Tulipanes, colonia CCI; la vialidad es de terracería y no presenta evidencia de hundimientos ni deslizamientos y tiene las mismas condiciones de los puntos 10 y 11.



**Fotografía 159.** Vialidad y viviendas en calle Los Tulipanes, colonia CCI; sin evidencia de susceptibilidad por remoción en masa.

Los puntos de control 13, 14 y 15, se realizaron en la colonia Montecristo. Punto de control 13 (479748, 1849304 UTM, Tabla 33, Fotografía 160), sobre calle Montebello; observamos fractura de banquetta por asentamiento, falta de compactación y cimentación.



**Fotografía 160.** Banqueta fracturada en colonia Montecristo.

Punto de control 14 (479352, 1849354 UTM, Tabla 33). Levantado en zona de parcela con amplia vegetación; no se observan evidencias de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa.

Punto de control 15 (479774, 1849645 UTM, Tabla 33). Sobre vialidad camino a Rancho Viejo, no hay indicios de procesos de remoción en masa debido a que es un lugar plano, el tipo de suelo es arenoso y de material fino (Fotografías 160, 161 y 162).



**Fotografía 161** (izq.). Punto de control 14, en zona parcelada. **Fotografía 162** (der.). Punto de control 15, vialidad rural de camino a Rancho Viejo. **Fotografía 163** (recuadro). Tipo de suelo en puntos de control 14 y 15.

Los puntos de control en el callejón San Antonio 16, 17, 18 y 19, hasta llegar a la avenida Parma, fueron levantados en la colonia Ampliación CCI; en su mayoría no presentan evidencias de susceptibilidad

Punto de control 16 (479987, 1850163 UTM, Tabla 33). Al observar la vegetación y postes, no hallamos evidencias de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa. Por otro lado, en el Punto de control 17 (480023, 1850243 UTM, Tabla 33) registramos una vivienda con grietas en paredes (Fotografías 163 y 164).





**Fotografía 164** (izq.). Punto de control 16 (479987, 1850163 UTM), **Fotografía 165** (der.). Punto de control 17 (480023, 1850243 UTM); en ninguno de estos puntos de control observamos evidencias del fenómeno, por ejemplo, postes inclinados.

Punto de control 18 (480039, 1850314 UTM, Tabla 33, Fotografía 166). Observamos un muro de aproximadamente 2 m de altura con fractura. En el muro se pueden apreciar dos periodos constructivos, materiales de calidad deficiente y que la cadena presenta separación.



**Fotografía 166.** Punto de control 480039, 1850314 UTM.

Punto de control 19 (480085, 1850489 UTM, Tabla 33, Fotografía 167). Avenida Parma en su cruce con privada San Antonio, colonia Ampliación CCI; todas las calles, incluida esta, son de terracería; podemos observar varios postes inclinados en vialidades de terracería.



**Fotografía 167.** Vialidad en la colonia Ampliación CCI.

Punto de control 20 (480188, 1850695 UTM, Tabla 33, Fotografía 168). Levantado en la colonia Pluma de Oro; no presenta evidencia de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa.



**Fotografía 168.** Punto de control 20; árboles y postes sin evidencia de susceptibilidad a remoción en masa.

Los puntos de control 21, 22 y 23, guardan similitud con el punto 20 anterior; no presentan evidencia de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa.

Punto de control 24 (480055, 1851226 UTM, Tabla 33, Fotografía 169). Mantiene la tendencia en la zona, sin evidencias de remoción en masa.



**Fotografía 169.** Viviendas de autoconstrucción en San José Terán (480055, 1851226 UTM).

Las colonias visitadas en este sector pertenecen a la zona ejidal de San José Terán; aún no están municipalizadas y tienen como común denominador que carecen de servicios, como vialidades pavimentadas; en algunos casos no se encuentran asentamientos humanos y en dónde sí hay, la mayoría de las viviendas son de autoconstrucción.

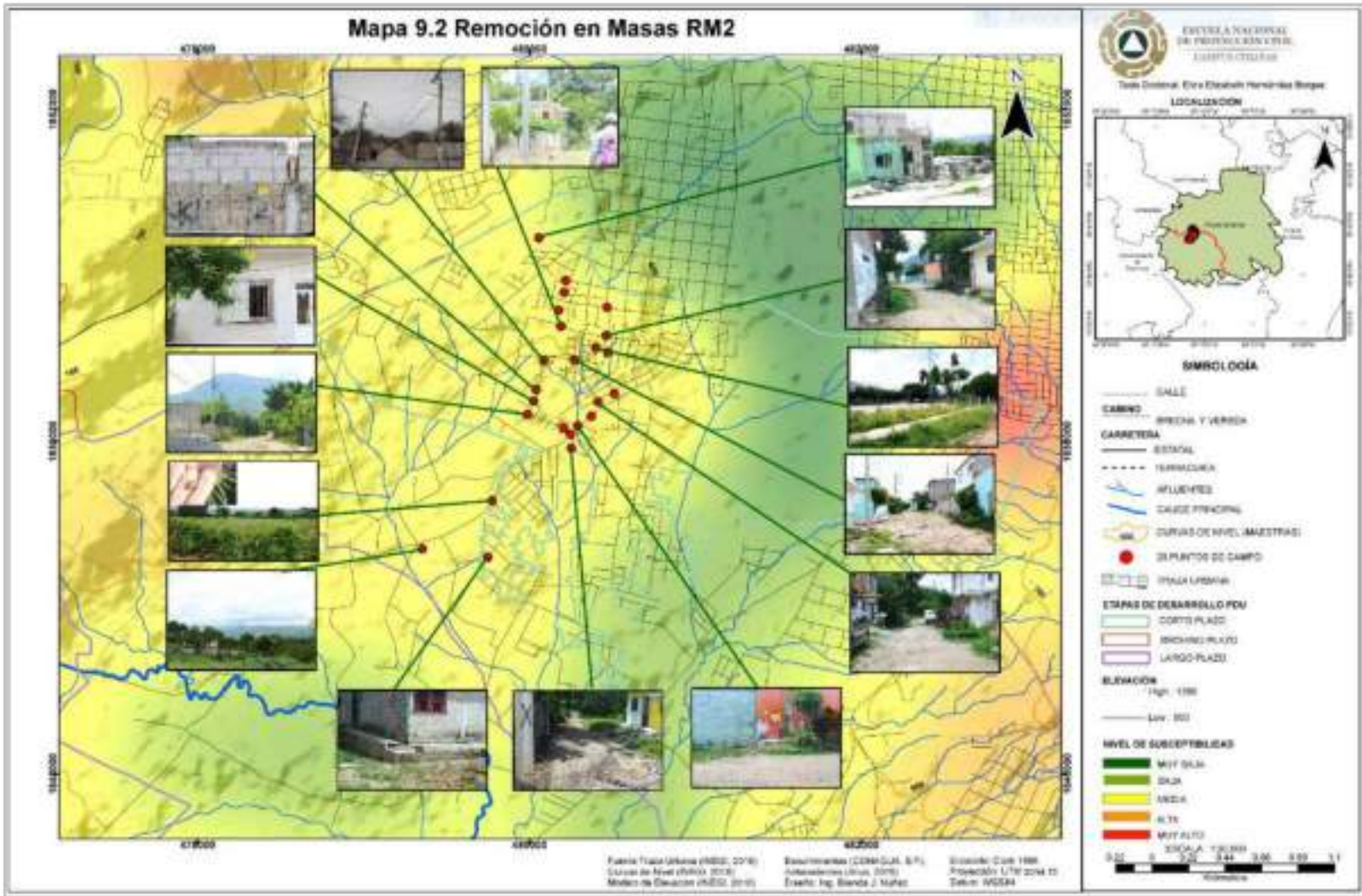
Con el recorrido y los datos obtenidos en el mismo, elaboramos la Tabla 33 y el Mapa 9.2 de Remoción en Masa RM2, el cual acompañamos con algunas de las fotografías que obtuvimos en campo.



Tabla 34. Puntos de control RM2, Mapa 9.2.

| Puntos de control RM2, Mapa 9.2 |        |        |                                                                                                                                                                         |            |     |        |        |                                                                                                                                              |            |     |        |        |                                                                                                    |            |
|---------------------------------|--------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|--------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|--------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| No.                             | X      | Y      | Descripción                                                                                                                                                             | Fotografía | No. | X      | Y      | Descripción                                                                                                                                  | Fotografía | No. | X      | Y      | Descripción                                                                                        | Fotografía |
| 1                               | 480446 | 855008 | Levantamiento en la colonia Pluma de Oro. En el lugar no encontramos evidencias de procesos de retención en masas, únicamente pendientes pronunciadas                   |            | 9   | 480289 | 855005 | Vialidad denominada Camino a Rancho Viejo, de la colonia CCI, observamos un muro de aproximadamente 2 m, con flechas y daños en la banquetas |            | 10  | 479987 | 855003 | Se evidencian de procesos de retención en masas, privada San Antonio, colonia CCI                  |            |
| 2                               | 480481 | 855035 | Levantamiento en el parque de la colonia Pluma de Oro. En el lugar no encontramos evidencias de procesos de retención en masas                                          |            | 10  | 480294 | 855001 | Colonia CCI, en el lugar no encontramos evidencias de procesos de retención en masas                                                         |            | 11  | 480023 | 855032 | Alameda que presenta grietas, privada San Antonio en ampliación CCI                                |            |
| 3                               | 480336 | 855055 | Levantamiento en el parque de la colonia Pluma de Oro. En el lugar no encontramos evidencias de procesos de retención en masas                                          |            | 11  | 480245 | 855044 | Colonia CCI, en el lugar no encontramos evidencias de procesos de retención en masas                                                         |            | 12  | 480031 | 855034 | Observamos un muro de aproximadamente 2 m, con flechas, calle Palma ampliación CCI                 |            |
| 4                               | 480472 | 855036 | Se evidencian de afectaciones por retención en masa calle San Antonio, Colonia Pluma de Oro                                                                             |            | 12  | 480251 | 854990 | Calle de la colonia CCI, en el lugar no se encontraron evidencias de procesos de retención en masas, solo pendientes pronunciadas            |            | 13  | 480085 | 855043 | Se observa inclinación de postes en avenida Palma, después Privada San Antonio, en ampliación CCI  |            |
| 5                               | 480370 | 855032 | Levantamiento en la colonia San José Placeres, cruce de vialidad Palma y Turis B. En el lugar no encontramos evidencias de procesos de retención en masas               |            | 13  | 479740 | 854994 | Colonia Montecristo, calle Monobello, en este punto se observa una hondona en la banquetas                                                   |            | 14  | 480085 | 855005 | Punto tomado en la colonia Pluma de Oro. No hay evidencias de procesos de retención en masas       |            |
| 6                               | 480570 | 855035 | Levantamiento avenida Coloso, en la colonia CCI. En el lugar no encontramos evidencias de procesos de retención en masas                                                |            | 14  | 479952 | 854994 | No hay evidencias de procesos de retención en masas. El lugar es plano, el suelo es tipo arenoso muy fino.                                   |            | 15  | 480071 | 855021 | Punto levantado en la colonia Mirasol Popular. No hay evidencias de procesos de retención en masas |            |
| 7                               | 480442 | 855028 | Levantamiento vialidad San José Domingo, en la colonia CCI. En el lugar no encontramos evidencias de procesos de retención en masas, únicamente pendientes pronunciadas |            | 15  | 479774 | 854984 | No hay indicios de procesos de retención en masas, debido a que es un lugar plano, el tipo de suelo es arenoso y muy fino.                   |            | 16  | 480238 | 855030 | Colonia Mirasol Popular. No hay evidencias de procesos de retención en masas                       |            |
| 8                               | 480371 | 855053 | Camino a Rancho Viejo, en la Colonia CCI, en el lugar no encontramos evidencias de procesos de retención en masas                                                       |            |     |        |        |                                                                                                                                              |            | 17  | 480270 | 855032 | Punto tomado en la colonia Mirasol Popular. No hay evidencias de procesos de retención en masas    |            |
|                                 |        |        |                                                                                                                                                                         |            |     |        |        |                                                                                                                                              |            | 18  | 480085 | 855030 | San José Turis. No hay evidencias de procesos de retención en masas                                |            |

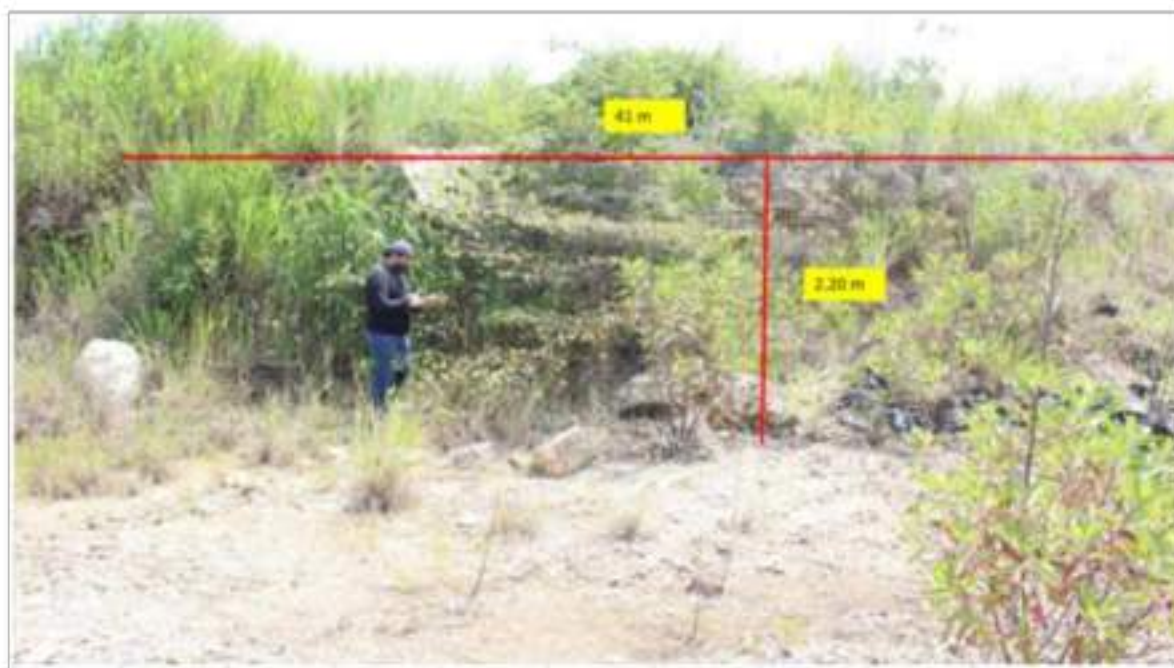
**Mapa 28.** Mapa 9.2 Remoción en Masa RM2.



#### 4.16.3. Remoción en Masa RM3 (Mapa RM3)

El mapa lo realizamos a lo largo de 17.4 km del Nuevo Libramiento Sur, con dirección sureste. Lo consideramos como un mapa debido a que es una vialidad de alto impacto, que detonará la movilidad y porque, debido a su trazo, encontramos evidencia de cortes de talud con caídos.

Punto de control 1 (481420, 1845686 UTM, Tabla 34, Fotografía 170). Observamos talud con longitud de 41 m y altura de 2.2 m, a un costado del Nuevo Libramiento Sur, con depósito de material poco compactado de rocas calizas.



**Fotografía 170.** Talud de 2.20 de altura, a un costado del Nuevo Libramiento Sur.

Punto de control 2, (481371, 1845731 UTM, Tabla 34, Fotografía 171). Observamos un talud de 41 m de longitud y 2.20 m de altura, a un costado del Nuevo Libramiento Sur, con depósito de material poco compactado de rocas calizas.





**Fotografía 171.** Depósito de material no compactado colindante con el Nuevo Libramiento Sur.

Puntos de control 3 y 4. Se tomaron pasando el Nuevo Libramiento Sur, con dirección suroeste, en el asentamiento humano irregular denominado Villa del Carmen, en donde ya está definida la traza y el crecimiento urbano catalogado como de largo plazo. Punto de control 3 (478731, 1846197 UTM, Tabla 34, Fotografía 172). Inicia en el camino rural a la colonia Villa del Carmen, en donde observamos fragmentos de rocas, caídos y rodados.



**Fotografía 172.** Vialidad rural hacia colonia Villa del Carmen.

Punto de control 4 (478554, 1846314 UTM, Tabla 34, Fotografía 173). Observamos rodados de rocas calizas en una pronunciada pendiente, colonia Villa del Carmen.



**Fotografía 173.** Colonia Villa del Carmen, camino de terracería con presencia de rodados.

Punto de control 5 (479434, 1847220 UTM, Tabla 34). Realizamos registros sobre el Nuevo Libramiento Sur (Fotografía 174).

Punto de control 6 (479179, 1847451 UTM, Tabla 34). Observamos talud con longitud de 444 m y altura de 5 m, compuesto de fragmentos de roca y gravas de calizas, rodeados de materiales finos de arcilla (Fotografía 175).



**Fotografía 174** (izq.). Punto de control 5 (479434, 1847220 UTM).

**Fotografía 175** (der.). Punto de control 6 (479179, 1847451 UTM).

Punto de control 7 (478164, 1847994 UTM, Tabla 34). Observamos el talud sobre el Nuevo Libramiento Sur, con una longitud de 641 m y altura de 3.65 m, de material de arcilla y grava, rocas calizas con partes cementadas. Observamos depósitos recientes de caliza alterada, su forma redondeada está asociada a material de arrastre depositado por corrientes pluviales (Fotografías 176 y 177).



**Fotografía 176** (izq.). Se observa talud de 3.65 m de altura. **Fotografía 177** (der.). Detalle del tipo de material encontrado en el Nuevo Libramiento Sur.

Punto de control 8 (477536, 1848239 UTM, Tabla 34) y punto de control 9 (477428, 1848313 UTM, Tabla 32). Observamos el mismo talud con las mismas dimensiones, pero con materiales de menor tamaño; apreciamos depósitos recientes de caliza muy alterada, bloques de caliza redondeada, además de arcilla y grava (Fotografías 178 y 179).



**Fotografía 178** (izq.). Talud de vialidad. **Fotografía 179** (der.). Materiales finos aplanados.

Punto de control 10 (476716, 1848683 UTM, Tabla 34, Fotografía 180). Registramos bloques de caliza intemperizadas y fragmentos de roca caliza más compacta, así como presencia de caídos. El talud es notablemente alto, 5.50 m; con una longitud de 205 m, observándose mayor pendiente que en los registros anteriores.





**Fotografía 180.** Punto de control 10 (476716, 1848683 UTM).

Punto de control 11 (476651, 1848714 UTM, Tabla 34, Fotografía 181). Bloques de caliza de altura de 4 m y longitud de 205 m en la parte superior; encontramos caídos.



**Fotografía 181.** Se aprecian caídos en el punto de control 11.

Punto de Control 12 (476551, 1848770 UTM, Tabla 34, Fotografía 182). Sobre la vialidad del Nuevo Libramiento Sur encontramos roca caliza compacta.



**Fotografía 182.** Roca caliza compactada en el punto de control 12, Nuevo Libramiento Sur.

Puntos de control 13, 14 y 15, (474576, 1849253 UTM, Tabla 34). El talud más alto en dirección este-oeste. Mantienen similitudes en cuanto a composición, altura y materiales encontrados, que consisten en roca caliza compacta y partes no compactadas de material fino (Fotografías 183, 184 y 185).



**Fotografía 183** (izq.). Punto de control 13. Presenta el tipo de material hallado ahí.

**Fotografía 184** (centro). Punto de control 14. Puede observarse talud, con una altura de 4 m.

**Fotografía 185** (der.). Punto de control 15. Encontramos que el talud tiene una altura de 7 m.

Punto de control 16 (473333, 1849605 UTM, Tabla 34, Fotografía 186). Camino a Raymundo Enriquez; encontramos taludes caídos, rodados y derrumbes, con fragmentos de materiales finos no compactados (arena y escombros).



**Fotografía 186.** Sobre el Nuevo Libramiento Sur, de oriente a poniente, rumbo a Raymundo Enriquez, se observan rodados y derrumbes.

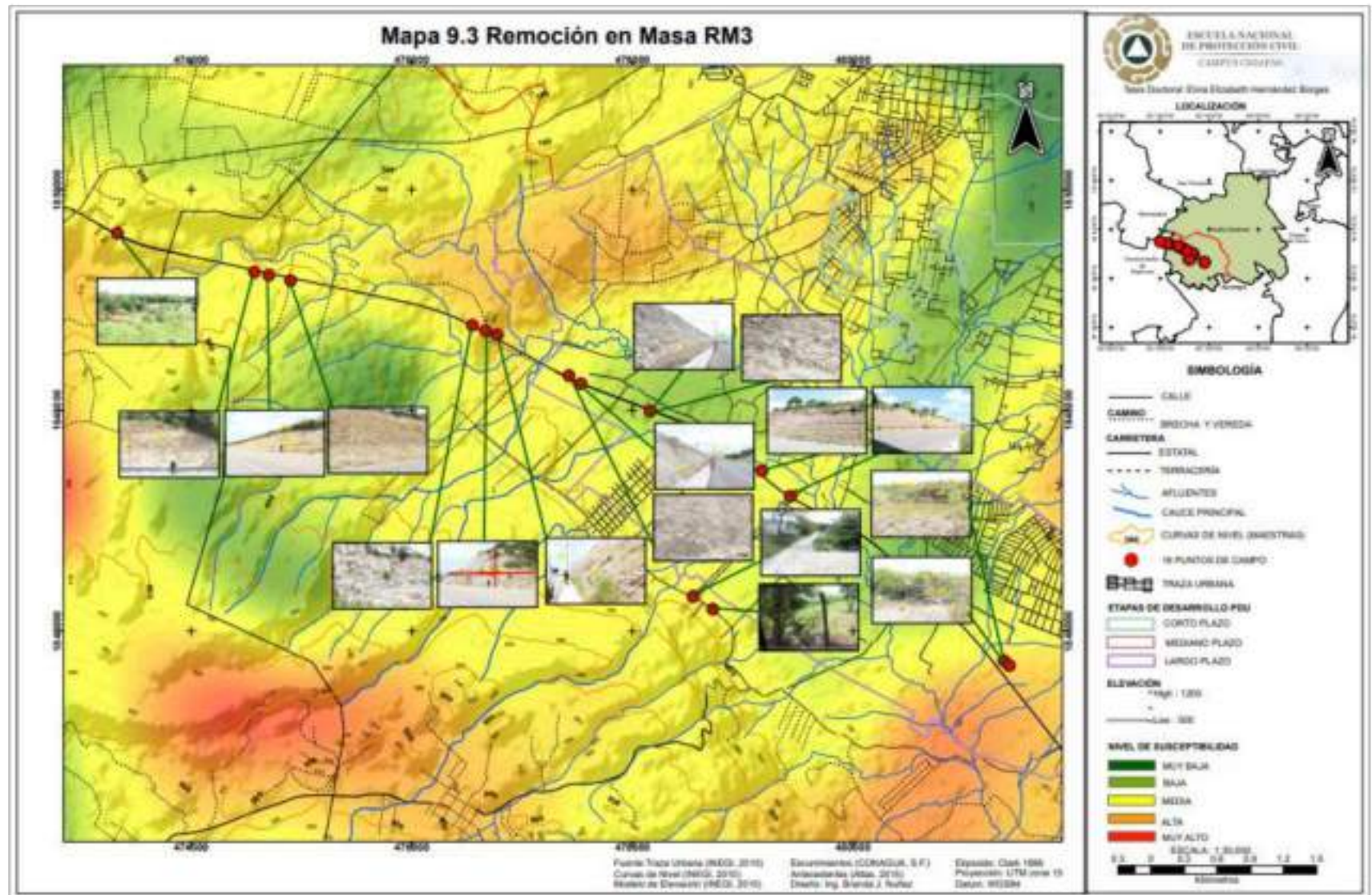
Con el recorrido y los datos obtenidos en el mismo, elaboramos la Tabla 34 y el Mapa 9.3 de Remoción en Masa RM3, el cual se acompaña con algunas de las fotografías obtenidas en campo.



Tabla 35. Puntos de control RM3, Mapa 9.3.

| Puntos de control RM3, Mapa 9.3 |        |         |                                                                                                                   |                                                                                      | No. | X      | Y                                                                                     | Descripción                                                                                                                          | Fotografía                                                                            |  |
|---------------------------------|--------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| No.                             | X      | Y       | Descripción                                                                                                       | Fotografía                                                                           |     |        |                                                                                       |                                                                                                                                      |                                                                                       |  |
| 1                               | 481420 | 1845686 | Talud a un costado del Nuevo Libramiento Sur, con depósito de material poco compactado de rocas calizas           |    | 10  | 476716 | 1848683                                                                               | Bloques de caliza intemperizadas y fragmento roca caliza más compacta, así como presencia de caídos                                  |    |  |
| 2                               | 481371 | 1845731 | Talud a un costado del Nuevo Libramiento Sur. Depósito de material poco compactado de rocas calizas               |    | 11  | 476651 | 1848734                                                                               | Bloques de caliza en la parte superior el talud y presencia de caídos                                                                |    |  |
| 3                               | 478731 | 1846197 | Colonia Villa del Carmen, fragmentos de rocas. Se observan caídos y rodados                                       |    | 12  | 476551 | 1848770                                                                               | Roca caliza compacta                                                                                                                 |    |  |
| 4                               | 478554 | 1846314 | Pendiente pronunciada en la colonia Villa del Carmen, se observan rodados de rocas calizas                        |    |     |        |                                                                                       |                                                                                                                                      |                                                                                       |  |
| 5                               | 479434 | 1847220 | Talud sobre Nuevo Libramiento Sur, longitud de 444 m. Material de arcilla y grava rocas caliza partes cementadas. |    | 13  | 475023 | 1849149                                                                               | Roca caliza compacta y partes no compactadas de material fino                                                                        |    |  |
| 6                               | 479179 | 1847451 |                                                                                                                   |   | 14  | 474903 | 1849174                                                                               |                                                                                                                                      |                                                                                       |  |
| 7                               | 478164 | 1847394 | Talud sobre Nuevo Libramiento Sur. Material de arcilla y grava rocas caliza con partes cementadas                 |  | 15  | 474576 | 1849253                                                                               |                                                                                                                                      |                                                                                       |  |
| 8                               | 477536 | 1848239 | Talud sobre Nuevo Libramiento Sur. Material de arcilla y grava rocas caliza partes cementadas                     |  |     |        |  |                                                                                                                                      |                                                                                       |  |
| 9                               | 477428 | 1848313 |                                                                                                                   |  | 16  | 473333 | 1849605                                                                               | Talud y zona donde se observan caídos, rodados y denumer, así como fragmentos de materiales finos no compactados (arena y escombros) |  |  |

Mapa 29. Mapa 9.3 Remoción en Masa RM3.





#### 4.16.4. Remoción en Masa RM4 (Mapa RM4)

La información vertida en este mapa corresponde a la zona urbana de crecimiento a corto plazo. Los puntos de control 1 al 6 fueron levantados en la colonia Nueva Jerusalén, colindante con las faldas del cerro Mactumatzá. Hicimos el levantamiento durante nuestro ascenso, y registramos una pendiente de drenaje de 686 m a 632 m. Es importante destacar que el asentamiento no tiene medidas físicas de contención que impidan el ascenso de la mancha urbana hacia esta reserva ecológica. A continuación, se detalla.

Punto de control 1 (482932, 1847876 UTM, Tabla 35). Observamos escasas viviendas en la colonia Nueva Jerusalén, sin evidencias del fenómeno de remoción en masa (Fotografía 187). Punto de control 2 (482918, 1847636 UTM, Tabla 33). Observamos abundante vegetación y construcción de vialidades rurales con pendientes (Fotografía 188).



**Fotografía 187** (izq.). Corresponde al punto de control 1 (482932, 1847876 UTM).  
**Fotografía 188** (der.) Punto de control 2 (482918, 1847636 UTM), en la colonia Nueva Jerusalén.

Punto de control 3 (483076, 1847717 UTM, Tabla 35). Se observa camino sin viviendas ni problemas de remoción en masa (Fotografía 189).

Punto de control 4 (483196, 1847737 UTM, Tabla 35). Se observan viviendas que colindan con un vado natural, con semicírculo y cárcavas de erosión por escurrimiento pluvial, desplazamiento por humedad (Fotografía 190).





**Fotografía 189** (izq.). Camino en la colonia Nueva Jerusalén.  
**Fotografía 190** (der.). Se aprecia talud de 6 m de altura.

Punto de control 5 (483274, 1847660 UTM, Tabla 35, Fotografía 191). Es el registro más representativo de la zona, ya que se observa la construcción de una vivienda en un talud, que presenta erosión, antiguos derrumbes y algunos caídos, lo que indica la inestabilidad del terreno donde se asienta esta construcción.



**Fotografía 191.** Punto de control 5, construcción social del riesgo en colonia Nueva Jerusalén: casa construida sobre talud inestable.

Punto de Control 6 (483394, 1847664 UTM, Tabla 35, Fotografía 192). Se aprecia talud con suelo fino.

Punto de control 7 (482736, 1848372 UTM, Tabla 35, Fotografía 193). Continúa la vialidad de terracería con pendiente pronunciada, sin asentamientos humanos.



**Fotografía 192** (izq.). Punto de control 6. Abundante vegetación en un suelo compuesto de material fino (arcilla).  
**Fotografía 193** (der.). Punto de control 7. Se aprecia la abundante vegetación sobre suelo fino arcilloso.

Punto de control 8 (482542, 1848166 UTM, Tabla 35) y punto de control 9 (482685, 1848623 UTM, Tabla 33). Observamos evidencias de inclinación de árboles y en poste de electricidad, así como cárcavas de erosión por escurrimientos pluviales (Fotografías 194, 195 y 196).



**Fotografía 194** (izq.). Caminos de terracería en colonia Nuevo Jerusalén. **Fotografía 195** (centro). Puede apreciarse lo pronunciado de la pendiente. **Fotografía 196** (der.). Evidencia de erosión.

Punto de control 10 (482205, 1848572 UTM, Tabla 35, Fotografía 197). Al final del camino de terracería, antes de llegar al camino rural a Pacú, registramos escasos asentamientos humanos, mayoritariamente extensas zonas parceladas, y sin evidencia de susceptibilidad al



fenómeno de remoción en masa. En 2019 en esta zona hubo un asentamiento irregular, denominado Lomas del Sereno, que fue desalojado, acción legal promovida por los propietarios del predio. Sin embargo, en la visita de campo de nuevo encontramos personas habitando el predio, con construcciones precarias y organizados en torno a un comité de vigilancia para no permitir el acceso de personas ajenas al predio.



**Fotografía 197.** Punto de control 10 (482205, 1848572 UTM). Sin indicios de susceptibilidad.

Punto de control 11 (482203, 1848628 UTM, Tabla 35, Fotografía 198) y punto de control 12 (482213, 1848714 UTM, Tabla 33, Fotografía 199). Fueron levantados sobre la vialidad de camino rural a Pacú, y en ambos puntos no encontramos evidencias de susceptibilidad. En la Fotografía 198 se aprecian grietas cortantes, probablemente por asentamientos. En la Fotografía 199 observamos separación de castillo en una barda de 2 m de altura, ocasionado por un mal proceso constructivo, falta de confinamiento; la sección es muy larga y es probable que haya asentamiento del terreno.

Punto de control 13 (482235, 1848732 UTM, Tabla 35). Sin evidencia de susceptibilidad.





**Fotografía 198** (izq.). Punto de control (482203, 1848628 UTM) grietas cortantes de  $45^\circ$  por asentamientos.  
**Fotografía 199** (der.). Punto de control (482213, 1848714 UTM) separación de castillo por proceso constructivo deficiente.

Punto de control 14 (481928, 1848728 UTM, Tabla 35, Fotografía 200). Observamos vivienda con grieta, la cual probablemente atraviesa el muro, lo que se infiere porque la separación en ciertas partes se vuelve recta en horizontal o vertical, tomando la forma del block o tabique.



**Fotografía 200.** Punto de control 14; vivienda con registro de agrietamientos.

Punto de control 15 (481619, 1848940 UTM, Tabla 35, Fotografía 201). Levantado en vialidad de la colonia Loma Bonita; observamos árboles y postes sin inclinaciones.



**Fotografía 201.** Vialidad en Loma Bonita, punto de control 15 (481619, 1848940 UTM).

Punto de control 16 (482153, 1848801 UTM, Tabla 35, Fotografía 202). Punto de control 17 (482115, 1848828 UTM, Tabla 35). Fueron levantados sobre vialidad camino rural a Pacú, en donde no se encontraron evidencias de susceptibilidad.



**Fotografía 202.** Punto de control 16 (482153, 1848801 UTM), observamos vialidades de terracería y pocas viviendas construidas en esta zona.

Punto de control 18 (481925, 1848855 UTM, Tabla 35, Fotografía 203). Ubicado en calle El Carmen y punto de control 19 (482153, 1848989 UTM, Tabla 35, Fotografía 204), registrado en calle El Sereno, ambos en la misma colonia Loma Bonita y sin evidencias de susceptibilidad. En ambos casos se observan vialidades de terracería y pocas viviendas de autoconstrucción.



**Fotografías 203 y 204** (izq. y der.). Calle El Sereno, colonia Loma Bonita; vialidades de terracería, asentamientos humanos con materiales precarios contrastan con infraestructura religiosa.

Punto de control 20 (481975, 1849073 UTM, Tabla 35, Fotografía 205) y punto de control 21 (481800, 1849113 UTM, Tabla 35, Fotografía 206), ambos en la calle Zequeno, colonia Loma Bonita; sin evidencias de susceptibilidad por remoción en masa.



**Fotografías 205 y 206** (izq. y der.). Vialidad Zequeno, sin presencia de evidencias de susceptibilidad a remoción en masa.

Punto de control 22 (482065, 1849252 UTM, Tabla 35, Fotografía 207). Presenta evidencias de un proceso constructivo deficiente. Se observa una casa con colado de castillo



reciente; suponemos que la vivienda sufrió daños y los propietarios reforzaron los muros de carga con castillo y cadena. Punto de control 23 (482014, 1849367 UTM, Tabla 35, Fotografía 208). Sobre vialidad camino rural a Pacú, no presentan evidencias de daños por el fenómeno de remoción en masa,



**Fotografía 207** (izq). Punto de control 22. Reforzamiento de vivienda que presentaba daños.  
**Fotografía 208** (der.). Punto de control 23. Camino a Pacú; sin evidencias de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa.

Punto de control 24 (482496, 1849764 UTM, Tabla 35, Fotografía 209). Observamos pequeñas grietas en el aplanado de una casa, en vialidad La Lomita, colonia Loma Bonita.



**Fotografía 209.** Grietas en aplanado en vialidad La Lomita, en Loma Bonita.

Punto de control 25 (482521, 1850283 UTM, Tabla 35) y punto de control 26 (483112, 1850142 UTM, Tabla 35). Fueron levantados sobre la vialidad que enlaza la calzada Emiliano

Zapata y el camino rural a Pacú. La primera imagen corresponde al inicio de la vialidad, en donde se observa las viviendas de la colonia El Porvenir. La segunda imagen corresponde a la misma vialidad, pero al final de la colonia La Reliquia (Fotografías 210 y 211).



**Fotografía 210 y 211** (izq. y der.). Zona de crecimiento a corto plazo PDU (2015), puntos de control 25 y 26 del Mapa RM4.

Las colonias visitadas en este sector pertenecen a la zona ejidal de Terán y están en proceso de municipalización como es el caso de Loma Bonita; en el caso de Nueva Jerusalén se trata de una comunidad rural con escasos servicios públicos y viviendas de autoconstrucción.

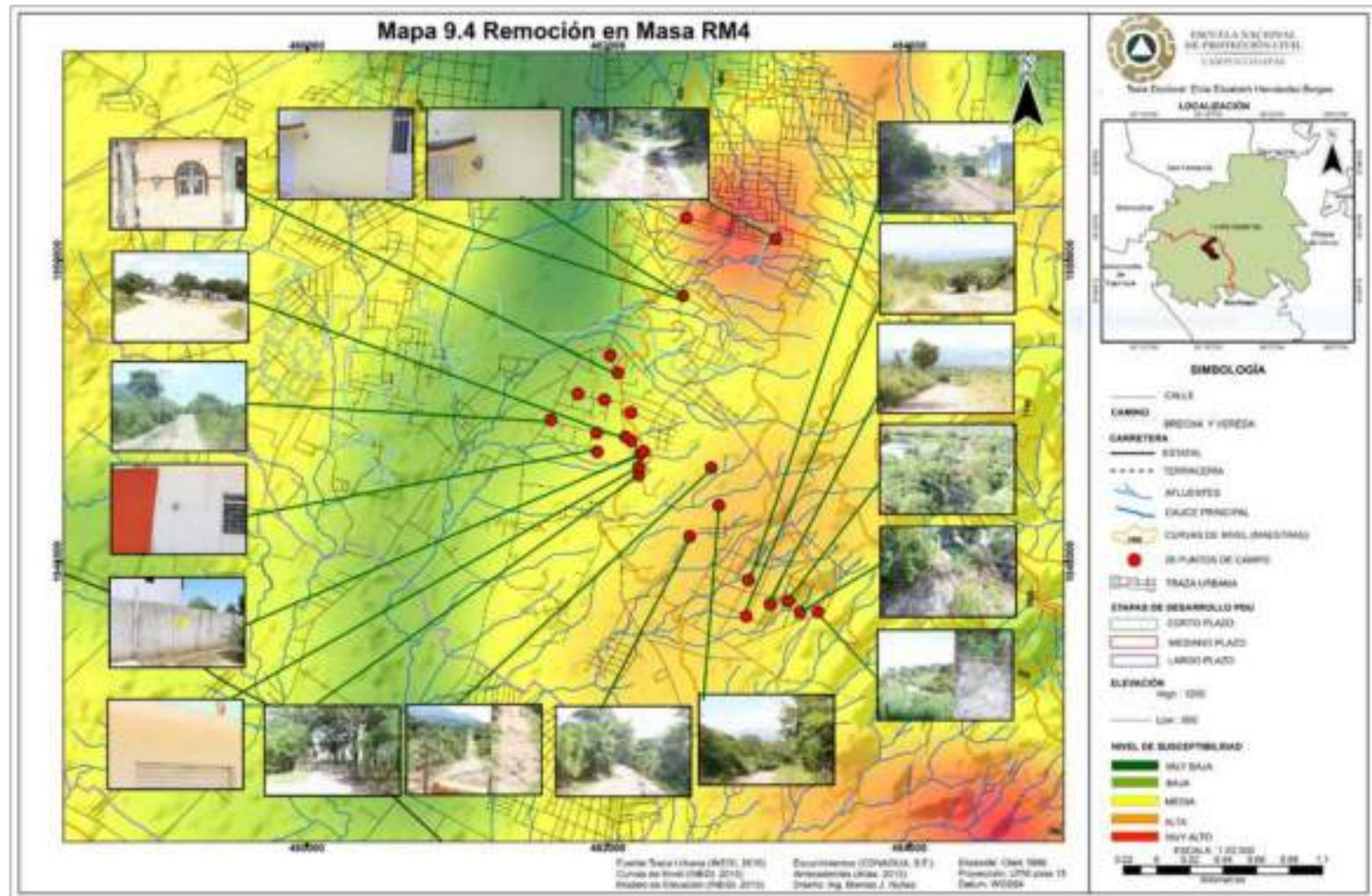
Con el recorrido y los datos obtenidos en el mismo, elaboramos la Tabla 35 y el Mapa 9.4 de Remoción en Masa RM4, el cual acompañamos con algunas de las fotografías que realizamos en campo.

Tabla 36. Puntos de control RM4, Mapa 9.4.

| Puntos de control RM4, Mapa 9.4 |        |         |                                                                                                                              |            | No. | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                                                                             | Fotografía | No. | X      | Y       | Descripción                                                                                       | Fotografía |
|---------------------------------|--------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|--------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|--------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| No.                             | X      | Y       | Descripción                                                                                                                  | Fotografía |     |        |         |                                                                                                                                                                                                         |            |     |        |         |                                                                                                   |            |
| 1                               | 482932 | 1847876 | Escasas viviendas en la colonia Nueva Jerusalén, sin evidencias del fenómeno de remoción en masa                             |            | 10  | 482205 | 1848572 | Observan pendientes pronunciadas, vialidad inordinada, asentamiento humano irregular denominado Lomas del Sereno                                                                                        |            | 19  | 482153 | 1849989 | Sin evidencias, calle el Sereno, colonia Loma Bonita                                              |            |
| 2                               | 482918 | 1847836 | Sin evidencias de remoción en masa en la colonia Nueva Jerusalén, observamos pendientes pronunciadas                         |            | 11  | 482203 | 1848628 | Grietas cortantes, probablemente por asentamientos                                                                                                                                                      |            | 20  | 481975 | 1849073 | Sin evidencias, calle Zephero, colonia Loma Bonita                                                |            |
| 3                               | 483076 | 1847717 | Sin evidencias en la colonia Nueva Jerusalén, observamos pendientes pronunciadas                                             |            | 12  | 482213 | 1848714 | Separación de castillo en una banda de 2 metros de altura, ocasionado por un mal proceso constructivo y falta de confinamiento, la sección es muy larga y es probable que haya asentamiento del terreno |            | 21  | 481980 | 1849113 | Sin evidencias, Calle Zephero, Colonia Loma Bonita                                                |            |
| 4                               | 483196 | 1847737 | En la colonia Nueva Jerusalén, se aprecia un talud de 5 m                                                                    |            | 13  | 482235 | 1848732 | Sin evidencias del fenómeno en la colonia Loma Bonita                                                                                                                                                   |            | 22  | 482065 | 1849252 | Se observan fracturas en las paredes de la casa, Colonia Loma Bonita                              |            |
| 5                               | 483274 | 1847660 | Vivienda construida sobre un talud, se observan caídas que representan alta vulnerabilidad ante este fenómeno                |            | 14  | 481926 | 1848728 | Vivienda con grietas que probablemente atraviesa el muro, lo que se infiere debido a que la separación entre partes se vuelve recta en horizontal o vertical, tomando la forma del block o tabique      |            | 23  | 482014 | 1849367 | Sin evidencias, colonia Loma Bonita                                                               |            |
| 6                               | 483394 | 1847664 | Colonia Nueva Jerusalén, talud con suelo fino                                                                                |            | 15  | 481919 | 1848940 | Sin evidencias de remoción en masa, vialidad de terracería en la colonia Loma Bonita                                                                                                                    |            | 24  | 482486 | 1849764 | Se observan pequeñas grietas en las paredes de la casa, colonia Loma Bonita                       |            |
| 7                               | 482736 | 1848372 | Vialidad de terracería con pendiente pronunciada, sin asentamientos humanos                                                  |            | 16  | 482153 | 1848601 | Sin evidencias, colonia Loma Bonita                                                                                                                                                                     |            | 25  | 482521 | 1850263 | Sin evidencias de susceptibilidad en vialidad Calle Joaquín Miguel Gutiérrez, Colonia el Porvenir |            |
| 8                               | 482542 | 1848188 | Vialidad inordinada, en la que observamos inclinación del poste de luz, algo característico del fenómeno de remoción en masa |            | 17  | 482115 | 1848828 | Sin evidencias del fenómeno de remoción en masa, colonia Loma Bonita                                                                                                                                    |            | 26  | 483112 | 1850142 | Sin evidencias, Calle Joaquín Miguel Gutiérrez, colonia La Reliquia                               |            |
| 9                               | 482685 | 1848623 | Observamos fractura del suelo, pendientes pronunciadas y asentamiento irregular denominado Lomas del Sereno                  |            | 18  | 481925 | 1848855 | Sin evidencias de susceptibilidad, vialidad de terracería El Carmen, colonia Loma Bonita                                                                                                                |            |     |        |         |                                                                                                   |            |



Mapa 30. Mapa 9.4 Remoción en Masa RM4.



#### 4.16.5. Remoción en Masa RM5 (Mapa RM5)

El último mapa de nuestro análisis corresponde a la zona de crecimiento a corto plazo, colindante con Terán, de asentamientos humanos irregulares (Lomas del Sereno) y en proceso de regularización (Loma Bonita y Nuevo Amanecer de Sabines).

Punto de control 1 (482800, 1849613 UTM, Tabla 36, Fotografía 212). Encontramos vivienda con fracturas diagonales en paredes, vialidad Los Magueyes, colonia Loma Bonita.



**Fotografía 212.** Vivienda de autoconstrucción con datos de pared dañada en Loma Bonita, Terán.

Punto de control 2 (482804, 1849385 UTM, Tabla 36, Fotografía 213). En vialidad denominada La Lomita; se observan áreas verdes amplias, sin rasgos de susceptibilidad.



**Fotografía 213.** Zona de vegetación en el punto de control 2.



Punto de control 3 (483133, 1849462 UTM, Tabla 36, Fotografías 214 y 215). Encontramos una casa dañada, sin habitantes, construida en pendiente pronunciada, al final de la vialidad denominada Los Magueyes. Observamos falta de confinamiento en muros de carga y castillos con separación mayor a 3 m.



**Fotografías 214 y 215.** Punto de control 3 (483133, 1849462 UTM,), vivienda construida en pendiente pronunciada.

Punto de control 4 (483329, 1849358 UTM, Tabla 36, Fotografía 216). Al final de la vialidad Los Magueyes encontramos casa habitada con asentamiento, elementos desprendidos y sin cimentación adecuada. Es importante comentar que este punto de control es el más elevado del mapa, con una pendiente de elevación de 743 m; así mismo, entre el punto de control 1 y 4 hay una distancia de 644 m.



**Fotografía 216.** Vivienda con daño estructural grave, punto de control 483329, 1849358 UTM.



Punto de control 5 (482909, 1849249 UTM, Tabla 36, Fotografía 217). Sobre camino de terracería de la prolongación de la calle Lorena Chávez Manzanilla, colonia Nuevo Amanecer de Sabinés; sin presencia de asentamientos humanos; no se observan evidencias de susceptibilidad por el fenómeno de remoción en masa.



**Fotografía 217.** Punto de control 5 (482909, 1849249 UTM) prolongación de vialidad de terracería denominada Los Magueyes, en Loma Bonita.

Punto de control 6 (482890, 1849012 UTM, Tabla 36, Fotografía 218). Observamos fracturas en muro de contención de 2 m de altura, elaborado con piedra braza; no se observan refuerzos de concreto armado, tampoco zapatas ni cadenas de cimentación. El registro lo tomamos en la calle Los Amorosos, en la última calle de la colonia Nuevo Amanecer de Sabinés, entre las calles de María de los Ángeles y Jaime Valls.



**Fotografía 218.** Fractura en muro de contención en vivienda ubicada en la colonia Nuevo Amanecer de Sábines.

Punto de control 7 (482792, 1848658 UTM, Tabla 36, Fotografía 219). Asentamiento irregular, ampliación Lomas del Sereno, vialidad innominada, camino de terracería colindante con la reserva Mactumatzá. La pendiente del terreno es pronunciada.



**Fotografía 219.** Vialidad de terracería y pendientes pronunciadas en asentamiento irregular denominado Ampliación Lomas del Sereno.

Punto de control 8 (482497, 1848650 UTM, Tabla 36) y punto de control 9 (482502, 1848689 UTM, Tabla 34). Fueron levantados sobre la vialidad de terracería denominada La

Selva, en el asentamiento humano irregular autodenominado Lomas del Sereno. Encontramos caídos de rocas calizas y vivienda con castillo separados y humedad en barda de 2.80 m de altura. Esta es la última calle, colinda con la reserva del cerro Mactumazá (Fotografías 220 y 221).



**Fotografía 220** (izq.). Se observan caídos de rocas calizas. **Fotografía 221.** (der.). Procesos constructivos deficientes en barda de vivienda.

Punto de control 10 (482360, 1848651 UTM, Tabla 36). Se levantó el registro sobre vialidad de terracería conocida como el Ciprés de Ampliación Loma Bonita, en el cual se observa corte del suelo a 1 m de altura, suelo de material fino (Fotografía 222).



**Fotografía 222.** Corte de talud de un metro de altura sobre vialidad de terracería en Loma Bonita, Terán.

Punto de control 11 (482458, 1848758 UTM, Tabla 36). Calle Huanacastle, colonia Loma Bonita; pendiente pronunciada (Fotografía 223).





**Fotografía 223.** Vialidad de terracería con pendiente pronunciada, no se observa inclinación de postes ni de árboles.

Punto de control 12 (482394, 1848842 UTM, Tabla 36, Fotografía 224). Observamos corte de talud a 1.2 m de altura, suelo de material fino y fragmentos de roca caliza, en calle Brasil, colonia Loma Bonita.



**Fotografía 224.** Corte de talud de 1.20 m de altura en punto de control 12 (482394, 1848842 UTM).

Punto de control 13 (482481, 1849154 UTM, Tabla 36, Fotografía 225). Observamos corte del talud a 1.8 m de altura, material fino y fragmentos de roca caliza, calle La Paloma, colonia Loma Bonita.



**Fotografía 225.** Corte de talud de 1.80 m de altura en punto de control 13 (482481, 1849154 UTM).

Punto de control 14 (482629, 1849083 UTM, Tabla 36, Fotografía 226). Observamos corte talud a 2.2 m de altura, suelo de material fino, y al fondo, vivienda hecha de materiales reutilizables; vialidad principal de la colonia Nuevo Amanecer de Sábines, denominada Juan Sábines Guerrero.



**Fotografía 226.** Vivienda hecha de materiales reutilizables, asentada en la colonia Nuevo Amanecer de Sábines.

Punto de control 15 (482579, 1849499 UTM, Tabla 36). En calle los Magueyes, colonia Loma Bonita, encontramos locales cerrados; sus paredes presentan pequeñas grietas, que pueden deberse al desprendimiento del emboquillado (Fotografía 227). También se observa grieta vertical en el muro, debido a la construcción de los dos elementos separados o a su construcción sin uniones, uno después del otro (Fotografía 228).



**Fotografías 227 y 228** (izq. y der.). Locales en Loma Bonita, vialidad denominada Los Magueyes, con indicios de asentamientos.

En los registros del mapa RM5, se abarcó el asentamiento humano denominado Nuevo Amanecer de Sabines, el cual tiene antecedentes de riesgo alto por fenómenos hidrometeorológicos, debido a la falta de obras de captación hidráulica. El asentamiento humano fue creado para trasladar a población en riesgo de la colonia Lomas del Oriente; sin embargo, no hubo un ordenamiento territorial adecuado, ya que la topografía de la colonia converge hacia una cárcava de colindancia sur. Así lo indica el oficio SPC/IGIRD/DIAR/OD/20/2019, emitido por la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Estado, el 14 de noviembre de 2019. El predio también presenta riesgo medio a fenómenos de origen geológico, debido al tipo de suelo, consistente en calizas, y porque ha estado expuesto a constantes cortes de talud realizados para la nivelación de viviendas.

Prácticamente todas las colonias estudiadas en este apartado son de viviendas de autoconstrucción que, por ser irregulares difícilmente cumplen con el Reglamento de Construcción. Como se comentó líneas arriba, el sismo de 2017 evidenció que las viviendas de



autoconstrucción, con materiales de baja calidad y mala compactación del terreno<sup>17</sup>, provocan el colapso de viviendas, especialmente en las zonas ejidales.

Por un proceso de crecimiento de la mancha urbana, las reservas territoriales en Tuxtla Gutiérrez están justamente en zonas ejidales, en donde el ejidatario que obtuvo la tierra ha dejado de ser el posesionario y los nuevos dueños, tienen poco interés en respetar las pendientes, han rellenado cárcavas, modificado los escurrimientos intermitentes, que, en zona urbanizada, viajan por las vialidades, tal como en la Tuxtla actual.

Con este mapa se concluye el análisis del fenómeno de remoción en Masa en la Nueva Tuxtla. El registro de puntos de control lo presentamos en la Tabla 36, así como algunas fotografías en el mapa 9.5 Remoción en Masa RM5.

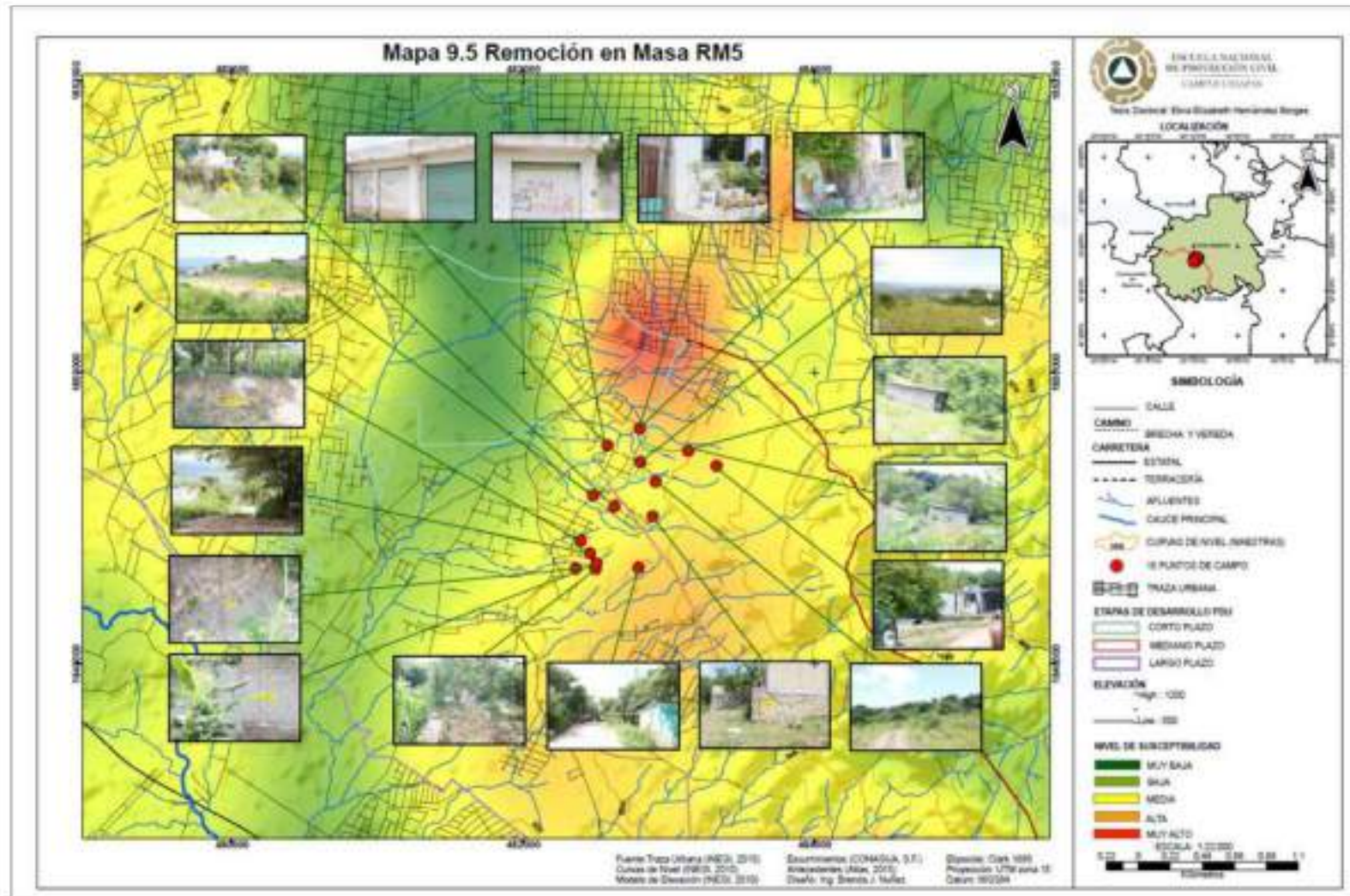
---

<sup>17</sup> Tomado de la exposición del Dr. Raúl González Herrera, "Necesidades de la actualización de la normatividad en materia de construcción y seguridad en las estructuras en Tuxtla Gutiérrez", presentado en el Foro Chiapas ante la Resiliencia por Sismos, organizado por el Sistema Estatal de Protección Civil, 16 de enero del 2018.

**Tabla 37.** Puntos de control RM5, Mapa 9.5.

| Puntos de control RM5, Mapa 9.5 |        |         |                                                                                                                                                                            |                                                                                       | No. | X      | Y       | Descripción                                                                                                                    | Fotografía                                                                            |
|---------------------------------|--------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| No.                             | X      | Y       | Descripción                                                                                                                                                                | Fotografía                                                                            |     |        |         |                                                                                                                                |                                                                                       |
| 1                               | 482800 | 1849613 | Vivienda con fracturas en las paredes en la colonia Loma Bonita                                                                                                            |    | 8   | 482497 | 1848650 | Vialidad La Selva, Lomas del Sereno, se observan caídos (roca caliza)                                                          |    |
| 2                               | 482804 | 1849385 | Sin evidencias de susceptibilidad, observamos pendientes pronunciadas en la colonia Loma Bonita                                                                            |     | 9   | 482502 | 1848689 | Vialidad La Selva en Lomas del Sereno. Se observa barda de 2.8 m, dañada                                                       |    |
| 3                               | 483133 | 1849462 | Casa dañada, sin habitantes, construida en pendiente pronunciada, avenida los Magueyes                                                                                     |    | 10  | 482360 | 1848651 | Corte del suelo a 1 m de altura, suelo de material fino, en vialidad El Ciprés, ampliación Loma Bonita                         |    |
| 4                               | 483329 | 1849358 | Casa con daño estructural, habitada; pendientes pronunciadas al final de la vialidad denominada los Magueyes                                                               |    | 11  | 482458 | 1848758 | Calle Huanacastle, colonia Loma Bonita, pendiente pronunciada                                                                  |    |
| 5                               | 482909 | 1849249 | Profundización de vialidad de terracería Lorena Chávez Manzanilla, sin evidencia de susceptibilidad por el fenómeno de remoción en masa, colonia Nuevo Amanecer de Sabinos |   | 12  | 482394 | 1848842 | Corte de talud a 1.2 m de altura, material fino y fragmentos de roca caliza, en calle Brasil, colonia Loma Bonita              |    |
| 6                               | 482890 | 1849012 | Muro de 2 m de altura, con fracturas, colonia Nuevo Amanecer de Sabinos, en la vialidad Los Amorosos                                                                       |  | 13  | 482481 | 1849154 | Corte de talud a 1.8 m de altura, material fino y fragmentos de roca caliza, en calle La Paloma, colonia Loma Bonita           |   |
| 7                               | 482792 | 1848658 | Asentamiento irregular, ampliación Lomas del Sereno, vialidad innominada, camino de terracería colindante con la reserva Mactumatzá                                        |  | 14  | 482629 | 1849063 | Corte talud a 2.2 m de altura, suelo de material fino, vialidad Juan Sabinos Guerrero, colonia Nuevo Amanecer de Sabinos       |  |
|                                 |        |         |                                                                                                                                                                            |                                                                                       | 15  | 482579 | 1849499 | Encontramos locales cerrados en los que observamos pequeñas grietas en las paredes, en calle los Magueyes, colonia Loma Bonita |  |

**Mapa 31.** Mapa 9.5 Remoción en Masa RM5.





## Conclusiones

El propósito de la presente investigación fue identificar y analizar las condiciones actuales en los terrenos de la Nueva Tuxtla y la construcción social del riesgo que se ha llevado a cabo, y que se está acelerando en la actualidad, no obstante que el PDU define el crecimiento urbano a corto, mediano y largo plazo.

El objetivo central de la investigación fue conocer el estado de susceptibilidad actual y su cambio a zonas en peligro al que van a estar expuestas las viviendas, sus habitantes y la infraestructura en la Nueva Tuxtla. Este cambio, de susceptibilidad a peligro, se acelera con los rápidos cambios de los usos del suelo y la modificación del territorio, que impactan severamente las condiciones naturales.

Primero determinamos todos los elementos naturales del territorio, en los que identificamos los arroyos perennes e intermitentes, sus áreas de influencia y las zonas susceptibles a fenómenos de remoción en masa. Es importante decir que estos fenómenos ya se manifiestan en la región en estudio.

Elaboramos mapas a escala 1:22,000 con la cartografía de los sitios y las zonas en donde ya existen modificaciones de las condiciones naturales encontradas en campo con escala local derivadas del crecimiento de la población.

Uno de los productos de esta investigación son los elementos de cartografía, metadatos y *shapes* de la región de la Nueva Tuxtla, en sistemas de información geográfica, que pueden utilizarse en el territorio para la toma de decisiones.

De acuerdo con el estudio de susceptibilidad en la zona de estudio, concluimos que el avance de la mancha urbana planteado en el Programa de Desarrollo Urbano 2015-2040 ya rebasó la temporalidad planeada en el mismo instrumento normativo. Se identificó que en la categoría analítica de cambios de uso de suelo ejidal a urbano:

- Los terrenos ejidales se están lotificando sin ninguna planeación ni respeto por el Plan de Desarrollo Urbano.
- Hay viviendas y edificios que se están construyendo en las márgenes de los arroyos, sin respeto al área de amortiguamiento federal correspondiente.

- Existen asentamientos irregulares que están avanzando hacia la reserva del cerro Mactumatzá sin que haya una política de contención que impida la indebida apropiación de terrenos de reserva.
- En viviendas de autoconstrucción se observaron prácticas deficientes, baja calidad del sistema constructivo, relleno de cárcavas y desniveles, corte de taludes y materiales de construcción deficientes; estas edificaciones han acelerado la inestabilidad de las laderas y construido zonas en riesgo por fenómenos de remoción en masa.
- Faltan procesos reguladores eficientes relacionados con la reglamentación y legalización para el proceso del cambio de los usos de los suelos y el respeto a las condiciones de los cauces naturales.

En relación con la identificación de susceptibilidad a fenómenos perturbadores de origen natural:

- Ya existen severas modificaciones de las condiciones naturales de los cauces de los escurrimientos perennes e intermitentes en la zona de estudio.
- Los cauces naturales que atraviesan predios regulares e irregulares han sido modificados, tapados y desaparecidos con la finalidad de ganar terreno, sin ningún respeto a las leyes federales y estatales.
- Algunos cauces naturales han sido convertidos en calles, las que en época de lluvias presentan problemas de encharcamientos.
- Se están construyendo socialmente zonas en riesgo sísmico, ya que las vibraciones y el paso de las ondas sísmicas van a acelerar fenómenos de fracturamiento y basculamiento, eventos, que juntos o por sí mismos, pueden propiciar el colapso de las construcciones.
- Pudieron cartografiarse fenómenos de remoción en masa en la zona; principalmente caídos y derrumbes.
- En la zona de estudio existe desarrollo comercial que no respetó los cauces de los escurrimientos pluviales; han desviado cauces y provocado problemas de inundación en épocas de lluvia.

En cuanto a sistemas de información geográfica e instrumentos normativos de planeación, la realidad en campo supera los planes municipales, que fueron elaborados sin enfoque de gestión integral de riesgos.

Existe una dualidad antagónica debido a la competencia municipal y la ejidal en la planeación territorial. El instrumento de planeación que elabora el municipio no se aplica debido a que la escala no permite visibilizar qué hay realmente en el territorio; además, existe una falta de articulación e integración territorial. En suelo ejidal existe nula aplicación del Reglamento de Construcción, pero los avecindados sí demandan servicios al Ayuntamiento.

El comisariado ejidal, utilizando planos en papel y poca tecnología para el análisis del territorio, se desentiende de los que compran lotes, se convierten en avecindados y le dan uso habitacional a un suelo que no está integrado ni fue parte de un análisis bajo un esquema de densidades y ocupación con respeto a las áreas hidrográficas.

La sociedad está construyendo socialmente el riesgo, que en mediano plazo va a afectar el desarrollo económico y social de la zona. No se encontraron evidencias de campañas de concientización sobre gestión integral de riesgos en las colonias visitadas.

Los hallazgos reportados contienen información de campo local, y se acompañan con evidencias fotográficas, en cada mapa se colocaron las fotografías con el registro de los datos obtenidos en los recorridos y la descripción del fenómeno. Consideramos que esa información ejemplifica lo que está sucediendo realmente con datos de campo: asentamientos irregulares, infraestructura hidráulica que no responde a las interrogantes de gestión integral de riesgos e invasión de cauces. La respuesta de por qué ocurre esto tiene dos aristas: gobernabilidad y gobernanza del riesgo.

En la actualidad, no existe una política pública municipal que cierre brechas en torno a las situaciones que se están presentando, y si no se modifica esta tendencia, a mediano plazo y no se diga a largo plazo, la ocupación del suelo se convertirá en escenarios de riesgo, igual que la Tuxtla actual.

Con los elementos de esta investigación se confirma la hipótesis planteada de que la identificación y la cartografía a escala parcial de las zonas de susceptibilidad y zonas de peligro de inundaciones y fenómenos de remoción en masa en la Nueva Tuxtla, son una muy importante herramienta para que los tomadores de decisiones puedan rediseñar y actualizar el



modelo de desarrollo urbano propuesto para el periodo 2015-2040 con un enfoque en la no construcción social del riesgo y en el desarrollo sustentable.

## Recomendaciones

Los resultados empíricos confirman algunos aspectos abordados en la literatura:

- Las autoridades ejidal y municipal no cuentan con cartografía digital detallada que les sirva para controlar y supervisar los cambios del uso del suelo y el respeto a los cauces naturales. La Nueva Tuxtla requiere un instrumento a escala local para una mejor toma de decisiones. Se sugiere que no sea mayor de 1:5,000.
- Al concluir nuestra investigación no se habían definido nuevas estrategias ni propuesto ninguna política pública para que la Nueva Tuxtla no se siga construyendo tal como la Tuxtla actual, ya que son similares en geología, suelos, hidrografía, morfología y topografía.
- Se necesita regular, desde lo local, la venta y lotificación de los terrenos; respetar las áreas hidráulicas de los arroyos, afluentes y ríos; así como promover mejores sistemas constructivos aplicando el Reglamento de Construcción, incluso en zona ejidal.
- Es prioritario implementar un sistema integral de drenaje pluvial, que incluya estructuras que reduzcan la velocidad del agua de lluvia y el caudal esperado, especialmente en lo que es la zona baja, como es el cruce del Nuevo Libramiento Sur; estas estructuras deberán considerar el crecimiento urbano a futuro, por lo menos para los siguientes 30 años.
- Se debe regularizar la obra del libramiento, ya que, de acuerdo con información obtenida durante la investigación, los responsables de la construcción de las estructuras hidráulicas actuales (obras de cruce, puentes y/o alcantarillas) construidas a lo largo de todo el Nuevo Libramiento Sur, en el cauce del arroyo El Sabinalito —que es propiedad nacional—, no cumplieron con los trámites federales ante la CONAGUA. No hay permiso de concesión para la ocupación de zona federal ni permisos de obra en cauces de propiedad nacional, por lo que carecen de un aval técnico ante la instancia correspondiente. Así mismo, se desconoce:
  - 1) Dado que las estructuras hidráulicas carecen de los permisos citados anteriormente, se desconoce si el diseño de la obra hidráulica cumple con el caudal, si los periodos de

retorno corresponden a 50 o a 100 años, y si las velocidades máximas permisibles en el cauce son menores a 3 m/s.

- 2) Se desconoce si el comportamiento hidráulico del cauce con la estructura de cruce es el óptimo; al respecto es importante decir que, aguas arriba o aguas abajo de la estructura se desconoce el posible grado de afectación a la mancha urbana actual y en crecimiento propuesta en el Plan de Desarrollo Urbano.
  - 3) Se desconoce si la estructura hidráulica afecta las velocidades del flujo en el sitio donde fueron edificadas, ya que se puede generar el efecto de socavación local, y que ponga en riesgo la estructura y el cuerpo mismo del camino.
- Es importante que la cartografía que se genere para esta zona de crecimiento repare la carencia del Programa de Desarrollo Urbano 2015-2040, el Nuevo Libramiento Sur es, sin duda, una obra de máxima utilidad para la zona conurbada a la capital y para la zona en crecimiento, pues este tipo de infraestructuras incentivan el crecimiento industrial y comercial.
  - Es prioritario que antes de elaborar un nuevo modelo de desarrollo urbano sustentable, debe elaborarse la cartografía a escala local, y esto se demuestra con todo el trabajo de esta tesis, ya que el modelo de desarrollo urbano para la nueva Tuxtla careció de una cartografía como la que se presenta en este trabajo de investigación, lo que se infiere de lo que actualmente sucede en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, por ejemplo, no hay una delimitación de los arroyos perennes ni intermitentes ya que el Programa solo establece cuáles son las reservas de crecimiento y la temporalidad de ocupación, sin un estudio previo de las zonas de amortiguamiento de los cauces naturales.

Este estudio pone en evidencia puntualmente lo que está sucediendo, para que las autoridades analicen y reflexionen que, si no se toman en cuenta los resultados de esta investigación para un nuevo instrumento de desarrollo urbano, en el futuro se estarán construyendo zonas inundables y las zonas de los cauces donde no se respetan las paredes de estos, sin duda serán zonas de derrumbes, caídas de rocas e incluso de hundimientos.

## 1. Propuestas de intervención

Dado que la interacción en el ordenamiento es uno de los grandes problemas por resolver, es necesario evitar el tratamiento fragmentado de dificultades del territorio ejidal y fortalecer los mecanismos de articulación transversal de instrumentos, instituciones y de la política pública con enfoque de gestión de riesgos, se propone:

a) Crear un Consejo de prevención del crecimiento urbano, en donde intervengan autoridades de los tres órdenes de gobierno y representantes de las zonas ejidales, para regular el crecimiento urbano antes de cualquier lotificación. En el comité de planeación deberán estar, al menos, las siguientes instituciones:

Gobierno federal:

1. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)
2. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
3. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
4. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
5. Procuraduría Agraria
6. Instituto Nacional de Suelo Sustentable (INSUS)
7. Registro Agrario Nacional
8. Comisariados ejidales

Gobierno del Estado:

1. Secretaría de Gobierno
2. Secretaría de Protección Civil
3. Fiscalía del Estado
4. Catastro
5. Promotora de Vivienda
6. Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN)
7. Secretaría de Obras Públicas



#### Gobierno Municipal:

1. Presidente Municipal
2. Secretaría General
3. Dirección de Tenencia de la Tierra
4. Regidores de la comisión de planeación, desarrollo urbano y protección civil
5. Síndico
6. Secretaría de Protección Civil
7. Secretaría de Desarrollo Urbano
8. Instituto Ciudadano de Planeación Municipal (ICIPLAM)
9. Secretaría de Obras Públicas
10. SMAPA

#### Organismos y sociedad:

1. Colegio de Notarios
2. Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (CANADEVI)
3. Representantes de los ejidos

La finalidad de crear del Consejo de prevención del crecimiento urbano es promover espacios de participación ciudadana en asentamientos humanos en zona de susceptibilidad, principalmente en las reservas territoriales sobre las que va avanzando la mancha urbana. Es necesario que, a través de un consejo, se formulen políticas públicas que promuevan la gestión integral de riesgos, proponga estudios e investigaciones para reducir la construcción social del riesgo en estas reservas territoriales y que estos estudios se traduzcan cartográficamente en un instrumento de planeación.

b) Elaborar un instrumento de planeación municipal a mayor escala con enfoque de gestión integral de riesgos de desastre a partir del reconocimiento de las modificaciones del territorio

c) Actualizar el Atlas de Riesgos con la incorporación del Arroyo El Sabinalito en la información cartográfica

d) Para que el Consejo de prevención y crecimiento urbano tenga vida jurídica, se propone insertarlo en las atribuciones del C. Presidente Municipal, en el Reglamento de la Administración Pública Municipal, así como crear un capítulo específico en las atribuciones del alcalde para suscribir instrumentos legales con los tres órdenes de gobierno orientados a reducir riesgos en la planeación del desarrollo urbano. Así mismo, se propone que el Consejo de prevención y crecimiento urbano esté normado también por el Bando de Policía y Gobierno, para que, como política pública, puede consolidarse con la creación de su propio reglamento.

e) Modelos participativos que incorporen a los diferentes actores del territorio, que construya capacidades para una mejor convivencia con el medio ambiente. Para ello se propone:

1. Vinculación con ejidatarios y colonias en la zona de estudios para iniciar una campaña de concientización de la aplicación de:
  - Cambios de uso de suelo.
  - Reglamento de construcción.
  - Respeto a las áreas hidráulicas.
  - Construcción social del riesgo.
2. Capacitar autoridades sobre la gestión integral de riesgos de desastre.

Finalmente, es importante acotar que se necesita profundizar en las investigaciones que permitan clarificar la relación lluvia-escorrentía, con relación a las modificaciones actuales y futuras en la zona de crecimiento urbano.

## Referencias y fuentes documentales

- Lavell, A., Narváez, L., & Pérez, G. (2009). *La gestión del riesgo de desastre, un enfoque basado en procesos*. Lima, Perú.
- Acosta, V. G. (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social del riesgo. *Desacatos*, 24.
- Aleotti P., C. R. (1999). Landslide hazards assessment: summary review and new perspective. *Bulletin of Engineering Geology of the Environment*, num. 58, , 21-44 .
- Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez. (2015). *Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población Tuxtla Gutiérrez 2015-2040*. (S. d. Urbano, Ed.) Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Municipio de Tuxtla Gutiérrez.
- Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez. (2015). Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población de Tuxtla Gutiérrez. *Periodo Oficial 361*.
- Azucla, A. (2013). El ordenamiento territorial en la legislación mexicana. En *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica*.
- Bernal, F. (1998). *Poder y crisis institucional en el campo colombiano*. Bogotá: Tercer Mundo.
- Blaikie, P., Cannon, T., David, I., & Wisner, B. (1996). Vulnerabilidad. *La Red*.
- Blaikie, P., Cannon, T., David, I., & Wisner, B. (1996). Vulnerabilidad: El entorno social, político y económico de los desastres. *La Red*.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisne, B. (1996). *At risk*. LA RED: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Bogdan, S. J. (2000). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós.
- Calderón, D., & Frey, K. (2016). El ordenamiento territorial para la gestión de riesgos de desastres en Colombia. *Territorios* 36.
- Calvillo, J. A. (2020). *Las reservas territoriales en el ordenamiento de los asentamientos humanos*. Hidalgo: SEDESOL.
- Cámara de Diputados. (06 de 01 de 2020). Ley de Aguas Nacionales. *Diario Oficial de la Federación*, pág. 112.
- Cancino, M., Bó, M., Cionchi, J., Lopez, A., & De marco, S. (2018). Estudio morfométrico de las cuencas de drenaje de la vertiente sur del sudeste de la provincia de Buenos Aires.



- (U. d. Argentina, Ed.) *Redalyc*, 19. Recuperado el 15 de 03 de 2021, de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3832/383257036005/383257036005.pdf>
- Cardona, O. D. (2001). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. *CEDERI*.
- CENAPRED. (2001). *Cartilla de diagnóstico preliminar de inestabilidad de ladera*. México, D.F.: Cosmo.
- CENAPRED. (2006). Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. *Serie Fascículos*, 201.
- CENAPRED. (2011). *Curso-taller desarrollo de capacidades locales género*. México, D.F.: CENAPRED.
- CENAPRED. (2014). Cartilla de diagnóstico preliminar de inestabilidad de ladera. *Fascículos*.
- CENAPRED. (2014). *Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México*. SEGOB.
- CENAPRED. (2014). Inestabilidad de laderas. *Fascículos*.
- CENAPRED. (2016). *Causas que propician deslizamientos y medidas de prevención*. México.
- CENAPRED. (2019). Inundaciones. *Serie Fascículos*.
- Cervantes , A., & Mora, J. (2017). *Análisis de susceptibilidad y riesgo por procesos de remoción en masa en carreteras del proyecto de geoparque comarca minera Hidalgo*.
- Chiapas, C. d. (22 de 04 de 2015). Ley de Protección Civil del estado de Chiapas. *Diario Oficial de la Federación*.
- Chiapas, C. d. (28 de diciembre de 2016). Ley de Desarrollo Urbano para el estado de Chiapas. *Periodico oficial número 272*.
- Chiapas, C. d. (27 de 12 de 2017). Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Chiapas. *Periodico Oficial número 27*.
- Clark, C. J. (2007). Designing and conducting mixed methods research.
- Colombia, G. d. (24 de julio de 1997). Ley 388. *Diario Oficial 43.091*.
- Congreso de la Unión. (6 de enero de 1993). Reglamento de la Ley Agraria en Materia de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares. *Diario Oficial de la Federación*.
- Corona, N. (2020). *Modelo espacial y pronóstico de la expansión de la mancha urbana 1995-2030*. Ciudad de México.

- Cruden, D. (1991). *A simple definition of a landslide*. 27: IAEG Bul.
- Cruden, D. (1991). *A simple definition of a landslide*. IAEG Bul.
- Cutter, S. L., & Boruff, B. J. (2003). *Social Vulnerability to Environmental Hazards*. Columbia.
- Descartes, R. (1637). *El discurso del método*. Francia.
- Douglas, M. (1996). La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales. *Relaciones, Estudios de historia y sociedad*.
- Douglas, M. (2004). La aceptabilidad del riesgo. *Relaciones, Estudios de historia y sociedad*.
- Durhkeim, E. (2001). *Las reglas del método sociológico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Gambel, E. J. (siglo XIX). wembull & gumbel. Alemania.
- García , C., Sarmiento, M., & Oyola, R. (2017). Incorporación de áreas de expansión a suelos urbanos frente a los planes parciales. *Unilibre.edu*.
- García Moreno, L. (2014). *En Chiapas somos preventivos*. Tuxtla Gutiérrez: Talleres Gráficos del Gobierno del Estado.
- Garza, M. y. (2001). *Los desastres en México, una perspectiva multidisciplinaria*. cdmx: Universidad Iberoamericana UNAM.
- Gobierno de Chiapas. (21 de octubre de 2009). Ley de Fraccionamientos y Conjuntos Habitacionales para el Estado y los Municipios de Chiapas. *Periódico Oficial del Estado*.
- Gobierno de Chiapas. (2014). En Chiapas somos preventivos. 17.
- Gobierno de Chiapas. (2014). Epoca prehispánica. *La protección civil en México*.
- Gobierno de Chiapas. (31 de 12 de 2015). Ley de Propiedad en Condominio de Inmuebles para el Estado de Chiapas. *Diario Oficial*.
- Gobierno de Chiapas. (2017). *Ley de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano del estado de Chiapas*.
- Gobierno de Chiapas. (27 de diciembre de 2017). Ley de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Chiapas. *Periódico Oficial 337*, pág. 93.

- Gobierno de España. (26 de julio de 2021). <http://www.ign.es>. Obtenido de [http://www.ign.es/web/resources/cartografiaEnsenanza/conceptosCarto/descargas/Conceptos\\_Cartograficos\\_def.pdf](http://www.ign.es/web/resources/cartografiaEnsenanza/conceptosCarto/descargas/Conceptos_Cartograficos_def.pdf)
- Gobierno del Estado de Chiapas. (2014). La protección civil en México.
- Godschalk, D. (2003). *Urban hazard mitigation: creating resilient cities*.
- González-Muzzio, C. (2013). El rol del lugar y el capital social en la resiliencia comunitaria posdesastre. *EURE Santiago*, 23.
- Gosset, W. S. (1990). distribución t de Student. *Biometrika*, 210-250.
- Gregorio, R. d. (2010). Política Nacional de Ordenamiento Territorial: el caso de Brasil. *Espacio y desarrollo*.
- Gutiérrez Chaparro, J. (2009). La obsolescencia del modelo de atención territorial: contribuciones desde la teoría de planeación. En *Política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica*.
- Gutiérrez, A. d. (2015). *Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población*.
- HEC-HMS. (s.f.). *Hydrologic Modeling System*. E.U.A: U.S. Army Corps of Engineers.
- INEGI (2007). *Conjunto Nacional de Datos Edafológicos Vectoriales*. Serie II: Formato Digital.
- INEGI (2017). *Anuario Estadístico de Chiapas 2017*. México. Obtenido de <http://www.fic.utp.ac.pa/proyecto-id-col-06-007/objetivo.html>
- Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido*. Barcelona: Paidós.
- Lavell, A. (2002). *Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres*. Obtenido de <http://www.eird.org>
- Lavell, A. (2002). Hacia la gestión de riesgos. Apuntes hacia una definición. Obtenido de <http://www.eird.org>
- Lavell, A., Narváez, L., & Pérez-Ortega, G. (2009). La gestión del riesgo de desastres. Un enfoque basado en procesos. Lima Peru: Comunidad Andina.
- Ley General de Gestión de Riesgos y Protección Civil. (3 de 12 de 2020). *Gaceta Parlamentaria*, pág. 74.
- Luhmann, N. (2007). *Sociología del Riesgo*. México: Universidad Iberoamericana.
- Maykut, P. &. (1994). *Beginning qualitative research, a philosophic and practical guide*. . London: The Falmer Press.



- Méndez, E. (2000). *El desarrollo de la ciencia. Un enfoque epistemológico*. Venezuela: Espacio abierto.
- Mendoza, M., & Domínguez Leobardo. (s.f.). *Estimación del peligro y el riesgo de deslizamientos en laderas*.
- Mendoza, M., & Domínguez, L. (2006). Monitoreo de laderas con fines de alertamiento. *Serie Fascículos*.
- Merwade, V. (2008). *Delineación de Cuencas y de la Red de Drenaje*. Universidad Purdue: Escuela de Ingeniería Civil.
- Mexicanos, C. d. (9 de julio de 1993). Ley Agraria. *Diario Oficial de la Federación*.
- Mexicanos, C. d. (06 de 01 de 2020). Ley de Aguas Nacionales. *Diario Oficial de la Federación*.
- Mizutori, M., & Guha-Sapir, D. (2019). Economic Losses, poverty & disasters 1998-2017. *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*, 33. Recuperado el 28 de marzo de 2021, de [https://www.unisdr.org/files/61119\\_credeconomiclosses.pdf](https://www.unisdr.org/files/61119_credeconomiclosses.pdf)
- Molina, M. (2014). Expansión urbana y cambio limético. *Ciencia*, 13.
- Mora, C. J. (2010). Sismos. *Ciencias de la Tierra para la Sociedad*, 6.
- Mora, J. (2010). Sismos. *Ciencias de la Tierra para la Sociedad*.
- Mora, J. C. (2010). Movimientos de terreno. *Ciencias de la tierra para la sociedad*, 6.
- Mora, J. C. (2015). *Atlas de peligros y/o riesgos de Tuxtla Gutiérrez*. Tuxtla Gutiérrez.
- Mora, J. C. (2019). Manual para elaborar una carta hidrográfica urbana. *UNAM Unidad Morelia*, 20.
- Moran Escamilla, J. D. (2017). Panorama del Sistema Nacional de Protección Civil en México. *Revista del Colegio de San Luis*, 183.
- Narvaez, L., Lavell, A., & Perez, G. (2009). *La gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos*. Peru: Comunidad Andina.
- Oliver-Smith, A. (2016). *Investigación forense de desastres*. México, DF.: La red.
- Oliver-Smith, A. (2016). *Investigación forense de desastres. Un marco conceptual y guía para la investigación*. México, D.F.: La red.
- ONU. (2016). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. New York: Naciones Unidas.

- ONU-Habitat. (2019). *Guía metodológica Estrategia Municipal de Gestión Integral de Riesgos de Desastres*. Gobierno Federal.
- Organización de las Naciones Unidas. (2012). ONU. *Mi ciudad se está preparando*, 103.
- Pacchiano, R. (13 de septiembre de 2011). Iniciativa de reforma de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. *Gaceta Parlamentaria*.
- Padilla R., A. J. (2018). *Desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos*. Juitepec, Morelos, México: REDESClim. Recuperado el 3 de diciembre de 2018
- Pascual Aguilar, J., & Díaz Martín, M. (2016). *Guía práctica sobre la modelización hidrológica y el modelo HEC-HMS*. Alcalá: Instituto IMDEA Agua.
- Paz Galvez, L. (2020). *Vuelo fotogramétrico en la zona de crecimiento de Tuxtla Gutiérrez*.
- Paz Galvez, L. (Dirección). (2020). *Vuelo fotogramétrico en la zona de crecimiento de Tuxtla Gutiérrez* [Película].
- Paz Tenorio, J. (2017). *Procesos Gravitacionales y la Construcción Social del Riesgo en Tuxtla Gutiérrez*. Chiapas, México. (Tesis Doctoral): Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, México. Pp. 153.
- Paz Tenorio, J., González Herrera, R., Gómez Ramírez, M., Moreno Ceballo, R., Chunga, K., Velázquez Bucio, M., & Díaz Gutiérrez, J. (16 de enero de 2018). Mapa de Susceptibilidad a Procesos Gravitacionales Detonados por Sismo en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Tuxtla hacia la resiliencia ante sismos", promoviendo la reducción de desastres, desde los procesos de construcción social del desarrollo local*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Paz, J. (20 de 05 de 2021). (E. Hernández, Entrevistador)
- Peralta, H. (2013). *Territorios resilientes*. Bogota: Federación colombiana de municipios.
- Pérez Serrano, G. (2000). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes*. Madrid: La Muralla S.A.
- Pérez, Z. P. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación. *Educare*.
- Precedo, A. (1996). *Ciudad y desarrollo urbano*. California: Editorial Síntesis.
- Ramos, A., Trujillo, M., & Prada, L. (2015). Análisis descriptivos de procesos de remoción en masa en Bogotá. *Instituto Geofísico de Colombia*.
- República, P. d. (30 de Abril de 2019). Reglamento interior de la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. *Diario Oficial de la Federación*.

- Rodríguez, C. (2009). *Ordenamiento territorial y gestión de riesgo*.
- Ruiz Rivera, N. (2013). Planeación Territorial de México Interfaces Rural-Urbana. *La política de ordenamiento territorial en Mexico: de la teoría a la práctica*, 757.
- Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- Sánchez, M. T., Casado, J. M., & Bocco, G. (2013). *La política de ordenamiento territorial en México: de la teoría a la práctica. Reflexiones sobre sus avances y retos a futuro*. Mexico DF: Instituto de Geografía UNAM.
- Sánchez, R. (2013). El cambio climático y las áreas urbanas en América Latina. *Respuestas al cambio climático*.
- SCT. (2009). *Apertura y Construcción del Libramiento Sur de Tuxtla Gutiérrez*.
- SEDATU. (2019). *Términos de referencia para la elaboración o actualización de planes o programas municipales de desarrollo urbano*. Cdmx.
- SEDATU. (2021). *Estrategia Nacional de Ordenamiento Territorial*. CDMX.
- SEDATU. (2021). *Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024*. CDMX.
- SEDATU-SEMARNAT. (2017). *Lineamientos conceptuales para la elaboración y actualización de programas municipales de desarrollo urbano*. México, D.F.: Gobierno Federal.
- SEGOB. (20 de septiembre de 1988). Decreto de creación del CENAPRED. *Diario Oficial de la Federación*.
- SEGOB. (24 de junio de 2006). Ley General de Protección Civil. México, D.F.
- SEGOB. (6 de junio de 2012). Ley General de Protección Civil. *Diario Oficial de la Federación*.
- SEGOB. (6 de junio de 2012). Ley General de Protección Civil. *Diario Oficial de la Federación*.
- SEMARN. (2003). *La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales*. Comisión Nacional del Agua.
- SEMARNAT. (2015). Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. *Diario Oficial de la Federación*.
- Sheppard, E., & McMaster, R. (2004). *Scale and Geographic Inquiry*. USA: Blackwell Publishing Ltd.



- Silva, M., García, A., & Hernando, A. (2015). Crecimiento de la mancha urbana en la Zona Metropolitana de Tuxtla Gutiérrez. *Quehacer científico de Chiapas*, 41.
- Silvestre, D. (2008). *Metodología cuantitativa versus metodología cualitativa y los diseños de investigación mixtos; conceptos fundamentales*. Bogotá, Colombia.
- Soldano, A. (2009). *Inundaciones: ¿Qué es susceptibilidad?* Argentina.
- Tuxtla Gutiérrez, A. (2015). *Bando de Policía y Gobierno*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Tuxtla Gutiérrez, A. (2015). *PDU*. Tuxtla Gutiérrez.
- Unión, C. d. (28 de noviembre de 2016). Ley General de Asentamientos Humanos, ordenamiento territorial y Desarrollo Urbano. *Diario Oficial de la Federación*.
- UNISDR. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastre 2015-2030*. Ginebra, Suiza: UNISDR.
- UNISDR. (2015). *Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres*. Obtenido de [https://www.unisdr.org/files/43291\\_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf)
- Urbano, S. d. (Ed.). (4 de abril de 2015). Programa de Desarrollo Urbano para el Centro de Población de Tuxtla Gutiérrez. 318. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Municipio de Tuxtla Gutiérrez.
- USAC. (junio de 2018). Volcan de Fuego: la tragedia del 3 de junio de 2018. *Análisis de la realidad nacional*, 19.
- USAC. (junio de 2018). Volcán de Fuego: la tragedia del 3 de junio de 2018. *Análisis de la realidad nacional*.
- Várnagy, T. (2000). El pensamiento político de John Locke y el surgimiento del liberalismo. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- Villacorta S., Fidel L. y Zavala C.,. (2012). Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa del Perú. *Revista de la Asociación Geológica de Argentina*, 393-399 p.
- Wilchex-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. *La red*.
- Wilchex-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. *La red*.
- Yalcin , A., Reis , S., Aydinoglu , A., & Yomralioglu, T. (2011). *A GIS-based comparative study of frequency ratio, analytical hierarchy process, bivaviate staistics and logistics regression methods for landslide susceptibility mapping in Trabzon, . NE Turkey*. Catena.

- Zapara, J., & Arismendy, C. (2003). Ordenamiento territorial y reforma agraria: un nuevo enfoque para un viejo problema. *Planeación & Desarrollo*.
- Zepeda Gil, R., Huerta Pineda, A., & Sánchez Ramírez, C. (2018). *La vulnerabilidad de México ante el cambio climático*. México: Instituto Belisario Domínguez.

## Relación de figuras

|                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Diagrama en el que se observa la interacción entre peligro, vulnerabilidad, capacidad de transferencia, emergencia y desastre (modificado de SEGOB, 2002).....                                 | 11 |
| <b>Figura 2.</b> Fenómenos perturbadores que han ocasionado mayores daños a nivel mundial, según el reporte de la Organización Meteorológica Mundial (2019).....                                                | 13 |
| <b>Figura 3.</b> Tipos de amenazas (LGPC, 2012).....                                                                                                                                                            | 16 |
| <b>Figura 4.</b> Clasificación de los tipos de ladera inestable estudiados en este trabajo (Modificado de CENAPRED, 2011).....                                                                                  | 21 |
| <b>Figura 5.</b> Clasificación de los tipos de laderas inestables (CENAPRED 2014). ....                                                                                                                         | 22 |
| <b>Figura 6.</b> Cuadros con la comparación entre los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) que se tratan de fomentar en este trabajo de investigación..... | 37 |
| <b>Figura 7.</b> Variables para el análisis descriptivo correlacional del fenómeno de inundaciones.....                                                                                                         | 57 |
| <b>Figura 8.</b> Herramienta Slop, su ubicación dentro del programa de ArcMap.....                                                                                                                              | 61 |
| <b>Figura 9.</b> Data Management Tools (herramienta de gestión de datos) mediante la opción de Create Fishnet (crear mallas), se generó cuadrícula de 1 km <sup>2</sup> para el área de estudio.....            | 71 |
| <b>Figura 10.</b> Valores mínimo y máximo de densidad del drenaje en la zona de estudio.....                                                                                                                    | 72 |
| <b>Figura 11.</b> Metodología para delimitar una cuenca, de acuerdo con Merwade (2008) .....                                                                                                                    | 75 |
| <b>Figura 12.</b> Grado de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa en la zona de estudio, basado en la metodología de multicriterio de Paz Tenorio (2017). ....                                         | 76 |
| <b>Figura 13.</b> Formato de entrevista para la investigación cualitativa.....                                                                                                                                  | 77 |



## Relación de tablas

|                                                                                                                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 1.</b> Área de estudio y unidades de análisis en ha.....                                                                                                                                                                                      | 52  |
| <b>Tabla 2.</b> Representación del estudio de campo porcentual por tipo de afectación.....                                                                                                                                                             | 53  |
| <b>Tabla 3.</b> Porcentaje de estudio por el fenómeno de inundación.....                                                                                                                                                                               | 53  |
| <b>Tabla 4.</b> Porcentaje de estudio por el fenómeno de remoción en masa.....                                                                                                                                                                         | 54  |
| <b>Tabla 5.</b> . Relación de colonias y fraccionamientos identificados en la Nueva Tuxtla. Fuente: ICIPLAM. Ejidos en regularización. ....                                                                                                            | 58  |
| <b>Tabla 6.</b> Tipo de geología en la Nueva Tuxtla (Mora y otros, 2015). ....                                                                                                                                                                         | 64  |
| <b>Tabla 7.</b> Tipo de edafología en la Nueva Tuxtla, predominancia de tipo de suelo leptosol.....                                                                                                                                                    | 67  |
| <b>Tabla 8.</b> Tipo de vegetación (INEGI, 2012). ....                                                                                                                                                                                                 | 69  |
| <b>Tabla 9.</b> Distribución proyectada de uso de suelo en la zona de estudio.....                                                                                                                                                                     | 76  |
| <b>Tabla 10.</b> Áreas Hidrográficas (AH) con los datos de perímetro, área y numeración progresiva. ....                                                                                                                                               | 79  |
| <b>Tabla 11.</b> 27 áreas hidrográficas en total, de las cuales se elaboraron 17 mapas de las áreas hidrográficas marcadas en amarillo. Entre paréntesis, el número de productos cartográficos de cada área. que se presentan en la investigación..... | 81  |
| <b>Tabla 12.</b> Identificación de zonas de riesgo en la Nueva Tuxtla.....                                                                                                                                                                             | 85  |
| <b>Tabla 13.</b> Puntos de control del AH1, Mapa 8.1.....                                                                                                                                                                                              | 92  |
| <b>Tabla 14.</b> Puntos de control del AH2, Mapa 8.2. ....                                                                                                                                                                                             | 99  |
| <b>Tabla 15.</b> Puntos de control del AH2, Mapa 8.2.1. ....                                                                                                                                                                                           | 105 |
| <b>Tabla 16.</b> Puntos de control del AH3, Mapa 8.3. ....                                                                                                                                                                                             | 110 |
| <b>Tabla 17.</b> Puntos de control del AH4, Mapa 8.4. ....                                                                                                                                                                                             | 119 |
| <b>Tabla 18.</b> Puntos de control del AH4, Mapa 8.4.1.....                                                                                                                                                                                            | 128 |
| <b>Tabla 19.</b> Puntos de control del AH5, Mapa 8.5. ....                                                                                                                                                                                             | 135 |
| <b>Tabla 20.</b> Puntos de control del AH5, Mapa 8.5.1. ....                                                                                                                                                                                           | 143 |
| <b>Tabla 21.</b> Puntos de control del AH5, Mapa 8.5.2. ....                                                                                                                                                                                           | 151 |
| <b>Tabla 22.</b> Puntos de control del AH5, Mapa 8.5.3 ....                                                                                                                                                                                            | 157 |
| <b>Tabla 23.</b> Puntos de control del AH6, Mapa 8.6. ....                                                                                                                                                                                             | 163 |
| <b>Tabla 24.</b> Puntos de control del AH7, Mapa 8.7. ....                                                                                                                                                                                             | 167 |
| <b>Tabla 25.</b> Puntos de control del AH8, Mapa 8.8. ....                                                                                                                                                                                             | 172 |
|                                                                                                                                                                                                                                                        | 283 |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 26.</b> Puntos de control del AH13, Mapa 8.13. ....                                                 | 175 |
| <b>Tabla 27.</b> Puntos de control del AH14, Mapa 8.14. ....                                                 | 180 |
| <b>Tabla 28.</b> Puntos de control del AH16, Mapa 8.16. ....                                                 | 183 |
| <b>Tabla 29.</b> Puntos de control del AH17, Mapa 8.17. ....                                                 | 187 |
| <b>Tabla 30.</b> Resumen de entrevistas a funcionarios. ....                                                 | 207 |
| <b>Tabla 31.</b> Reporte de daños en viviendas de la zona de estudio por el sismo de septiembre de 2017..... | 212 |
| <b>Tabla 32.</b> Relación de viviendas afectadas por el sismo de 2017 en la zona de estudio. ....            | 213 |
| <b>Tabla 33.</b> Puntos de control RM1, Mapa 9.1. ....                                                       | 222 |
| <b>Tabla 34.</b> Puntos de control RM2, Mapa 9.2. ....                                                       | 232 |
| <b>Tabla 35.</b> Puntos de control RM3, Mapa 9.3. ....                                                       | 241 |
| <b>Tabla 36.</b> Puntos de control RM4, Mapa 9.4. ....                                                       | 252 |
| <b>Tabla 37.</b> Puntos de control RM5, Mapa 9.5. ....                                                       | 263 |

## Relación de mapas

|                                                                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Mapa 1.</b> Mapa base de la zona de estudio. ....                                                                                                                                          | 56  |
| <b>Mapa 2.</b> Mapa de colonias y ejidos en la Nueva Tuxtla, información base para el trabajo de campo en zonas de susceptibilidad. ....                                                      | 60  |
| <b>Mapa 3.</b> Pendiente de terreno. Este mapa sirve de base para determinar los 5 rangos de pendientes encontrados en la zona de estudio. ....                                               | 63  |
| <b>Mapa 4.</b> Geología (Mora et. al., 2015) identifica los tipos de roca predominante en la zona de estudio. ....                                                                            | 65  |
| <b>Mapa 5.</b> Edafología, una de las variables consideradas para el análisis de susceptibilidad, presenta la distribución espacial y características morfológicas de la zona de estudio..... | 68  |
| <b>Mapa 6.</b> Uso de suelo y vegetación obtenido de INEGI (2012), con apoyo en ortofoto de Paz (2020). ....                                                                                  | 70  |
| <b>Mapa 7.</b> Densidad del drenaje, que muestra los lugares con mayor longitud de escurrimientos en un área de 1 km <sup>2</sup> . ....                                                      | 73  |
| <b>Mapa 8.</b> Mapa base áreas hidrográficas, en el que se delimitan 27 áreas hidrográficas.....                                                                                              | 80  |
| <b>Mapa 9.</b> Mapa 8.1 Área Hidrográfica AH1. ....                                                                                                                                           | 93  |
| <b>Mapa 10.</b> Mapa 8.2 Área Hidrográfica AH2. ....                                                                                                                                          | 100 |
| <b>Mapa 11.</b> Mapa 8.2.1. Área Hidrográfica AH2.1 ....                                                                                                                                      | 106 |
| <b>Mapa 12.</b> Mapa 8.3. Área Hidrográfica AH3. ....                                                                                                                                         | 111 |
| <b>Mapa 13.</b> Mapa 8.4. Área Hidrográfica AH4. ....                                                                                                                                         | 120 |
| <b>Mapa 14.</b> Mapa 8.4.1. Área Hidrográfica AH4.....                                                                                                                                        | 129 |
| <b>Mapa 15.</b> Mapa 8.5, Área Hidrográfica AH5. ....                                                                                                                                         | 136 |
| <b>Mapa 16.</b> Mapa 8.5.1, Área Hidrográfica AH5 ....                                                                                                                                        | 144 |
| <b>Mapa 17.</b> Mapa 8.5.2, Área Hidrográfica AH5. ....                                                                                                                                       | 152 |
| <b>Mapa 18.</b> Mapa 8.5.3, Área Hidrográfica AH5. ....                                                                                                                                       | 158 |
| <b>Mapa 19.</b> Mapa 8.6, Área Hidrográfica AH6. ....                                                                                                                                         | 164 |
| <b>Mapa 20.</b> Mapa 8.7, Área Hidrográfica AH7. ....                                                                                                                                         | 168 |
| <b>Mapa 21.</b> Mapa 8.8, Área Hidrográfica AH8. ....                                                                                                                                         | 173 |
| <b>Mapa 22.</b> Mapa 8.13, Área Hidrográfica AH13.....                                                                                                                                        | 176 |
|                                                                                                                                                                                               | 285 |



|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Mapa 23.</b> Mapa 8.14, Área Hidrográfica AH14. ....                           | 181 |
| <b>Mapa 24.</b> Mapa 8.16, Área Hidrográfica AH16. ....                           | 184 |
| <b>Mapa 25.</b> Mapa 8.17, Área Hidrográfica AH17. ....                           | 188 |
| <b>Mapa 26.</b> Mapa base de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa..... | 211 |
| <b>Mapa 27.</b> Mapa 9.1 Remoción en Masa RM1. ....                               | 223 |
| <b>Mapa 28.</b> Mapa 9.2 Remoción en Masa RM2. ....                               | 233 |
| <b>Mapa 29.</b> Mapa 9.3 Remoción en Masa RM3. ....                               | 242 |
| <b>Mapa 30.</b> Mapa 9.4 Remoción en Masa RM4. ....                               | 253 |
| <b>Mapa 31.</b> Mapa 9.5 Remoción en Masa RM5. ....                               | 264 |

## Relación de fotografías

|                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Fotografía 1.</b> (arriba, izq.). Puente camino a Chiapas Bicentenario en 2017. Puede observarse el tramo de vialidad dañada.....                                                               | 82 |
| <b>Fotografía 2</b> (arriba der.). Se observa el colapso de los tubos hidráulicos. ....                                                                                                            | 82 |
| <b>Fotografía 3</b> (abajo). Apuntalado, deficiente, para reducir riesgo de colapso.....                                                                                                           | 82 |
| <b>Fotografías 4 y 5.</b> Asentamiento irregular colindante con parcela ejidal en la que efectuaron movimiento de tierra que rellena un escurrimiento intermitente.....                            | 83 |
| <b>Fotografía 6</b> (izq.). Calle en la colonia Loma Bonita por donde fluye el agua, dañando las viviendas, ya que el cauce natural desapareció.....                                               | 84 |
| <b>Fotografía 7</b> (der.). La flecha azul indica la dirección del cauce natural que termina en un predio en construcción.....                                                                     | 84 |
| <b>Fotografía 8.</b> En el punto 1 encontramos el cauce natural y registramos sus medidas, parte superior del cauce 6.55 m, base 3.2 m, altura 1.85 m.....                                         | 85 |
| <b>Fotografías 9 y 10</b> (izq. y centro). Condiciones del puente en el punto 22 (UTM 482674, 184588). El puente bloquea el flujo del agua del cauce del arroyo. ....                              | 86 |
| <b>Fotografía 11</b> (der.). Se muestran las medidas del puente y de los tubos por los que ahora debe fluir el agua.....                                                                           | 86 |
| <b>Fotografía 12.</b> En el punto 25 (UTM 482617, 1845844) se encontró el cauce natural y se tomaron las medidas, parte superior del cauce 1.6 m, base de 1.6 m y paredes de 2.25 m de altura..... | 87 |
| <b>Fotografía 13.</b> Vialidad en donde fluye en forma laminar el arroyo intermitente.....                                                                                                         | 88 |
| <b>Fotografía 14.</b> Punto de control 30 que se localiza 20 m antes de un puente que cruza el arroyo.....                                                                                         | 88 |
| <b>Fotografía 15.</b> Puente vehicular con altura de 1.7 m y 1.95 m de anchura.....                                                                                                                | 89 |
| <b>Fotografía 16.</b> (izq.). Se observa la entrada al puente de mampostería perpendicular al cauce del arroyo para bloquearlo, y la salida por un tubo de concreto de 1.4 m de diámetro.....      | 90 |
| <b>Fotografía 17</b> (der.). La salida del mismo puente.....                                                                                                                                       | 90 |
| <b>Fotografía 18.</b> Se muestran las dimensiones del puente por donde cruza el arroyo por debajo del Nuevo Libramiento Sur. ....                                                                  | 90 |
| <b>Fotografía 19</b> (izq.). Condiciones del cauce natural del punto 36.....                                                                                                                       | 91 |
| <b>Fotografía 20</b> (der.). Condiciones del punto de control 37.....                                                                                                                              | 91 |
| <b>Fotografía 21.</b> Se muestran las condiciones del cauce natural, 13 m de anchura superior, 4.40 m en su base y 3.80 m de altura.....                                                           | 94 |

|                                                                                                                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Fotografía 22.</b> Caminando sobre el cauce en su entorno natural hacia el Nuevo Libramiento Sur.....                                                                                                          | 95  |
| <b>Fotografías 23</b> (de izq.). En esta fotografía puede observarse el cauce, atravesado por una vialidad de terracería, e ingresando por una reja a zona parcelada.....                                         | 95  |
| <b>Fotografía 24</b> (centro) Se observa cómo el cauce se dirige a través de un vado de 0.70 m por 0.50 m disminuyendo considerablemente su área hidráulica sobre terrenos ejidales.....                          | 95  |
| <b>Fotografías 25</b> (der.). El final del cauce, que de nuevo topa con camino de terracería; se observa la amplitud del cauce con medidas de 0.50 m de base por 0.40 m altura, pero con una amplitud de 2 m..... | 95  |
| <b>Fotografía 26.</b> Dimensiones del puente de mampostería que cruza el cauce del arroyo con tubos azolvados. ....                                                                                               | 96  |
| <b>Fotografía 27.</b> Inicio de la zona conurbada. ....                                                                                                                                                           | 97  |
| <b>Fotografía 28.</b> Vialidad dañada por los escurrimientos en avenida Jacarandas, esquina Ciruelos en Real del Bosque. ....                                                                                     | 98  |
| <b>Fotografía 29.</b> Modificación del cauce natural a partir del crecimiento urbano en Real del Bosque..                                                                                                         | 101 |
| <b>Fotografía 30.</b> Recorrido del arroyo intermitente, sobre vialidad en Real del Bosque.....                                                                                                                   | 102 |
| <b>Fotografía 31.</b> El cauce vuelve a tomar su área natural en la zona de parcelas rumbo al Nuevo Libramiento Sur. ....                                                                                         | 103 |
| <b>Fotografía 32</b> (izq.). Entrada del arroyo al Nuevo Libramiento Sur, 481832, 1845050 UTM.....                                                                                                                | 103 |
| <b>Fotografía 33</b> (der.). Puede observarse la salida del arroyo para continuar su cauce hacia el sur.....                                                                                                      | 103 |
| <b>Fotografía 34.</b> Camino de terracería por debajo del puente del Nuevo Libramiento Sur.....                                                                                                                   | 104 |
| <b>Fotografía 35.</b> Puente del Nuevo Libramiento Sur en zona parcelada sin asentamientos humanos....                                                                                                            | 107 |
| <b>Fotografía 36.</b> Salida del puente en el ala sur del Nuevo Libramiento Sur.....                                                                                                                              | 108 |
| <b>Fotografía 37</b> (izq.). Ingreso de los escurrimientos pluviales por debajo del Nuevo Libramiento Sur.....                                                                                                    | 109 |
| <b>Fotografía 38</b> (der.). La salida del tubo por donde los escurrimientos salen hacia las parcelas.....                                                                                                        | 109 |
| <b>Fotografía 39.</b> Cauce en su forma natural. ....                                                                                                                                                             | 112 |
| <b>Fotografía 40.</b> Camino rural que transporta el agua del cauce natural.....                                                                                                                                  | 113 |
| <b>Fotografía 41</b> (izq.). Correspondiente al punto de control 3 (482972, 1847529 UTM Tabla 16). ....                                                                                                           | 114 |
| <b>Fotografía 42</b> (der.). Correspondiente al punto de control 4 (482969, 1847969 UTM, Tabla 16). ..                                                                                                            | 114 |



|                                                                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Fotografía 43.</b> Modificación del cauce natural por la vialidad. El agua cruza el camino de terracería.....                                                             | 114 |
| <b>Fotografía 44</b> (izq.). Puede observarse el cauce natural paralelo a la vialidad de terracería.....                                                                     | 115 |
| <b>Fotografía 45</b> (der.). Se observa el cauce natural relleno con piedra y tubos de cemento azolvados .....                                                               | 115 |
| <b>Fotografía 46.</b> El cauce natural ha sido modificado con material de relleno para construir una vialidad de terracería. ....                                            | 116 |
| <b>Fotografía 47.</b> Drenaje pluvial por donde fluyen los escurrimientos. ....                                                                                              | 116 |
| <b>Fotografía 48.</b> Azolvamiento de material pétreo en muro sobre camino rural a Pacú.....                                                                                 | 117 |
| <b>Fotografía 49.</b> Cauce natural en camino Loma Bonita (481996, 1847453 UTM). ....                                                                                        | 118 |
| <b>Fotografía 50.</b> Punto de control 16 (482025, 1847412 UTM). ....                                                                                                        | 118 |
| <b>Fotografía 51.</b> Puente sobre boulevard Real del Bosque. ....                                                                                                           | 121 |
| <b>Fotografía 52.</b> Manguera corrugada de polietileno debajo del puente, que atrapa residuos sólidos en temporada de lluvia. ....                                          | 122 |
| <b>Fotografía 53.</b> Colapso de vialidad, calle las Malvas en Real del Bosque; se observa material de arrastre y los cauces de las escorrentías por la calle. ....          | 123 |
| <b>Fotografía 54.</b> Flujo laminar del agua en Boulevard Nogal, Fraccionamiento Real del Bosque.....                                                                        | 123 |
| <b>Fotografía 55.</b> Puente con pila intermedia. ....                                                                                                                       | 124 |
| <b>Fotografía 56.</b> Desvío del cauce hacia parcelas. ....                                                                                                                  | 125 |
| <b>Fotografía 57.</b> Puente cuadrangular con aguas residuales.....                                                                                                          | 125 |
| <b>Fotografía 58.</b> En este punto se observa el cauce contaminado con aguas residuales. Sus dimensiones son de 8 m de ancho y 1.4. m de alto. ....                         | 126 |
| <b>Fotografía 59.</b> Puente cuadrangular que da paso al escurrimiento de norte a sur, atravesando el Nuevo Libramiento Sur. ....                                            | 127 |
| <b>Fotografía 60</b> (izq.). Calzada Emiliano Zapata, presenta encharcamientos por escurrimientos pluviales debido a que las construcciones desviaron el cauce natural. .... | 131 |
| <b>Fotografía 61</b> (der.). Alcantarilla pluvial erosionada por escurrimientos pluviales. ....                                                                              | 131 |
| <b>Fotografía 62.</b> Canal pluvial sobre la calzada Emiliano Zapata, que distribuye el escurrimiento natural que fue modificado por la construcción de viviendas. ....      | 131 |
| <b>Fotografía 63</b> (izq.). Punto de control 4 (482417, 1850193 UTM, Tabla 18). ....                                                                                        | 132 |

|                                                                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Fotografía 64</b> (der.). Punto de control 5 (482417, 1850193 UTM, Tabla 18). En ambas fotografías puede observarse la modificación del cauce natural.                      | 132 |
| <b>Fotografía 65.</b> Ecurrimiento que atraviesa una vialidad. Punto de control 6 (482332, 1850115 UTM, Tabla 18).                                                             | 132 |
| <b>Fotografía 66</b> (izq.). Puente y canal de mampostería que transporta el escurrimiento por debajo de vialidad en la colonia Loma Bonita, y se dirige a su entorno natural. | 133 |
| <b>Fotografía 67</b> (der.). Canal de 2.50 m.                                                                                                                                  | 133 |
| <b>Fotografía 68</b> (izq.). Paso del escurrimiento natural a través de tubo de concreto.                                                                                      | 133 |
| <b>Fotografía 69</b> (der.). Alcantarilla pluvial que transporta el escurrimiento por la zona urbana.                                                                          | 133 |
| <b>Fotografía 70.</b> Canal para descargas pluviales.                                                                                                                          | 137 |
| <b>Fotografía 71.</b> Canal pluvial azolvado en la calzada Emiliano Zapata, oficinas del Conejobús.                                                                            | 138 |
| <b>Fotografía 72.</b> Canal pluvial dentro del terreno de una vivienda.                                                                                                        | 138 |
| <b>Fotografía 73.</b> Puente peatonal sobre canal pluvial en calzada Emiliano Zapata.                                                                                          | 139 |
| <b>Fotografía 74</b> (izq.). Punto de control 5 (482050, 1849519 UTM, Tabla 19).                                                                                               | 140 |
| <b>Fotografía 75</b> (der.). Punto de control 6 (482023, 1849438 UTM, Tabla 19).                                                                                               | 140 |
| <b>Fotografía 76</b> (izq.). Se muestran las condiciones del puente azolvado en la vialidad que colinda con las bodegas de CERAMAT (punto de control 7).                       | 140 |
| <b>Fotografía 77</b> (der.). Puente con pila intermedia que atraviesa propiedad privada delimitada con barda.                                                                  | 140 |
| <b>Fotografía 78.</b> Las flechas señalan el flujo del escurrimiento intermitente sobre vialidad.                                                                              | 141 |
| <b>Fotografía 79</b> (izq.). Punto de control 10, canal pluvial sobre vialidad del camino rural a Pacú.                                                                        | 141 |
| <b>Fotografía 80</b> (der.). El mismo canal pluvial, 500 metros aguas abajo.                                                                                                   | 141 |
| <b>Fotografía 81.</b> Punto de control 12, las flechas indican la dirección que los escurrimientos naturales toman sobre la vialidad.                                          | 142 |
| <b>Fotografía 82.</b> Puente de mampostería que transporta el arroyo a la altura del Vivero Jardines de Terán.                                                                 | 145 |
| <b>Fotografía 83</b> (izq.). Alcantarilla pluvial en calzada Emiliano Zapata (481470, 1848776 UTM, Tabla 20).                                                                  | 146 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Fotografía 84</b> (der.). En este sitio se presentan encharcamientos en la temporada de lluvia (481479, 1848749 UTM Tabla 20).....                                                                                                                                         | 146 |
| <b>Fotografía 85.</b> Intersección de dos puentes sobre la calzada Emiliano Zapata (481442, 1848676 UTM, Tabla 20). ....                                                                                                                                                      | 146 |
| <b>Fotografías 86 y 87</b> (izq. y der.). Cauce de escurrimiento natural con flujo este-oeste, que fue modificado por construcciones y obstrucción total del canal pluvial que atraviesa la vialidad, por lo que fluye sobre el asfalto hasta llegar a vertedero pluvial..... | 147 |
| <b>Fotografías 88 y 89.</b> Cauce natural en zona parcelada, colindante con vialidad de terracería. ....                                                                                                                                                                      | 148 |
| <b>Fotografía 90.</b> Escurrimiento intermitente modificado por la construcción del fraccionamiento Valle Verde. Las flechas indican el flujo de agua y su dirección. ....                                                                                                    | 148 |
| <b>Fotografía 91.</b> Drenaje pluvial con tubos de plástico corrugado, estropeados (481192, 1847550 UTM). ....                                                                                                                                                                | 149 |
| <b>Fotografía 92</b> (izq.). Escurrimiento natural modificado por la construcción de viviendas, que distribuyen el escurrimiento de forma laminar sobre vialidad. ....                                                                                                        | 150 |
| <b>Fotografía 93</b> (der.). Corresponde a alcantarilla dañada en la principal avenida de la zona de crecimiento. ....                                                                                                                                                        | 150 |
| <b>Fotografía 94.</b> Canal pluvial que pasa por el fraccionamiento Bonanza. ....                                                                                                                                                                                             | 153 |
| <b>Fotografía 95.</b> Canal pluvial empedrado en el fraccionamiento Bonanza ....                                                                                                                                                                                              | 154 |
| <b>Fotografía 96.</b> Canal pluvial que atraviesa la calzada Emiliano Zapata. ....                                                                                                                                                                                            | 154 |
| <b>Fotografía 97.</b> Puente de cemento con columnas que permite el paso del arroyo con dirección al Nuevo Libramiento Sur. ....                                                                                                                                              | 155 |
| <b>Fotografía 98.</b> Contaminación del arroyo con aguas residuales (480402, 1846662 UTM). ....                                                                                                                                                                               | 156 |
| <b>Fotografía 99.</b> Paso del escurrimiento por puente hidráulico debajo del Nuevo Libramiento Sur. ....                                                                                                                                                                     | 156 |
| <b>Fotografía 100.</b> Las flechas indican el cauce y la dirección del escurrimiento natural del AH6, ahora convertido en vialidad de terracería. ....                                                                                                                        | 159 |
| <b>Fotografía 101</b> (izq.). Punto de control 2 (478985, 1849627 UTM). ....                                                                                                                                                                                                  | 160 |
| <b>Fotografía 102</b> (der.). Punto de control 3 (478985, 1849627). Ambas fotografías señalan los cauces de escurrimientos intermitentes modificados por vialidad primaria en colonias colindantes con San José Terán. ....                                                   | 160 |
| <b>Fotografía 103.</b> Vialidad en San José Terán que modificó el escurrimiento intermitente. ....                                                                                                                                                                            | 160 |



|                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Fotografía 104.</b> Puente en la colonia Cuchilla Santa Rosa .....                                                                                                  | 161 |
| <b>Fotografía 105.</b> Arroyo perenne, paralelo a la colonia Cuchilla Santa Rosa.....                                                                                  | 161 |
| <b>Fotografía 106.</b> Las flechas indican el flujo de los escurrimientos dirección norte-sur, que atraviesan la vialidad de terracería y luego rodean viviendas. .... | 165 |
| <b>Fotografía 107.</b> Las flechas señalan el flujo de los escurrimientos, que atraviesan la vialidad en dirección a parcelas. ....                                    | 166 |
| <b>Fotografía 108.</b> Arroyo El Sabinalito 478252, 1848568 UTM). ....                                                                                                 | 166 |
| <b>Fotografía 109.</b> Pozo de extracción en el cauce natural. ....                                                                                                    | 169 |
| <b>Fotografía 110.</b> Arroyo natural con dimensiones de 1.55 m en la base menor y 1 m de profundidad. ....                                                            | 169 |
| <b>Fotografía 111.</b> Tubos de concreto azolvados (477483, 1848808 UTM). ....                                                                                         | 170 |
| <b>Fotografía 112.</b> Cauce natural del arroyo El Sabinalito, con dirección norte-oeste. ....                                                                         | 170 |
| <b>Fotografía 113.</b> Puente vehicular con tubos de concreto (477037, 1848590 UTM). ....                                                                              | 171 |
| <b>Fotografía 114.</b> Puente alcantarilla (475291, 1849085 UTM). ....                                                                                                 | 174 |
| <b>Fotografía 115.</b> Puente rectangular para paso vehicular en camino de terracería. ....                                                                            | 175 |
| <b>Fotografía 116.</b> Puente alcantarilla 476365, 1848836 UTM. ....                                                                                                   | 177 |
| <b>Fotografía 117.</b> Paso de terracería por debajo del Nuevo Libramiento Sur. ....                                                                                   | 178 |
| <b>Fotografía 118.</b> Puente sobre el Nuevo Libramiento Sur, altura y anchura de 4 m, arco superior con radio de 1.5 m. ....                                          | 178 |
| <b>Fotografía 119.</b> Lavadero pluvial 477020, 1848499 UTM. ....                                                                                                      | 179 |
| <b>Fotografía 120.</b> Puente en forma de trapecio 477061, 1848458 UTM. ....                                                                                           | 179 |
| <b>Fotografía 121.</b> Puente alcantarilla (478508, 1847876 UTM). ....                                                                                                 | 182 |
| <b>Fotografía 122.</b> Escurrimientos intermitentes en zona parcelada colindante con dirección norte-sur.....                                                          | 183 |
| <b>Fotografía 123.</b> Puente con alerones (479599, 1847106 UTM). ....                                                                                                 | 185 |
| <b>Fotografía 124.</b> Arroyo fluye por debajo de puente sobre el Nuevo Libramiento Sur. ....                                                                          | 186 |
| <b>Fotografía 125.</b> Arroyo en su forma natural. ....                                                                                                                | 186 |
| <b>Fotografía 126.</b> Dr. Mauro Valle Delgado, delegado en Chiapas del Registro Agrario Nacional.....                                                                 | 194 |
| <b>Fotografía 127.</b> Arq. Claudia Baca Esquinca, secretaria de Desarrollo Urbano Municipal 2018-2020.....                                                            | 196 |

|                                                                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Fotografía 128.</b> Fraccionamiento Los Olivos, zona anegada por obstrucción de escurrimiento natural. ....                                                                                  | 198 |
| <b>Fotografía 129.</b> El vallado con postes blancos (arriba, derecha) marca una vialidad que cruza una zona ejidal. ....                                                                       | 199 |
| <b>Fotografías 130 y 131.</b> Entrevista con el director de Tenencia de la Tierra, Ing. Francisco Coutiño Coutiño. ....                                                                         | 200 |
| <b>Fotografías 132 y 133.</b> Entrevista, vía Zoom con la entonces directora del ICIPLAM, Mtra. Sofía Yescas Núñez. ....                                                                        | 203 |
| <b>Fotografía 134.</b> (izq.). Comisariado ejidal, Jesús Sabala Jiménez de los Santos. ....                                                                                                     | 204 |
| <b>Fotografía 135.</b> (der.). Plano ejidal para la supervisión de asentamientos humanos en zona parcelada en San José Terán. ....                                                              | 204 |
| <b>Fotografía 136.</b> Construcción al lado de un arroyo intermitente. ....                                                                                                                     | 205 |
| <b>Fotografía 137.</b> Unión de los arroyos conocidos como Zapac y la Siria, conformando el arroyo El Sabinalito ....                                                                           | 206 |
| <b>Fotografías 138 y 139.</b> Dos vistas del mismo punto (481320, 1846430 UTM) vialidad afectada por la erosión. ....                                                                           | 214 |
| <b>Fotografías 140 y 141.</b> Punto de control (481739, 1847012 UTM), pequeños derrumbes en vialidad producto de los cortes en talud.....                                                       | 215 |
| <b>Fotografía 142.</b> Continuación del talud en Calle Los Pirules, fraccionamiento Real del Bosque.....                                                                                        | 215 |
| <b>Fotografía 143.</b> Talud con material de relleno en boulevard Real del Bosque (481612, 1846523 UTM).....                                                                                    | 216 |
| <b>Fotografía 144.</b> Talud de 28 m de longitud y 2.62 m de altura, en boulevard Real del Bosque.....                                                                                          | 216 |
| <b>Fotografía 145.</b> Talud de caliche y macizo cementado en camino rural a Pacú. ....                                                                                                         | 217 |
| <b>Fotografía 146.</b> Talud de caliche macizo y cementado, camino rural a Pacú.....                                                                                                            | 217 |
| <b>Fotografía 147.</b> Rodado de roca caliza en área verde hacia Chiapas Bicentenario. ....                                                                                                     | 218 |
| <b>Fotografía 148.</b> Formación de roca caliza en predio colindante con el fraccionamiento Chiapas Bicentenario. ....                                                                          | 218 |
| <b>Fotografía 149</b> (izq.) Detalles de material fino localizado entre la vegetación ....                                                                                                      | 219 |
| <b>Fotografía 150</b> (der.) Sedimentos finos que provienen de la parte alta de la mesa kárstica de Copoya, distribuidos por el arroyo en la época que presenta escurrimiento (Paz, 2021). .... | 219 |
| <b>Fotografía 151.</b> Caidos en área de estacionamiento en fraccionamiento Chiapas Bicentenario.....                                                                                           | 219 |
|                                                                                                                                                                                                 | 293 |

|                                                                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Fotografía 152.</b> Punto de control 14, observamos caídos de roca cercanos a la vialidad del fraccionamiento Chiapas Bicentenario, .....                                            | 220 |
| <b>Fotografía 153.</b> Área verde colindante con el fraccionamiento Chiapas Bicentenario, con presencia de caídos y derrumbes de material no consolidado.....                           | 221 |
| <b>Fotografía 154.</b> Punto de control 2, sin evidencia de susceptibilidad a remoción en masa. ....                                                                                    | 224 |
| <b>Fotografía 155.</b> Parque de la colonia Pluma de Oro sin evidencias de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa. ....                                                        | 225 |
| <b>Fotografía 156.</b> Punto de control 5, calle Parma y Turín B, San José Mirador; pendientes pronunciadas sin evidencia del fenómeno de remoción en masa. ....                        | 225 |
| <b>Fotografía 157.</b> Punto de control 7, avenida Santo Domingo, Colonia CCI; sin evidencias de susceptibilidad de remoción en masa. ....                                              | 226 |
| <b>Fotografía 158.</b> Colonia CCI, Camino a Rancho Viejo, vivienda con fractura en barda y daños en banquetta. ....                                                                    | 226 |
| <b>Fotografía 159.</b> Vialidad y viviendas en calle Los Tulipanes, colonia CCI; sin evidencia de susceptibilidad por remoción en masa. ....                                            | 227 |
| <b>Fotografía 160.</b> Banqueta fracturada en colonia Montecristo. ....                                                                                                                 | 227 |
| <b>Fotografía 161 (izq.).</b> Punto de control 14, en zona parcelada. ....                                                                                                              | 228 |
| <b>Fotografía 162 (der.).</b> Punto de control 15, vialidad rural de camino a Rancho Viejo.....                                                                                         | 228 |
| <b>Fotografía 163 (recuadro).</b> Tipo de suelo en puntos de control 14 y 15. ....                                                                                                      | 228 |
| <b>Fotografía 164 (izq.).</b> Punto de control 16 (479987, 1850163 UTM). ....                                                                                                           | 229 |
| <b>Fotografía 165 (der.).</b> Punto de control 17 (480023, 1850243 UTM); en ninguno de estos puntos de control observamos evidencias del fenómeno, por ejemplo, postes inclinados. .... | 229 |
| <b>Fotografía 166.</b> Punto de control 480039, 1850314 UTM. ....                                                                                                                       | 229 |
| <b>Fotografía 167.</b> Vialidad en la colonia Ampliación CCI. ....                                                                                                                      | 230 |
| <b>Fotografía 168.</b> Punto de control 20; árboles y postes no presentan evidencia de susceptibilidad a remoción en masa. ....                                                         | 230 |
| <b>Fotografía 169.</b> Viviendas de autoconstrucción en San José Terán (480055, 1851226 UTM).....                                                                                       | 231 |
| <b>Fotografía 170.</b> Talud de 2.20 de altura, a un costado del Nuevo Libramiento Sur.....                                                                                             | 234 |
| <b>Fotografía 171.</b> Depósito de material no compactado colindante con el Nuevo Libramiento Sur.....                                                                                  | 235 |
| <b>Fotografía 172.</b> Vialidad rural hacia colonia Villa del Carmen. ....                                                                                                              | 235 |



|                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Fotografía 173.</b> Colonia Villa del Carmen, camino de terracería con presencia de rodados.....                                               | 236 |
| <b>Fotografía 174</b> (izq.). Punto de control 5 (479434, 1847220 UTM). ....                                                                      | 236 |
| <b>Fotografía 175</b> (der.). Punto de control 6 (479179, 1847451 UTM). ....                                                                      | 236 |
| <b>Fotografía 176</b> (izq.). Se observa talud de 3.65 m de altura. ....                                                                          | 237 |
| <b>Fotografía 177</b> (der.). Detalle del tipo de material encontrado en el Nuevo Libramiento Sur.....                                            | 237 |
| <b>Fotografía 178</b> (izq.). Talud de vialidad.....                                                                                              | 237 |
| <b>Fotografía 179</b> (der.). Materiales finos aplanados.....                                                                                     | 237 |
| <b>Fotografía 180.</b> Punto de control 10 (476716, 1848683 UTM). ....                                                                            | 238 |
| <b>Fotografía 181.</b> Se aprecian caídos en el punto de control 11.....                                                                          | 238 |
| <b>Fotografía 182.</b> Roca caliza compactada en el punto de control 12, Nuevo Libramiento Sur. ....                                              | 239 |
| <b>Fotografía 183</b> (izq.). Punto de control 13. Presenta el tipo de material hallado ahí.....                                                  | 239 |
| <b>Fotografía 184</b> (centro). Punto de control 14. Puede observarse talud, con una altura de 4 m.....                                           | 239 |
| <b>Fotografía 185</b> (der.). Punto de control 15. Encontramos que el talud tiene una altura de 7 m.....                                          | 239 |
| <b>Fotografía 186.</b> Sobre el Nuevo Libramiento Sur, de oriente a poniente, rumbo a Raymundo Enríquez, se observan rodados y derrumbes. ....    | 240 |
| <b>Fotografía 187</b> (izq.). Corresponde al punto de control 1 (482932, 1847876 UTM).....                                                        | 243 |
| <b>Fotografía 188</b> (der.) Punto de control 2 (482918, 1847636 UTM), en la colonia Nueva Jerusalén.....                                         | 243 |
| <b>Fotografía 189</b> (izq.). Camino en la colonia Nueva Jerusalén ....                                                                           | 244 |
| <b>Fotografía 190</b> (der.). Se aprecia talud de 6 m de altura. ....                                                                             | 244 |
| <b>Fotografía 191.</b> Punto de control 5, construcción social del riesgo en colonia Nueva Jerusalén: casa construida sobre talud inestable. .... | 244 |
| <b>Fotografía 192</b> (izq.). Punto de control 6. Abundante vegetación en un suelo compuesto de material fino (arcilla). ....                     | 245 |
| <b>Fotografía 193</b> (der.). Punto de control 7. Se aprecia la abundante vegetación sobre suelo fino arcilloso. ....                             | 245 |
| <b>Fotografía 194</b> (izq.). Caminos de terracería en colonia Nuevo Jerusalén. ....                                                              | 245 |
| <b>Fotografía 195</b> (centro). Puede apreciarse lo pronunciado de la pendiente. ....                                                             | 245 |

|                                                                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Fotografía 196</b> (der.). Evidencia de erosión. ....                                                                                                                                                  | 245 |
| <b>Fotografía 197.</b> Punto de control 10 (482205, 1848572 UTM). Sin indicios de susceptibilidad.....                                                                                                    | 246 |
| <b>Fotografía 198</b> (izq.). Punto de control (482203, 1848628 UTM) grietas cortantes de 45° por asentamientos. ....                                                                                     | 247 |
| <b>Fotografía 199</b> (der.). Punto de control (482213, 1848714 UTM) separación de castillo por proceso constructivo deficiente. ....                                                                     | 247 |
| <b>Fotografía 200.</b> Punto de control 14; vivienda con registro de agrietamientos. ....                                                                                                                 | 247 |
| <b>Fotografía 201.</b> Vialidad en Loma Bonita, punto de control 15 (481619, 1848940 UTM). ....                                                                                                           | 248 |
| <b>Fotografía 202.</b> Punto de control 16 (482153, 1848801 UTM), observamos vialidades de terracería y pocas viviendas construidas en esta zona. ....                                                    | 248 |
| <b>Fotografías 203 y 204</b> (izq. y der.). Calle El Sereno, colonia Loma Bonita; vialidades de terracería, asentamientos humanos con materiales precarios contrastan con infraestructura religiosa. .... | 249 |
| <b>Fotografías 205 y 206.</b> (izq. y der.). Vialidad Zequeno, sin presencia de evidencias de susceptibilidad a remoción en masa. ....                                                                    | 249 |
| <b>Fotografía 207.</b> (izq). Punto de control 22. Reforzamiento de vivienda que presentaba daños.....                                                                                                    | 250 |
| <b>Fotografía 208.</b> (der.). Punto de control 23. Camino a Pacú; sin evidencias de susceptibilidad al fenómeno de remoción en masa. ....                                                                | 250 |
| <b>Fotografía 209.</b> Grietas en aplanado en vialidad La Lomita, en Loma Bonita. ....                                                                                                                    | 250 |
| <b>Fotografía 210 y 211</b> (izq. y der.). Zona de crecimiento a corto plazo PDU (2015), puntos de control 25 y 26 del Mapa RM4.....                                                                      | 251 |
| <b>Fotografía 212.</b> Vivienda de autoconstrucción con datos de pared dañada en Loma Bonita, Terán..                                                                                                     | 254 |
| <b>Fotografía 213.</b> Zona de vegetación en el punto de control 2.....                                                                                                                                   | 254 |
| <b>Fotografías 214 y 215.</b> Punto de control 3 (483133, 1849462 UTM.), vivienda construida en pendiente pronunciada. ....                                                                               | 255 |
| <b>Fotografía 216.</b> Vivienda con daño estructural grave, punto de control 483329, 1849358 UTM.....                                                                                                     | 255 |
| <b>Fotografía 217.</b> Punto de control 5 (482909, 1849249 UTM) prolongación de vialidad de terracería denominada Los Magueyes, en Loma Bonita. ....                                                      | 256 |
| <b>Fotografía 218.</b> Fractura en muro de contención en vivienda ubicada en la colonia Nuevo Amanecer de Sabines. ....                                                                                   | 257 |
| <b>Fotografía 219.</b> Vialidad de terracería y pendientes pronunciadas en asentamiento irregular denominado Ampliación Lomas del Sereno. ....                                                            | 257 |

|                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Fotografía 220</b> (izq.). Se observan caídos de rocas calizas. ....                                                                  | 258 |
| <b>Fotografía 221</b> (der.). Procesos constructivos deficientes en barda de vivienda. ....                                              | 258 |
| <b>Fotografía 222.</b> Corte de talud de un metro de altura sobre vialidad de terracería en Loma Bonita, Terán.....                      | 258 |
| <b>Fotografía 223.</b> Vialidad de terracería con pendiente pronunciada, no se observa inclinación de postes ni de árboles. ....         | 259 |
| <b>Fotografía 224.</b> Corte de talud de 1.20 m de altura en punto de control 12 (482394, 1848842 UTM).....                              | 259 |
| <b>Fotografía 225.</b> Corte de talud de 1.80 m de altura en punto de control 13 (482481, 1849154 UTM), .....                            | 260 |
| <b>Fotografía 226.</b> Vivienda hecha de materiales reutilizables, asentada en la colonia Nuevo Amanecer de Sábines. ....                | 260 |
| <b>Fotografías 227 y 228</b> (izq. y der.). Locales en Loma Bonita, vialidad denominada Los Magueyes, con indicios de asentamientos..... | 261 |