



# **UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TESIS**

**“SUSCEPTIBILIDAD Y VULNERABILIDAD  
A PROCESOS GRAVITACIONALES EN  
CUATRO LOCALIDADES Y CABECERA  
DEL MUNICIPIO DE COPAINALÁ”**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN  
DESARROLLO SUSTENTABLE Y  
GESTIÓN DE RIESGOS**

**PRESENTA**

**BRENDA JASMÍN NÚÑEZ GONZÁLEZ**

**DIRECTOR**

**DR. JORGE ANTONIO PAZ TENORIO**

**CODIRECTOR**

**MTRO. ROBERTO MORENO CEBALLO**

**ASESORES**

**DR. SEGUNDO JORDÁN ORANTES ALBOREZ**

**DR. ROBERTO HORACIO ALBORES ARZATE**

**Tuxtla Gutiérrez, Chiapas**

**Julio de 2024**



# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS AUTÓNOMA

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 24 de octubre de 2024

Oficio No. SA/DIP/0740/2024

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

C. Brenda Jasmin Núñez González

CVU:1227378

Candidata al Grado de Maestra en Ciencias en Desarrollo

Sustentable y Gestión de Riesgos

Facultad de Ingeniería

UNICACH

Presente

Con fundamento en la **opinión favorable** emitida por escrito por la Comisión Revisora que analizó el trabajo terminal presentado por usted, denominado **Susceptibilidad y vulnerabilidad a procesos gravitacionales en cuatro localidades y cabecera del Municipio de Copainalá** cuyo Director de tesis es el Dr. Jorge Antonio Paz Tenorio (CVU: 341964) quien avala el cumplimiento de los criterios metodológicos y de contenido; esta Dirección a mi cargo **autoriza** la impresión del documento en cita, para la defensa oral del mismo, en el examen que habrá de sustentar para obtener el **Grado de Maestra en Ciencias en Desarrollo Sustentable y Gestión de Riesgos**.

Es imprescindible observar las características normativas que debe guardar el documento impreso, así como realizar la entrega en esta Dirección de un ejemplar empastado.

Atentamente

*"Por la Cultura de mi Raza"*

Dra. Carolina Orantes García  
Directora



DIRECCIÓN DE  
INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

C.c.p. Ing. Mónica Catalina Cisneros Ramos, Directora de la Facultad de Ingeniería, UNICACH. Para su conocimiento.  
Dr. Ángel Estrada Martínez, Coordinador del Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNICACH. Para su conocimiento.  
Archivo/minutario.

RJAG/COG/hch/gulgr

2024 Año de Felipe Carrillo Puerto  
BENEMÉRITO DEL PROLETARIADO,  
REVOLUCIONARIO Y DEFENSOR DEL MAYAB.



**Secretaría Académica**  
Dirección de Investigación y Posgrado  
Libramiento Norte Poniente No. 1150  
Colonia Lajas Maciel C.P. 29039  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México  
Tel:(961)6170440 EXT.4360  
investigacionyposgrado@unicach.mx

# AGRADECIMIENTOS

**A DIOS** "Cuando hagan cualquier trabajo, háganlo de todo corazón, como si estuvieran trabajando para el Señor y no para los seres humanos"

**Colosenses 3:23-25**

*A mis padres y hermanos, que siempre me han apoyado.*

*A mi esposo por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.*

*Al Dr. Jorge Antonio Paz Tenorio por su paciencia, apoyo, orientación y consejos; que me ha brindado desde la licenciatura y en la etapa de Maestría, Muchas Gracias Dr; No hay palabras suficientes para expresar mi agradecimiento sincero por todo su apoyo.*

*A mi codirector de tesis Mtro. Roberto Moreno Ceballo, por todo el apoyo durante la investigación.*

*Al Dr. Segundo Jordán Orantes Alborez y Dr. Roberto Horacio Albores Arzate mis asesores por apoyarme en esta etapa académica*

*Al Dr. Carlos Ocaña y Mtro. Benito Javier Villanueva Domínguez por toda la disposición para la revisión de la Tesis.*

*A maestros y compañeros de la maestría, por brindarme las facilidades y apoyo en la maestría.*

*Dra. Tamara M. Rioja Paradela  
Dr. Arturo Carrillo Reyes  
Dr. Eduardo E. Espinoza Medinilla  
Dra. Rebeca I. Martínez Salinas*

*Gómez Santiz, Mariano  
Guillen Rodríguez, Victor Manuel  
Morales Valerio, Rebeca Isela  
Victorio, Ocaña Edilberto  
Zenteno Méndez, Jesús Yaxkin*

## ÍNDICE

<b>I. RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>13</b>
<b>IV. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>V. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
<b>Desarrollo Sustentable .....</b>	<b>16</b>
Objetivos del Desarrollo Sustentable .....	16
<b>Procesos Gravitacionales .....</b>	<b>18</b>
Clasificación de Procesos Gravitacionales.....	19
Caídos o Desprendimientos.....	19
Vuelcos o Desplomes.....	20
Deslizamientos .....	20
Deslizamientos Rotacionales.....	20
Deslizamientos de traslación.....	21
Expansiones laterales o Desplazamientos laterales .....	21
Flujos .....	22
Movimientos Complejos.....	23
<b>Susceptibilidad.....</b>	<b>23</b>
<b>Amenaza .....</b>	<b>23</b>
<b>Exposición .....</b>	<b>23</b>
<b>Resiliencia.....</b>	<b>24</b>
<b>Vulnerabilidad.....</b>	<b>24</b>
Tipos de Vulnerabilidad .....	25
Vulnerabilidad Global.....	25
Vulnerabilidad Natural .....	25



Vulnerabilidad Física.....	25
Vulnerabilidad Económica.....	26
Vulnerabilidad Social.....	26
Vulnerabilidad de Ideología y Cultural.....	26
Vulnerabilidad Política.....	26
Vulnerabilidad Ecológica.....	27
<b>Riesgo.....</b>	<b>27</b>
<b>Desastre.....</b>	<b>27</b>
<b>Gestión del Riesgo.....</b>	<b>28</b>
<b>Percepción del Riesgo.....</b>	<b>28</b>
<b>VI. ANTECEDENTES.....</b>	<b>29</b>
<b>Internacional.....</b>	<b>29</b>
<b>Nacional.....</b>	<b>30</b>
<b>Estatal.....</b>	<b>31</b>
<b>Local.....</b>	<b>32</b>
<b>VII. OBJETIVOS.....</b>	<b>33</b>
<b>General.....</b>	<b>33</b>
<b>Específicos.....</b>	<b>33</b>
<b>Hipótesis.....</b>	<b>34</b>
<b>VII. MEDIO FÍSICO Y NATURAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.....</b>	<b>35</b>
<b>Descripción del Área de Estudio.....</b>	<b>35</b>
<b>Geología.....</b>	<b>37</b>
<b>Pendiente.....</b>	<b>40</b>

<b>Topografía y Topoformas.....</b>	<b>42</b>
<b>Hidrografía.....</b>	<b>44</b>
<b>Edafología.....</b>	<b>46</b>
<b>Uso de Suelo y Vegetación .....</b>	<b>49</b>
Fauna .....	49
Selva Baja Caducifolia.....	50
Selva Alta Perennifolia.....	50
Bosque Mesófilo de Montaña.....	51
<b>IX. METODOLOGÍA.....</b>	<b>53</b>
<b>TRABAJO DE GABINETE .....</b>	<b>53</b>
<b>Determinación de la Susceptibilidad en el Municipio de Copainalá .....</b>	<b>53</b>
Determinación de la Densidad de Drenaje.....	53
Geoprocesamiento de las variables en ArcMap.....	55
Ponderación y Orden de las Variables.....	56
<b>Determinación de la Vulnerabilidad en la Cabecera Municipal y Cuatro Localidades .....</b>	<b>58</b>
Vulnerabilidad Física (VF).....	58
Vulnerabilidad Social (VS).....	59
Vulnerabilidad Socioeconómica (VSE).....	61
<b>Elaboración de Encuesta Percepción del Riesgo .....</b>	<b>63</b>
<b>TRABAJO DE CAMPO .....</b>	<b>64</b>
Identificación de sitios afectados por Procesos Gravitacionales en campo .....	64
Caído en el tramo carretero de Chicoasén-Copainalá.....	65
<b>Deslizamiento Rotacional en la Localidad Rural Benito Juárez .....</b>	<b>66</b>
<b>Deslizamiento Rotacional en la Localidad Rural San Gerónimo .....</b>	<b>67</b>
<b>Afectación de vivienda por Desplome del talud .....</b>	<b>68</b>
Aplicación de encuesta sobre la percepción de riesgos.....	69
<b>X. RESULTADOS .....</b>	<b>71</b>

Resultados de la Vulnerabilidad Física .....	71
Resultados de la Vulnerabilidad Social.....	73
Resultados de la Vulnerabilidad Socioeconómica.....	75
Vulnerabilidad Global .....	77
Resultados de la encuesta de percepcion del riesgo .....	80
Experiencia y Conocimiento en el Tema.....	82
<b>XI. DISCUSIONES .....</b>	<b>85</b>
<b>XII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>86</b>
<b>XIII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>XIV. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>90</b>
ANEXOS.....	98

## Índice de Cuadros, Figuras y Gráficas

Cuadro No. 1 Tipo de Vegetación en el Municipio de Copainalá elaborado con insumos vectoriales de la Carta Uso de suelo y Vegetación, INEGI, Actualización 2012, Escala 1:250000, Serie V.....	49
Cuadro No. 2 Ponderación de Uso de Suelo y Vegetación .....	56
Cuadro No. 3 Ponderación de la Pendiente.....	56
Cuadro No. 4 Ponderación de Geología .....	56
Cuadro No. 5 Ponderación de Edafología .....	56
Cuadro No. 6 Ponderación de Densidad de Drenaje.....	56
Cuadro No. 7 Población y Número de Encuestas por Localidad, Elaborado con Datos del Censo de Población y Vivienda INEGI, 2020.....	63
Cuadro No. 8 Número de encuestas aplicadas por barrio, elaboración con insumos del Instituto Nacional Electoral (INE, 2017).....	70
Cuadro No. 9 Vulnerabilidad Física de las localidades rurales.....	71
Cuadro No. 10 Grado de Vulnerabilidad Social por localidad rural.....	73
Cuadro No. 11 Grado de Vulnerabilidad Socioeconómica por localidad rural.....	75
Cuadro No. 12 Grado de Vulnerabilidad Global por localidad rural.....	78

### Figuras

Figura No. 1 17 objetivos para transformar nuestro mundo (ONU, 2015).....	18
Figura No. 2 Esquema de Desprendimiento de Rocas (Highland y Bobrowsky, 2008).....	19
Figura No. 3 Vuelcos y Desplomes (Alcántara, 1999).....	20
Figura No. 4 Deslizamiento de Rotación (Highland y Bobrowsky, 2008).....	21
Figura No. 5 Esquema de una extensión lateral. Una capa de licuable está debajo de la capa superficial (Highland y Bobrowsky, 2008).....	22
Figura No. 6 Esquema de una corriente de escombros (Highland y Bobrowsky, 2008).....	22
Figura No. 7 Ubicación de la zona de estudio.....	36
Figura No. 8 Rocas Lutitas y Conglomerados, Copainalá 2021 .....	37
Figura No. 9 Mapa de Geología Municipio de Copainalá.....	39

Figura No. 10 Construcción de Viviendas en Zonas de Alta Pendiente (Copainalá, 2021, Coordenadas 477200.14 m E, 1889821.31 m N).....	40
Figura No. 11 Mapa de Pendiente Municipio de Copainalá.....	41
Figura No. 12 Relieve de la Zona Urbana de Copainalá, 2021 .....	42
Figura No. 13 Mapa Topográfico y Topoformas del Municipio de Copainalá.....	43
Figura No. 14 Mapa Hidrográfico del Municipio Copainalá .....	45
Figura No. 15 Mapa Edafológico de Copainalá.....	48
Figura No. 16 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación.....	52
Figura No. 17 Concentrado de variables para determinar la susceptibilidad a PG, en el programa de ArcMap, Elaboración Propia.....	55
Figura No. 18 Mapa de Susceptibilidad a Procesos Gravitacionales en el Municipio de Copainalá. ....	57
Figura No. 19 Caídos Tramo Carretero Copainalá- Chicoasén (Nuñez, 2020).....	65
Figura No. 20 Deslizamiento Rotacional comunidad Benito Juárez (17° 8'13.62"N, 93°14'26.47"O) 04/06/2020 Foto: Marcos Velasco.....	66
Figura No. 21 Vivienda Afectada (17° 8'13.62"N, 93°14'26.47"O); Foto: Propia 07/04/2022 .....	66
Figura No. 22 Afectación de vivienda por un deslizamiento (17°10'26.94"N, 93°15'36.32"O) Foto: Trabajo de Campo, 26 de junio de 2021.....	67
Figura No. 23 Vivienda construida sobre corte de talud, Barrio San Francisco Foto: Google Earth (2013).....	68
Figura No. 24 Daño de vivienda total, Barrio San Francisco, Foto: Trabajo de Campo (2022), Coordenadas geográficas (17° 5'37.08"N, 93°12'52.30"O). ....	68
Figura No. 25 Aplicación de encuestas en la localidad de Adolfo López Mateo; Foto: Trabajo de Campo (14/04/2022) .....	69
Figura No. 26 Diseño de encuesta digital para conocer la percepción del riesgo en la cabera municipal de Copainalá. ....	70
Figura No. 27 Nivel de Vulnerabilidad Física en el Municipio de Copainalá. ....	72
Figura No. 28 Grado de Vulnerabilidad Social en el Municipio de Copainalá.....	74
Figura No. 29 Grado de Vulnerabilidad Socio - Económica en el Municipio de Copainalá. ....	76
Figura No. 30 Grado de Vulnerabilidad Global.....	79

## Gráficas

Gráfica No. 1 Grado de Vulnerabilidad Física por manzanas de la cabecera municipal de Copainalá.....	71
Gráfica No. 2 Grado de Vulnerabilidad Social por manzanas de la cabecera municipal de Copainalá .....	73
Gráfica No. 3 Grado de Vulnerabilidad Socioeconómica por manzanas de la cabecera municipal de Copainalá .....	75
Gráfica No. 4 Vulnerabilidad Global de la cabecera municipal de Copainalá.....	78
Gráfica No. 5 Porcentaje de encuestados según su género en las localidades rurales.....	80
Gráfica No. 6 Porcentaje de encuestados según su género en la cabecera municipal. ....	80
Gráfica No. 7 Nivel de educación de los encuestados en las localidades rurales. ....	81
Gráfica No. 8 Nivel de educación de los encuestados en la cabecera municipal del municipio de Copainalá.....	81
Gráfica No. 9 ¿Considera usted que vive en una zona de riesgo?. Resultado de la cabecera Municipal.....	82
Gráfica No. 10 ¿Considera usted que vive en una zona de riesgo?. Resultado de las localidades rurales.....	83
Gráfica No. 11 ¿Considera que los desastres son naturales o son provocados por la sociedad?, Datos de la cabecera municipal .....	84
Gráfica No. 12 ¿Considera que los desastres son naturales o son provocados por la sociedad?. ....	84



## I. RESUMEN

En el municipio de Copainalá, uno de los problemas más recurrentes son los Procesos Gravitacionales (PG) afectando tanto a vías de comunicación, viviendas, lugares de cultivo. Es por ello, que en la presente investigación se determinó el grado de Susceptibilidad y Vulnerabilidad Global a PG de la cabecera municipal, así como de cuatro localidades en dicho municipio: Adolfo López Mateo, Agustín de Iturbide, Benito Juárez y San Gerónimo. Ello se logró a partir de la estimación de las Vulnerabilidad Física, Demográfica y Socioeconómica a PG, utilizando el método Heurístico, zonificando el grado de Vulnerabilidad Global, a partir de la metodología propuesta por Paz (2017), adaptada de la metodología de estratificación multivariable de Dalenius & Hodges.

La importancia del presente estudio radica en que proporciona información básica a las autoridades de las 4 localidades rurales y del municipio para poder tomar medidas de gestión del riesgo, así como una mejor planeación y ordenamiento de la cabecera y de sus localidades.

Es importante resaltar que en la zona urbana se identificó del total de 201 manzanas el 10 % (n=19 mza) con 633 viviendas y 1,769 habitantes corresponde a las zonas con Vulnerabilidad Alta en la zona con Vulnerabilidad Media con 56 % (n=113 mza) con 1,788 viviendas y 4,937 habitantes, mientras que en la zona con Vulnerabilidad Baja representa un 34% (n=69 mza) con 163 viviendas y 343 habitantes, en las localidades rurales el 80 % del total corresponde a Vulnerabilidad Alta: (La Nueva, Agustín de Iturbide, Adolfo López Mateos y San Gerónimo) y solo una localidad Benito Juárez corresponde a Vulnerabilidad Global, de la misma manera, la aplicación de encuestas como herramienta de captación de información directa de la población expuesta, proporciona datos relevantes que ilustran la percepción del riesgo ante PG.

**Palabras Clave:** *Vulnerabilidad Global, Sistema de Información Geográfica, Susceptibilidad, Método Heurístico.*

## II. INTRODUCCIÓN

Las condiciones geológicas, el relieve montañoso, la edafología, densidad de drenaje, el uso de suelo y vegetación, representan factores que condicionan la ocurrencia de PG que es un movimiento de suelo ladera abajo debido a la influencia de la gravedad (Alcántara, 2000), de manera frecuente y recurrente, una vez que los factores detonantes se manifiestan; estos son: actividad volcánica, lluvias intensas, sismos y actividad humana (M. Highland & Bobrowsky 2008).

El municipio de Copainalá se localiza en la parte central del estado de Chiapas y cuenta con una población de 22 192 habitantes, distribuidos en 114 localidades, ocupa una superficie de 346.45 km<sup>2</sup> (INEGI, 2020).

Históricamente, esta zona ha sido afectada por PG de diversa magnitud, resultando daños en vías de comunicación (Nuñez, 2020). Debido al tipo de construcción y condiciones de vida de los habitantes de la cabecera municipal y de las localidades rurales del municipio de Copainalá son más vulnerables a los PG, afectando las condiciones de vida de las personas, por ello realizar estudios ante esta amenaza ayuda a tener un escenario más certero de la zona de estudio, indicando a las autoridades correspondientes las zonas que requieren atención prioritaria.

Al ser escasos los estudios sobre este peligro geológico, y nulos los enfocados a estimar las vulnerabilidades: Física, Social, Socioeconómica y Global, esta investigación propone evaluar la Vulnerabilidad Global ante PG de la cabecera municipal y de cuatro localidades rurales que fueron consideradas en el Censo de viviendas afectadas por fuertes lluvias de noviembre de 2020 en los comunicados 092, 095 y 101 de la Secretaría de Bienestar (2020). Para las variables ambientales se utilizará la cartografía temática escala 1:250 000 correspondiente a cada tema, y para la vulnerabilidad, se tomarán los datos del censo de población (INEGI, 2020) cuyo nivel de análisis es una manzana urbana y a nivel localidad en las cuatro comunidades rurales. La

cartografía digital urbana en diferentes escalas permitirá obtener resultados a nivel manzana. Como herramientas de trabajo se emplearán Sistema de Información Geográfica (SIG) con el programa de ArcMap 10.5, receptor GPS/GNSS, cámara fotográfica y encuestas principalmente.

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los PG son un fenómeno que equilibran las laderas (de montañas de diferente magnitud) y taludes (en infraestructura) de manera natural, y que pueden ser activados por lluvias intensas, sismo u obra civil mal diseñada (además de actividad volcánica). Debido a que generalmente no son identificados ni estudiados, pueden cobrar vidas debido a la generalizada carencia de planificación de los asentamientos humanos (Ruiz, 2006).

Paz et al. (2019) han registrado diversos eventos destructivos asociados a PG en Chiapas; los autores mencionan que éstos son manifestaciones de un acelerado y desordenado crecimiento del área urbana de las ciudades, tal es el caso de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (Paz *et al.*, 2017), en donde se han documentado más de 80 eventos en años anteriores a 2005 y de manera sistemática a partir del 2006 a 2019 (además de los registrados en las cercanías como Suchiapa 2014 y Chiapa de Corzo 2016, Cañón del Sumidero 2017-2022) Motozintla de Mendoza en (2010-2019), sin olvidar Juan del Grijalva (2007-2019). Algunos registros en zonas rurales ilustran que sus efectos llegan a manifestarse a escala nacional e internacional; tal es el caso de evento registrado en Juan del Grijalva, cuyo volumen de material desplazado se estimó en 48 millones de m<sup>3</sup> (Ostuacán, 2007) obstruyendo el curso del río Grijalva durante poco más de un mes. Otros registros de PG y sus efectos en Chiapas se tienen en Reforma y Planada (Amatán, 2010), Nueva Colombia y San Nicolás (ambos en Montecristo de Guerrero, 2010) (Paz et al., 2011; Paz, 2012). Cabe mencionar que como consecuencia del sismo de Mw 8.2 del 7 de

septiembre de 2017, Paz et al. (2017) reportaron al menos 30 PG en las cercanías a Tuxtla Gutiérrez, incluyendo 8 en las paredes del Cañón del Sumidero.

El municipio de Copainalá en el centro de Chiapas, no dispone de suficientes estudios que permitan la integración de políticas de gestión de riesgos ni sistemas de alerta temprana ante este y otros fenómenos perturbadores, por lo tanto, diariamente las personas se exponen a este tipo de peligro clasificado como geológico (CENAPRED, 2006). En temporadas de lluvias, la cabecera municipal, y las localidades de Adolfo López Mateo, Agustín de Iturbide, Benito Juárez y San Gerónimo están expuestas a PG, afectando sus actividades socioeconómicas y a el entorno ambiental; en el año 2007, viviendas y terrenos para cultivo de la localidad Adolfo López Mateo sufrieron daños por PG, dando lugar a que la gente fuera desplazada a un albergue (Godínez, 2007).

#### **IV. JUSTIFICACIÓN**

Conocer las condiciones del entorno y monitoreo de los peligros a los que la población se expone ayuda a prevenir los desastres (Estrada, 2009), en muchas ocasiones la población es vulnerable a los eventos perturbadores por no tener conocimiento de ello; esto es porque las personas no crean un hábitat seguro para vivir, ya sea por la necesidad extrema, o por ignorancia (Maskrey, 1993).

La representación cartográfica de estos fenómenos permite conocer el comportamiento y evolución puntual de las zonas que son más susceptibles y vulnerables a la ocurrencia de PG, lo cual es muy importante y necesario para que autoridades puedan desarrollar planes de ordenamiento territorial y medidas de mitigación que reduzcan el riesgo (CENAPRED, 2006).

Por lo tanto, esta investigación pretende, por primera vez estimar el grado de Vulnerabilidad Física y Socioeconómica de la cabecera municipal y de las localidades Adolfo López Mateo, Agustín de Iturbide, San Gerónimo que se encuentran a 22 km de la cabecera municipal y Benito Juárez a 15 Km, las cuales históricamente han sido afectadas por PG. Ello contribuirá a generar información que permita la identificación de zonas que necesitan mayor atención, apoyando a la gestión integral del riesgo por parte de las autoridades.

## V. MARCO TEÓRICO

### Desarrollo Sustentable

Tener un desarrollo sustentable es tener estabilidad en la Ecología, Economía y Social, todo esto para garantizar que la humanidad atienda las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de atender también las suyas (Pierri, 2005).

### Objetivos del Desarrollo Sustentable

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se establecen 17 objetivos del desarrollo sustentable (ONU, 2021) (Figura No 1):

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.



11. Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
12. Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.
13. Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
14. Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, mares y recursos marinos para lograr el desarrollo sostenible.
15. 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.
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.

Estos ejemplos ilustran cómo los objetivos de la Agenda 2030 se relacionan con la investigación en cuestión; específicamente con los objetivos 1, 11 y 15, que se detallan líneas abajo. Es esencial integrar estos objetivos en políticas y acciones a nivel local para abordar de manera integral y sostenible los desafíos ambientales, sociales y económicos.

**Objetivo de Desarrollo Sostenible 1:** Fin de la pobreza: La gestión de riesgos y la promoción de la sustentabilidad pueden ayudar a disminuir la vulnerabilidad de las comunidades empobrecidas ante desastres naturales y otros riesgos.

**Objetivo de Desarrollo Sostenible 11:** Ciudades y comunidades sostenibles: La planificación urbana sustentable y la gestión de riesgos pueden reducir la vulnerabilidad de las ciudades frente a desastres naturales, fomentando así comunidades más seguras y resilientes.

**Objetivo de Desarrollo Sostenible 15:** Vida de ecosistemas terrestres: La gestión de riesgos naturales, como incendios forestales o deforestación, y la promoción de la conservación de ecosistemas pueden colaborar en la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.



Figura No. 1 17 objetivos para transformar nuestro mundo (ONU, 2015)

## Procesos Gravitacionales

Los PG son fenómenos naturales que ocurren debido a las fuerzas de la gravedad (Alcántara , 2000), en el cual intervienen factores internos y externos (Alcocer *et al.*, 2008), los factores internos están relacionados con las características de los materiales térreos en cuanto a composición, textura, grado de intemperismo, características físico-químicas y los factores externos son aquellas modificaciones de la geometría de una, las cargas y descargas, el efecto de los sismos o vibraciones por explosiones y maquinaria pesada, precipitaciones (Alcocer *et al.*, 2008).

## **Clasificación de Procesos Gravitacionales**

Peligros geológicos como los PG están presentes en cualquier lugar del mundo, depende de la disposición de estudios y su aplicación para que no se convierta en un desastre. Tener una mejor comprensión de ellos ayuda a atenderlos, de ahí la importancia de su clasificación de tal modo que (Alcántara, 1999) los agrupa fundamentándose a partir del mecanismo del movimiento: Caídos o Desprendimientos, Vuelcos o Desplomes, Deslizamientos, Expansiones laterales o Desplazamientos laterales, Flujos y Movimientos complejos.

Los PG se determinan, tanto en su origen como en su desarrollo y por diferentes mecanismos, el cual sirve para hacer una clasificación de los tipos de PG que existen (CENAPRED, 2008).

### **Clasificación de los PG por (Highland y Bobrowsky, 2008) y (CENAPRED, 2008).**

#### **Caídos o Desprendimientos**

Según (CENAPRED, 2008) una caída o derrumbes comienza con un desprendimiento de suelo o roca, o ambos, en una pendiente pronunciada a lo largo de una superficie sobre la que se ha producido poco o nada de desplazamiento de rotura, el material posteriormente desciende principalmente por la caída, rebotando o rodando la velocidad del ruedo depende de la inclinación de la inclinación de la pendiente y puede ser rápida o muy rápida (Figura No. 2).

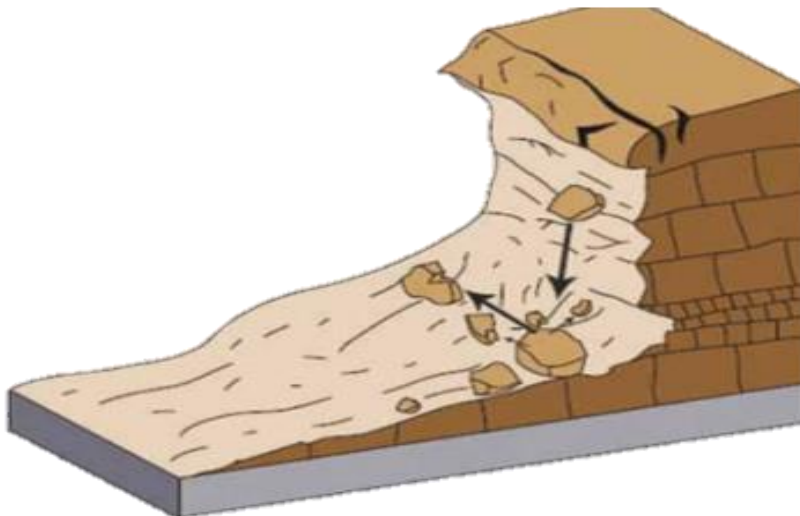


Figura No. 2 Esquema de Desprendimiento de Rocas (Highland y Bobrowsky, 2008)

## **Vuelcos o Desplomes**

Un vuelco o desplome (Figura No 3) consiste en la rotación de una masa de suelo, detritos o roca en torno a un eje o soporte determinado por su centro de gravedad. Su movimiento es hacia adelante o hacia la parte externa. Frecuentemente ocurren en una o más superficies, en materiales que poseen un sistema de discontinuidades preferencial como diaclasas, grietas de tensión o superficies columnares. Se clasifican en vuelcos o desplome de rocas, de derrubios o detritos y de suelos (Alcántara, 1999).

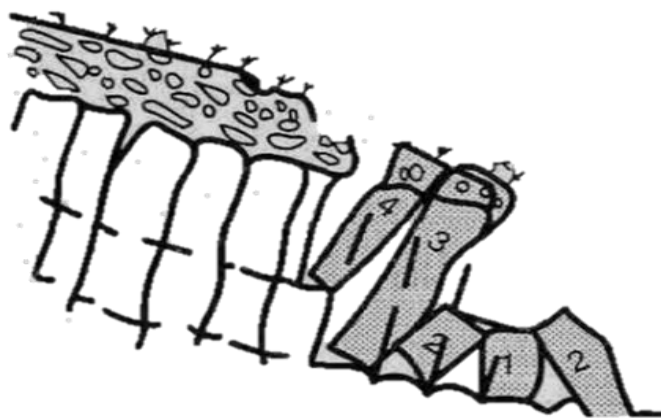


Figura No. 3 Vuelcos y Desplomes (Alcántara, 1999)

## **Deslizamientos**

Un deslizamiento (Figura No 4) es un movimiento pendiente abajo de una masa de tierra o roca que se produce en superficies de rotura o en zonas relativamente delgadas de intensa deformación de corte. Inicialmente, los movimientos no se producen simultáneamente en el conjunto de lo que finalmente se convierte en la superficie de rotura; el volumen del material desplazado aumenta desde una zona de falla local (Highland y Bobrowsky, 2008).

### **Deslizamientos Rotacionales**

Se caracterizan en que su superficie principal de falla resulta cóncava, es decir, hacia arriba en forma de cuchara, definiendo un movimiento rotacional de la masa inestable de suelos y/o

fragmentos de rocas (Figura No 4). A menudo estos deslizamientos rotacionales ocurren en suelos arcillosos blandos, aunque también se presentan en formaciones de rocas blandas (CENAPRED, 2008).

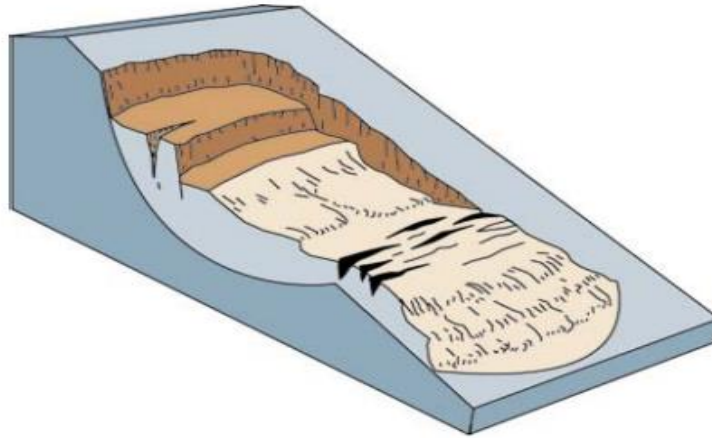


Figura No. 4 Deslizamiento de Rotación (Highland y Bobrowsky, 2008)

### **Deslizamientos de traslación**

Los deslizamientos de traslación, la masa de suelos y/o fragmentos de rocas se desplaza hacia fuera y hacia abajo, a lo largo de una superficie principal un poco plana, con muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Usualmente determinan deslizamientos someros en suelos granulares, o bien, están definidos por superficies de debilidad en formaciones rocosas, tales como planos de estratificación, juntas y zonas de cambio de estado de meteorización en las rocas (CENAPRED, 2008).

### **Expansiones laterales o Desplazamientos laterales**

Las expansiones laterales son movimientos de masas térreas que ocurren en pendientes no tan pronunciadas que dan como resultado desplazamientos casi horizontales (Figura No 5). Con frecuencia son causados por licuefacción, fenómeno en el que los materiales sueltos y saturados, predominantemente arenosos y limosos, adquieren el comportamiento de un fluido como consecuencia de las vibraciones causadas por un sismo (CENAPRED, 2008).

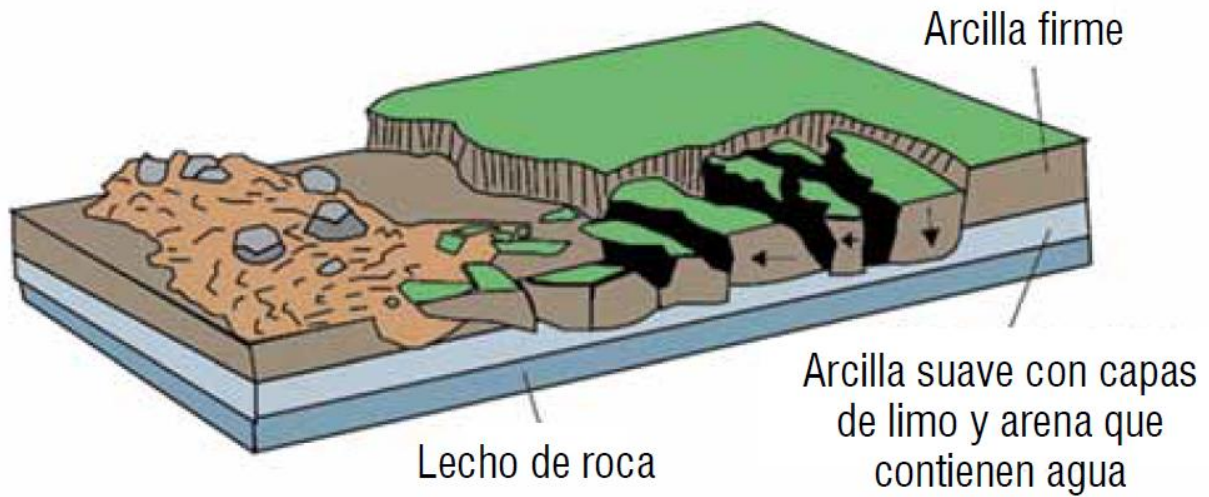


Figura No. 5 Esquema de una extensión lateral. Una capa de licuable está debajo de la capa superficial (Highland y Bobrowsky, 2008)

### Flujos

Los flujos (Figura No 6) se caracterizan por movimientos espacialmente continuos, en los que las superficies de rotura son muy próximas, de poca duración y, por consiguiente, difíciles de observar. El movimiento de los flujos es muy parecido al de un fluido viscoso, razón por la que la distribución de velocidades no es homogénea y origina la formación de lóbulos a partir del predominio del movimiento intergranular (Alcántara, 1999). Los flujos envuelven todos los tipos de materiales disponibles y se clasifican con base en su contenido, por tanto, se dividen en flujos de lodo, flujos o avalancha de detritos y lahares (CENAPRED, 2008).

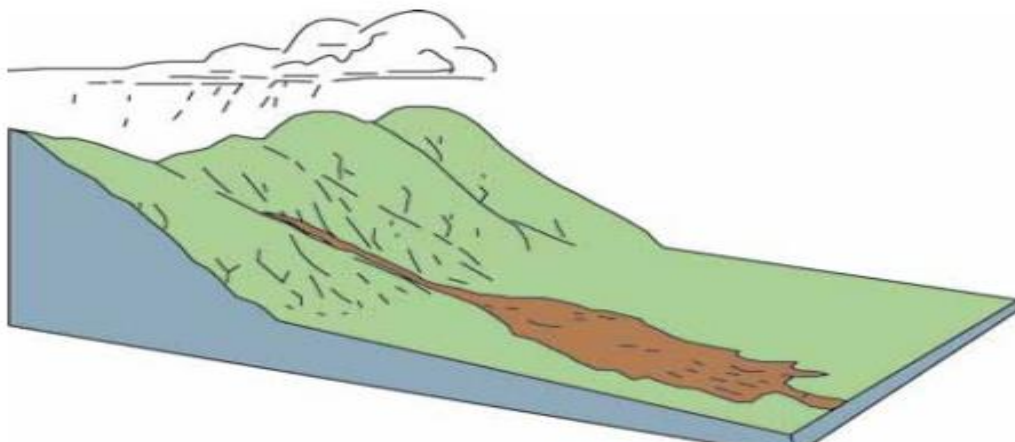


Figura No. 6 Esquema de una corriente de escombros (Highland y Bobrowsky, 2008)



## **Movimientos Complejos**

Según Alcántara (1999) estos tipos de movimientos sucede cuando el tipo de movimiento original se va transformando en otro al ir desplazándose ladera abajo, entre los más importantes o frecuentes cabe destacar las avalanchas de rocas y los flujos deslizantes. Las avalanchas de rocas consisten en la movilización a gran distancia de grandes masas de rocas y detritos, las cuales viajan a gran velocidad. Los flujos deslizantes son resultado del colapso repentino y de gran extensión de una masa de material granular o de detritos que viajan a velocidades rápidas o extremadamente rápidas, como resultado de un efecto perturbador.

## **Susceptibilidad**

Navarro (2012) señala que la susceptibilidad del suelo a los movimientos de ladera PG se define como la propensión del entorno físico y de los elementos inherentes de las masas de terreno y superficie, como la geología, pendiente, geomorfología, usos del suelo, clima y edafología, a la ocurrencia de deslizamientos.

## **Amenaza**

De acuerdo con Wilches (1989), la amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un evento o resultado no deseable, con cierta intensidad en un cierto sitio y en un cierto periodo de tiempo. Está constituida por los factores de riesgos externos, que puedan ser modificables, pero más a menudo no lo son: proximidad de un volcán, proximidad de un río caudaloso, o zonas que experimentan movimientos sísmicos frecuentes y de gran intensidad.

## **Exposición**

La exposición se refiere a las construcciones materiales y a la distribución de la población, puesta de manifiesto en las precarias edificaciones, carencia de servicios, construcción

en áreas inestables, que en conjunto constituyen la combinación de elementos materiales, infraestructura y población potencialmente afectadas ante un evento adverso (Reyes *et al.*, 2017).

### **Resiliencia**

La resiliencia es lo contrario de la vulnerabilidad, una comunidad resiliente tiene la capacidad de enfrentar y superarse por sí mismas después de que ocurre un fenómeno natural por medio de estrategias y medidas para la gestión y reducción del riesgo (Twigg, 2007).

### **Vulnerabilidad**

Reyes et al. (2017) define a la vulnerabilidad como la situación en la que se encuentra la población, características o atributos existentes en la misma, que le permiten o le imposibilitan enfrentar un imprevisto fenómeno natural.

Casi siempre la vulnerabilidad se asocia con la pobreza y la falta de educación que posee un individuo o un grupo de personas y está condicionada a los factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de un individuo o comunidad a los impactos de los peligros (UNDRR, 2009).

Así, el concepto de vulnerabilidad es amplio, y puede referirse a las condiciones que se encuentra un individuo como su salud, edad, sexo, autoestima, nivel cultural o de información que tiene o las condiciones del lugar en el que se encuentra, por lo que para estudiarla esta se tiene que dividir en diferentes clases para que sea más fácil de manejar la información teniendo una mejor comprensión de ésta.

Los factores que componen la vulnerabilidad son la exposición, susceptibilidad y resiliencia, expresando su relación en la siguiente fórmula (CIIFEN, 2020).

$$V = \frac{E \times S}{R}$$

**En donde:**

**V = Vulnerabilidad**

**E = Exposición**

**S = Susceptibilidad**

**R = Resiliencia**

### **Tipos de Vulnerabilidad**

#### **Vulnerabilidad Global**

La Vulnerabilidad Global de un determinado grupo de personas es el resultado de la integración de los diferentes tipos de factores y está conformada por distintas vulnerabilidades (Foschiatti, 2009), mismas que se describen a continuación:

#### **Vulnerabilidad Natural**

Todo ser vivo, por el hecho de serlo, posee una vulnerabilidad intrínseca determinada por los límites ambientales dentro de los cuales es posible la vida, y por las exigencias externas de su propio organismo. Por otra parte (Pérez, 2005) dice que la vulnerabilidad natural se trata de aquellas que resultan de causas relativamente naturales como las enfermedades o padecimientos mentales, o bien aquellas que derivan de ser un niño o un anciano, y que estamos necesariamente determinados a sufrirlas en algún momento de nuestras vidas, o también en el mismo caso se encuentran las personas con discapacidad.

#### **Vulnerabilidad Física**

Se refiere especialmente a la localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de estructuras físicas, un ejemplo de esto es la localización de una comunidad en cercanía de fallas geológicas activas y en la ausencia de estructuras sísmo-resistentes en las edificaciones (Wilches, 1989).

### **Vulnerabilidad Económica**

A nivel local e individual, la vulnerabilidad económica se expresa en desempleo, insuficiencia de ingresos, inestabilidad laboral, dificultad o imposibilidad total de acceso a los servicios formales de educación, de recreación y de salud, mientras que a nivel país, la vulnerabilidad económica se expresa en una excesiva dependencia de nuestra economía de factores externos prácticamente incontrolables por nosotros como son los precios de compras de las materias primas, y los precios de ventas de combustible (Wilches, 1989).

### **Vulnerabilidad Social**

Se refiere a aquellas vulnerabilidades que son construidas a partir de estereotipos o roles o prácticas socioculturales (Pérez, 2005) establecidas en una determinada comunidad en cuanto a la vulnerabilidad cultural es la formación moral ya sea de convicciones de convicciones religiosas o de valores culturales que son específicos de un determinado grupo en la sociedad (Feito, 2007).

### **Vulnerabilidad de Ideología y Cultural**

Para Gestión del Riesgo de Desastres, (2017) la vulnerabilidad ideología está referida a la percepción que tiene un individuo o grupo de personas sobre sí mismo, como sociedad o colectividad, el cual determina sus reacciones ante la ocurrencia de un peligro y su reacción será influenciada según su nivel de conocimiento, creencia, costumbre, actitud, temor, mitos.

La vulnerabilidad cultural tiene como base la formación moral, ya sea que se trate de convicciones morales propiamente dichas, de convicciones religiosas o bien de valores culturales que son específicos de un grupo minoritario en una sociedad (Pérez, 2005).

### **Vulnerabilidad Política**

La vulnerabilidad política es el nivel de decisión política que pueden tener las instituciones públicas existentes en una comunidad, esta va ligada al fortalecimiento y la

capacidad institucional para cumplir de forma eficiente con sus diferentes funciones hablando de la gestión de riesgos y desastres (Gestión del Riesgo de Desastres, 2017).

### **Vulnerabilidad Ecológica**

La vulnerabilidad ecológica está relacionada con el deterioro del medio ambiente en cuanto a la calidad del aire, agua y suelo, explotación de los recursos naturales, exposición de contaminantes tóxicos; mientras que la vulnerabilidad técnica se vincula con el acceso de información y el uso de técnicas para ofrecer mayor seguridad a una población y va muy relacionado con el nivel de conocimiento científico y tecnológico (Wilches, 1989).

### **Riesgo**

Se entiende por riesgo cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea vulnerable a ese fenómeno (Maskrey, 1993).

La fórmula que define el riesgo está expresada así (CIIFEN, 2020):

Donde:

R = Riesgo

$$R=A \times V$$

A = Amenaza

V = Vulnerabilidad

### **Desastre**

Para que ocurra un desastre tiene que estar presente la vulnerabilidad y el riesgo, (Maskrey, 1993) define que desastre es un evento o suceso que ocurre en la mayoría de los casos de forma repentina o inesperado, causando sobre los elementos sometidos alteraciones intensas representadas en la pérdida de vida y salud de la población, la destrucción o pérdida de los bienes de una colectividad o daños severos sobre el medio ambiente; o una seria interrupción en el

funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales (UNISDR, 2009).

Un desastre es el producto de la convergencia, en un momento y lugar determinados, de dos factores, el riesgo y la vulnerabilidad; se expresa por la siguiente formula (Maskrey, 1993):

$$D = R \times V$$

Donde:

D = Desastre      R = Riesgo      V = Vulnerabilidad

### **Gestión del Riesgo**

“La Gestión del Riesgo de Desastre, definida en forma genérica, se refiere a un proceso social cuyo fin último es la previsión, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la sociedad, en consonancia con, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial, sostenibles” (Narváez *et al.*, 2009, P.30).

### **Percepción del Riesgo**

Según (García, 2012) la percepción del riesgo se explica desde un punto de vista tomando como base los sentimientos de la persona de diferentes cuestiones como contextos, otras personas, objetos, y que procesa de forma inmediata organizándose un juicio o valor en el cual intervienen factores como: Perceptivos, De historia personal (experiencias), cantidad y calidad de la información, Creencias y actitudes, Estereotipos Motivación, este juicio o valor condicionará su comportamiento.

## VI. ANTECEDENTES

En este capítulo se hace referencia a investigaciones recientes sobre Susceptibilidad y Vulnerabilidad a PG:

### **Internacional**

Ávila et al. (2016) elaboraron una guía metodológica en Bogotá, Colombia para realizar estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por PG; en dicho estudio, los autores deducen que para el cálculo y zonificación de la vulnerabilidad se necesita conocer la intensidad del evento y la fragilidad del elemento expuesto.

De acuerdo a Hernández *et al.*, (2016) en un estudio de análisis de amenaza y de Vulnerabilidad Física a PG de la microcuenca Cay de la cuenca del río Combeima, en el municipio de Ibagué, Colombia, para el registro de la amenaza utilizaron factores condicionantes como la Geología, Pendiente, Fallas Geológicas, Uso de Suelo y Vegetación, y detonantes, como la Precipitación y la Acción Antrópica; mientras que para medir la Vulnerabilidad Física, registraron factores como la estructuras existentes en la zonas residencial e institucional, la vía vehicular, puentes, bocatomas de acueductos, redes eléctricas, redes de agua potable, cultivos y quebrada Cay, los eventos de movimientos de ladera se registraron en pendientes altas asociados con la precipitación y la acción antrópica.

Fernández, (2017) realizó una propuesta metodológica para cálculo la Vulnerabilidad Global construido a partir de datos levantados por el Instituto Nacional de Estadística basado en un análisis multivariable a partir de la determinación de la Vulnerabilidad Física, Social, Económica, Educativa y Técnica logrando categorizar y zonificar la vulnerabilidad a través de cartografía, como resultado se aplicó la metodología en el estado de Sucre, Venezuela.

Guillard *et al.* (2018) realizaron una investigación sobre la vulnerabilidad combinado (Física y Social) del municipio de Loures (Portugal) que se evaluó a través de la consulta de expertos en el tema, con conocimiento de la zona de estudio y con información de la Base Geográfica para Referencia de Información (BGRI) y datos del Censo de Población y Vivienda 2011, para cruzar las dos vulnerabilidades se utilizó un enfoque matricial, dando como resultado que 0.9 % de la población reside en la zona del municipio donde 75 % de la zona podría ocurrir un deslizamiento, y 0.8 % de los edificios del municipio que representan un valor EUR 146, 170, 000 se encuentran en zonas peligrosas.

### **Nacional**

Navarro, (2015) Realizó un estudio de Vulnerabilidad Social en el sur del estado de México a nivel localidad: San Francisco Oxtotilpan, Mesón Viejo, Santa María del Monte, Villa Guerrero y San Pedro Buenos Aires, utilizando la metodología propuesta por Mustafa *et al.*, 2008 a través de índice de capacidades y vulnerabilidad, donde calcula la vulnerabilidad de materiales, institucional y de actitud donde como resultado identificó que las localidades de mayor vulnerabilidad son San Francisco Oxtotilpan y San Pedro Buenos Aires esto se debe a la falta de organización entre los habitantes y el tipo de economía.

Castillo *et al.*, (2018) realizaron un análisis de vulnerabilidad por PG en la Zona Nor-Oriente del complejo geomorfológico sierra Morelos utilizando la metodología de multicriterio y Sistema de Información Geográfica, teniendo como resultado que el 16 % de la población se encuentra en Vulnerabilidad Media y Alta, mientras que el 3% de la población se consideran con grado de Vulnerabilidad Alta y Muy Alta



## **Estatal**

Se desarrolló una investigación de Laderas Inestables y la Construcción Social del Riesgo en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Paz, 2012), donde realiza Cartografía de amenaza por PG utilizando el método Heurístico complementado con trabajo de campo, como resultado obtuvo que el 15.3 % de la zona se encuentra en amenaza Alta y el 13.3 % Muy Alta.

Atlas de Riesgo elaborado por el H. Ayuntamiento Municipal de Tuxtla Gutiérrez (2012), calculó el grado de Vulnerabilidad Global a través de 3 tipos de vulnerabilidad: Física con 3 indicadores, Demográfica (Social) con 3 indicadores, Socioeconómica con 6 indicadores, los indicadores son referidos a la estructura, densidad y condición socioeconómica de la población y las características físicas de las viviendas del área de estudio.

Otros de los estudios estatales determinaron el riesgo a deslizamiento de laderas en la Subcuenca de Tuxtla Gutiérrez, en el cual se realizó la zonificación de peligro, vulnerabilidad y riesgo a PG. Tomaron como base el método de CENAPRED modificado por INAFAP a través de la opinión de los expertos, obtuvieron como resultado que el 70 % de la subcuenca tiene Alto a Muy Alto riesgo de sufrir deslizamientos (INAFAP, 2016).

Una de las investigaciones relevantes a nivel local es la realizada por Paz (2017) donde realiza Cartografía de Vulnerabilidad Física, Demográfica y Socioeconómica para obtener la Vulnerabilidad Global, utilizando la metodología del Atlas de Riesgos del Municipio de Tuxtla Gutiérrez (H. Ayuntamiento Municipal, 2012), a partir de 12 indicadores, donde los datos se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) como resultado obtuvo que el 14 % de los habitantes de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez se encuentran expuestos a los PG.

Rodríguez (2018) llevó a cabo el cálculo de la Vulnerabilidad Global y Riesgo de Motozintla de Mendoza del estado de Chiapas, sumando la Vulnerabilidad Estructural, Socio-

económica, Organización-institucional y la Desfavorable percepción de riesgo utilizando el método de interpolación inversa Ponderada como resultado obtuvo que el 60% de la población se encuentra en un Alto nivel de vulnerabilidad y el 30% un nivel Medio.

### **Local**

Paz et al. (2016) realizaron la caracterización de los PG en el tramo carretero Copainalá-Chicoasén, identificando el tipo de geología del que están constituidos los taludes donde se encuentran lutitas-areniscas del periodo Paleoceno que subyacen a algunos bloques de caliza y conglomerados, y puntualiza que el corte del talud favorece la caída de material intemperizado y flujos de detritos en temporadas de lluvias.

Núñez (2020) realizó un mapa de susceptibilidad a PG utilizando el método heurístico identificando las variables de los factores condicionantes del área de estudio de un tramo carretero de 17.4 km entre Chicoasén-Copainalá, identificando 43 puntos a PG que se encuentran en un grado de susceptibilidad de Alta a Muy Alta.

## **VII. OBJETIVOS**

### **General**

- Estimar el grado de Susceptibilidad y Vulnerabilidad Global a procesos gravitacionales de la cabecera del Municipio de Copainalá, Chiapas, y cuatro de sus localidades.

### **Específicos**

- Elaborar un mapa de antecedentes a procesos gravitacionales en el área de estudio, identificando las zonas que presentan mayor ocurrencia a PG.
- Determinar las Amenazas, Vulnerabilidad Física, Vulnerabilidad Social y Vulnerabilidad Socioeconómica.
- Determinar la Vulnerabilidad Global y la Susceptibilidad del área de estudio a PG.
- Conocer la percepción del riesgo de los habitantes de la Zona.

## **Hipótesis**

Debido a las condiciones ambientales del territorio como son el tipo de Geología, Suelo, Vegetación, Pendiente del terreno e Hidrología, una proporción considerable de la población de la cabecera municipal de Copainalá de y de 4 localidades estudiadas, presentan niveles de Vulnerabilidad Alta y Muy Alta a los PG, por lo que es importante conocer su percepción del riesgo ante estos peligros geológicos

## VII. MEDIO FÍSICO Y NATURAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

### Descripción del Área de Estudio

La zona de estudio se localiza en el municipio de Copainalá, entre los paralelos de 17° 00' y 17° 14' de latitud Norte; los meridianos 93° 08' y 93° 23' de longitud Oeste; con una altitud de entre 100 y 1,800 m. El municipio colinda al norte con los municipios de Tecpatán, Francisco León, Ocoatepec y Coapilla, al este con los municipios de Coapilla y Chicoasén, al sur con los municipios de Chicoasén, San Fernando y Berriozábal; al oeste con los municipios de Berriozábal y Tecpatán. (INEGI, 2010).

La extensión territorial del municipio es de 346 km<sup>2</sup> (Marco Geoestadístico, 2020). El municipio pertenece a la región socioeconómica III Mezcalapa con una superficie regional de 13.04 % (CEIEG, 2010); cuenta con una población de 22 192 habitantes, distribuidos en 114 localidades (INEGI, 2020).

Las celebraciones más importantes son el carnaval en febrero y la fiesta de San Vicente en mayo (INAFED, S. F). Entre los platillos típicos del municipio está el pucztatzte, carne de res con jugo de limón, la tzatá, frijol con guineo verde molido, el zispola, gallina preparada con chile blanco y hojas de repollo.

Se encuentran atractivos turísticos como el río de Zacalapa (INAFED, S.F), sí como la ruina San Miguel Arcángel del Siglo XVI-Siglo XVII de estilo colonial con categoría conventual de gran importancia artística (SIC MÉXICO, 2019).

El área de estudio abarca la cabecera municipal de Copainalá que cuenta con 7,125 habitantes y 2,629 viviendas, así como cuatro localidades: Adolfo López Mateo que cuenta con 224 habitantes y 68 viviendas, Agustín de Iturbide con 495 habitantes y 161 viviendas, Benito Juárez con 1,120 habitantes y 326 viviendas y San Gerónimo con 159 habitantes y 50 viviendas (INEGI, 2020), las cuales se encuentran entre 15 y 22 km de la cabecera (Figura No 7)

# UBICACIÓN DE COPAINALÁ, CHIAPAS, MÉXICO.

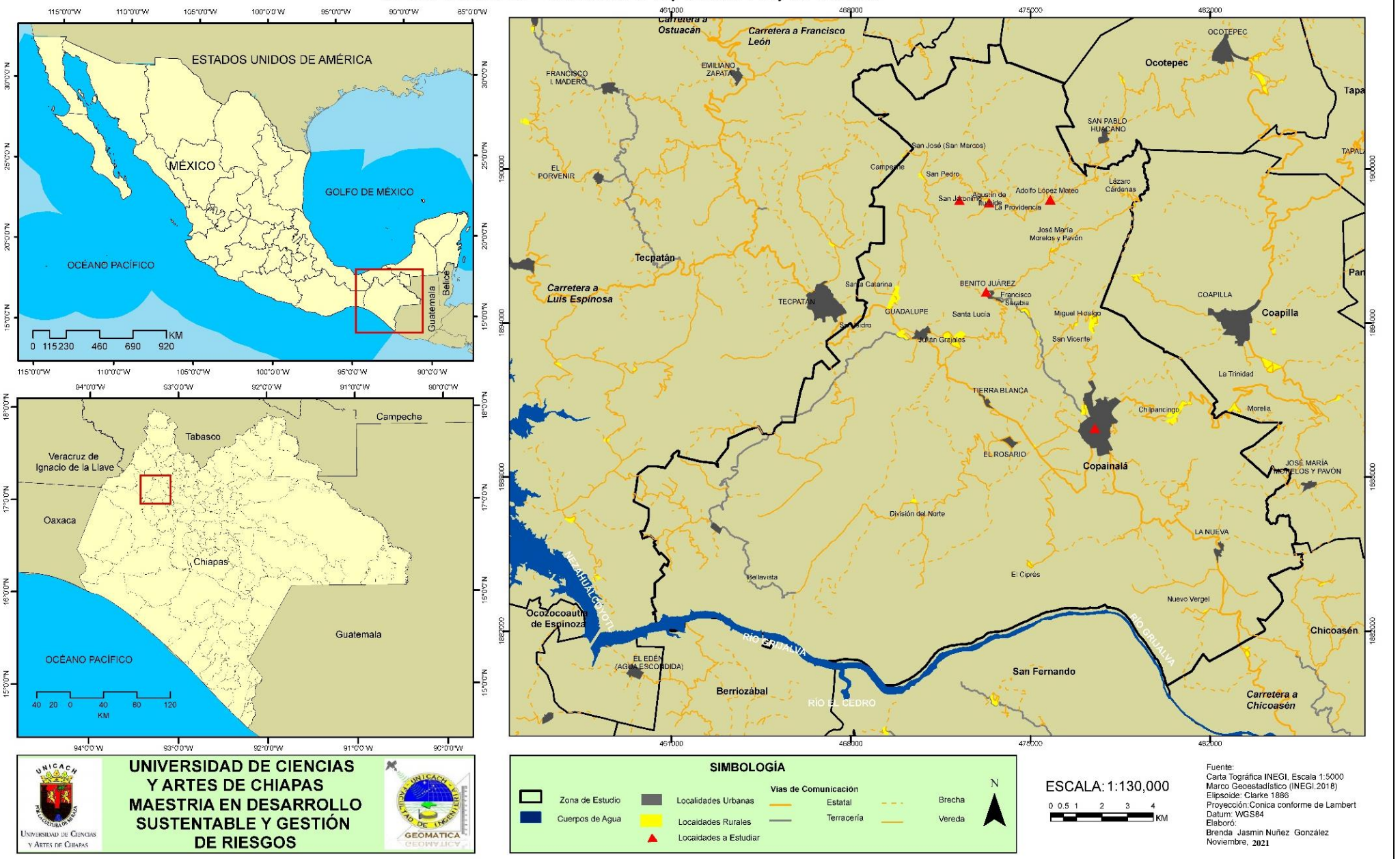


Figura No. 7 Ubicación de la zona de estudio



## Geología

En el Sur del municipio de Copainalá predominan rocas sedimentarias de tipo caliza de la Era Mesozoica del Cretácico Superior y rocas de lutita-arenisca de la Era Cenozoica del Paleógeno, así como en las cuatro localidades Adolfo López Mateo, Agustín de Iturbide, Benito Juárez y San Gerónimo se encuentran en el norte del municipio donde predominan rocas sedimentarias de tipo caliza de la Era Cenozoico del Oligoceno (Figura No 8).

La cabecera municipal de Copainalá se encuentra en el centro del municipio y se caracteriza por que predominan rocas lutitas-arenisca y bloques de caliza (Figura No 8) de la Era Cenozoica del Eoceno, además, durante los recorridos de campo en el tramo carretero de Copainalá a Chicoasén se identificaron rocas de tipo conglomerado (Núñez, 2020)



Figura No. 8 Rocas Lutitas y Conglomerados, Copainalá 2021

Es importante mencionar que se identificaron 4 fallas tectónicas y 12 fracturas en el municipio de Copainalá, las cuales indican un nivel moderado de actividad sísmica. Una de las fallas atraviesa el municipio de norte a sur con una extensión de más de 26 km, mientras que paralelamente a esta se encuentra otra falla de 18 km de longitud. Las fracturas se localizan principalmente en áreas montañosas y aunque son numerosas, su extensión es limitada (H. Ayuntamiento del Municipio de Copainalá, 2019). Las localidades de Adolfo López Mateo, Agustín de Iturbide y San Gerónimo en la parte inferior formando una parábola se encuentran una fractura (Figura No 9).



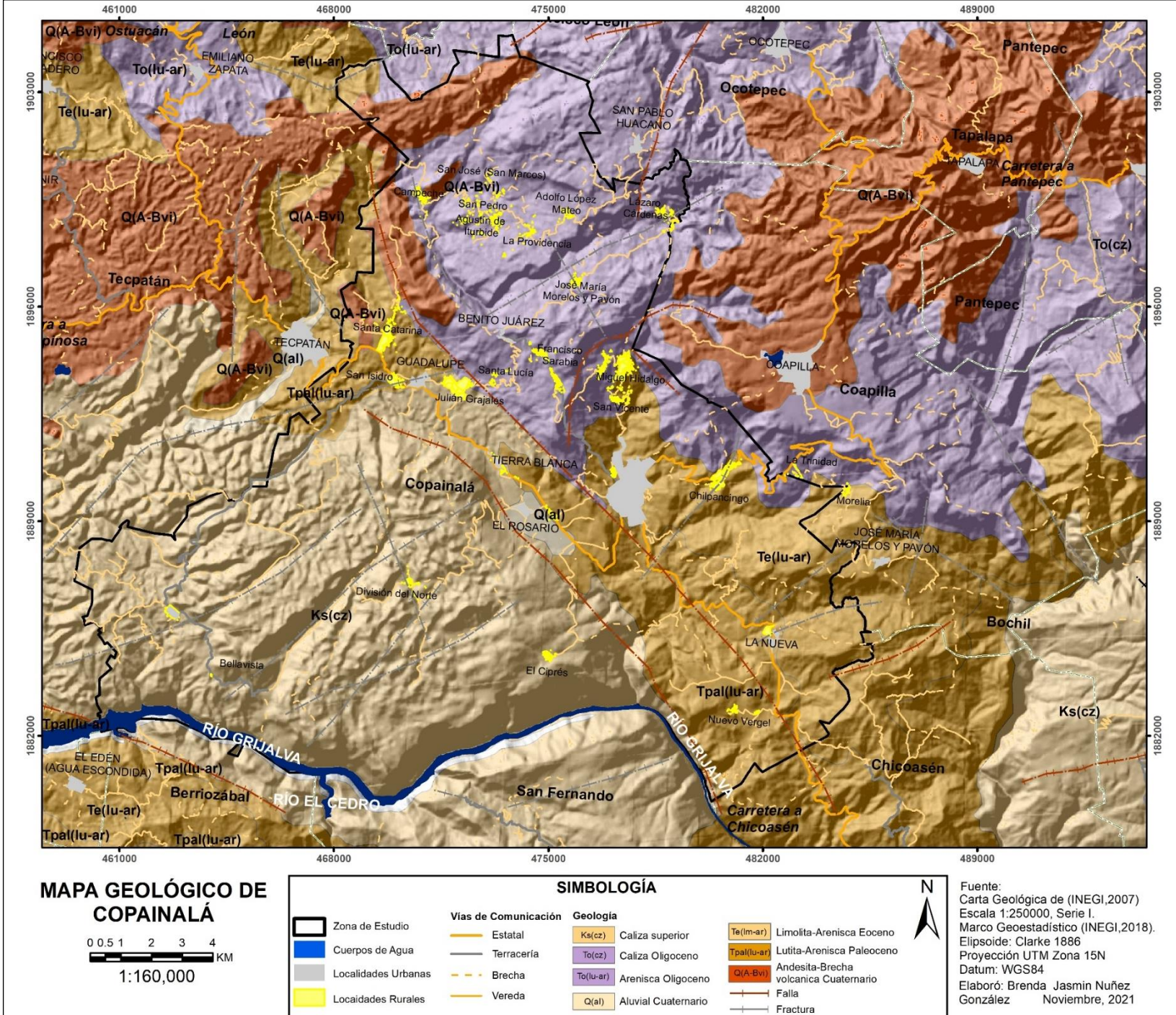


Figura No. 9 Mapa de Geología Municipio de Copainalá



## Pendiente

Uno de los factores condicionantes que provocan la ocurrencia de los PG es la pendiente que tiene una ladera. La construcción de viviendas en pendientes inestables puede causar daños parciales o destrucción total cuando los PG desestabilizan o destruyen los cimientos (Highland y Bobrowsky, 2008).

En el lado sur del municipio de Copainala colinda con el rio Grijalva el cual tiene una pendiente mayor a  $45^\circ$ , del lado Sur-Este predomina la pendiente de  $26^\circ$  a  $35^\circ$ , mientras que en la zona de estudio que es la cabecera municipal de Copainalá y las cuatro localidades se encuentran con una pendiente entre  $0^\circ$  a  $15^\circ$  y  $15^\circ$  a  $25^\circ$  (Figura No 11); si a esto le sumamos que, muchas veces en la construcción de viviendas y calles se hacen cortes provocando una mayor inestabilidad en las laderas (Figura No 10).



Figura No. 10 Construcción de Viviendas en Zonas de Alta Pendiente (Copainalá, 2021, Coordenadas 477200.14 m E, 1889821.31 m N)



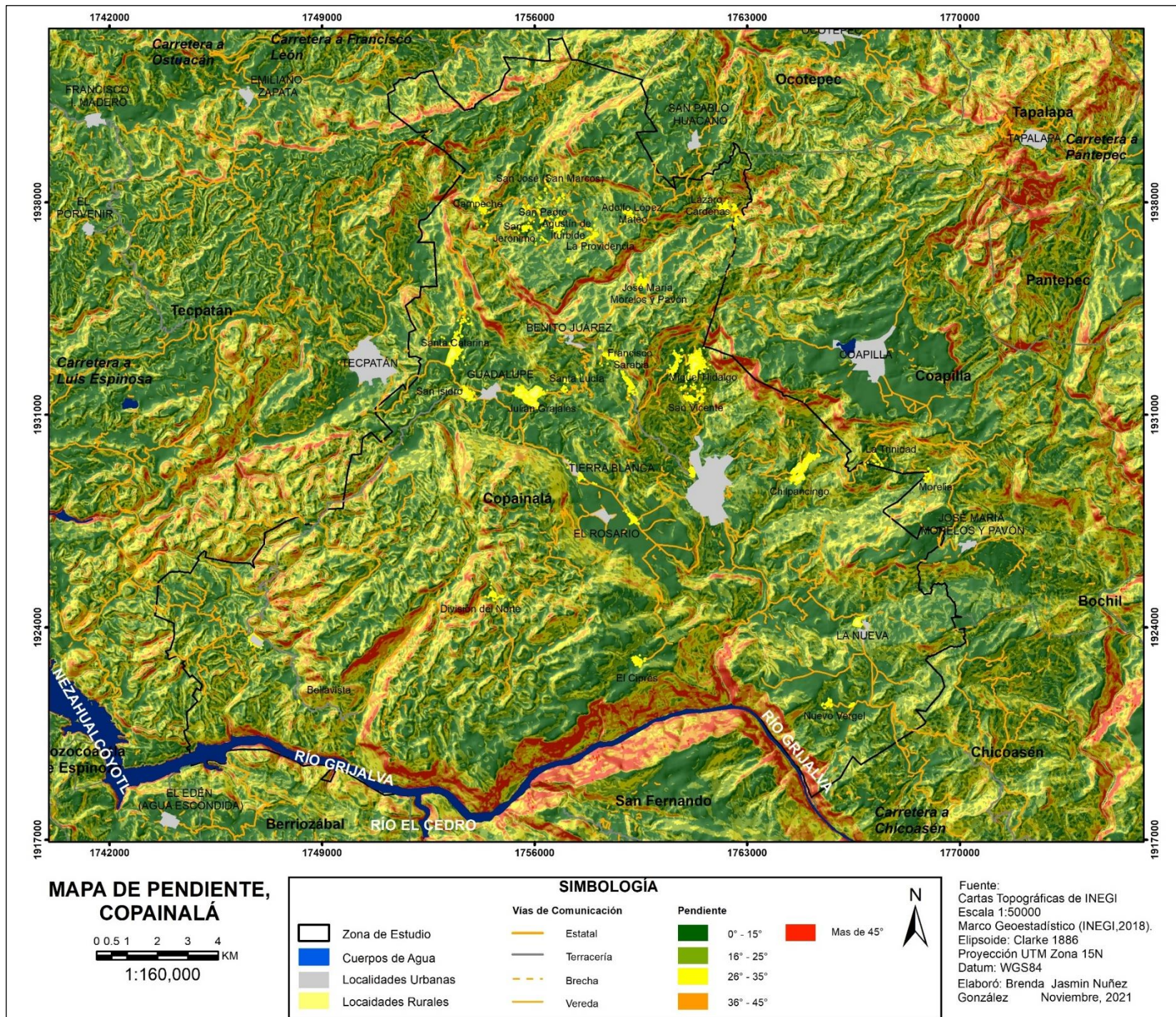


Figura No. 11 Mapa de Pendiente Municipio de Copainalá



## Topografía y Topoformas

El municipio de Copainalá tiene una altitud de 500 a 2,400 msnm, la cabecera municipal se encuentra en una altitud de 500 a 600 msnm, las cuatro localidades que pertenecen a la zona de estudio se encuentran a una altitud de entre 600 a 1,500 msnm, debido a esta variación de alturas el municipio de Copainalá presenta un relieve muy accidentado (Figura No 12).

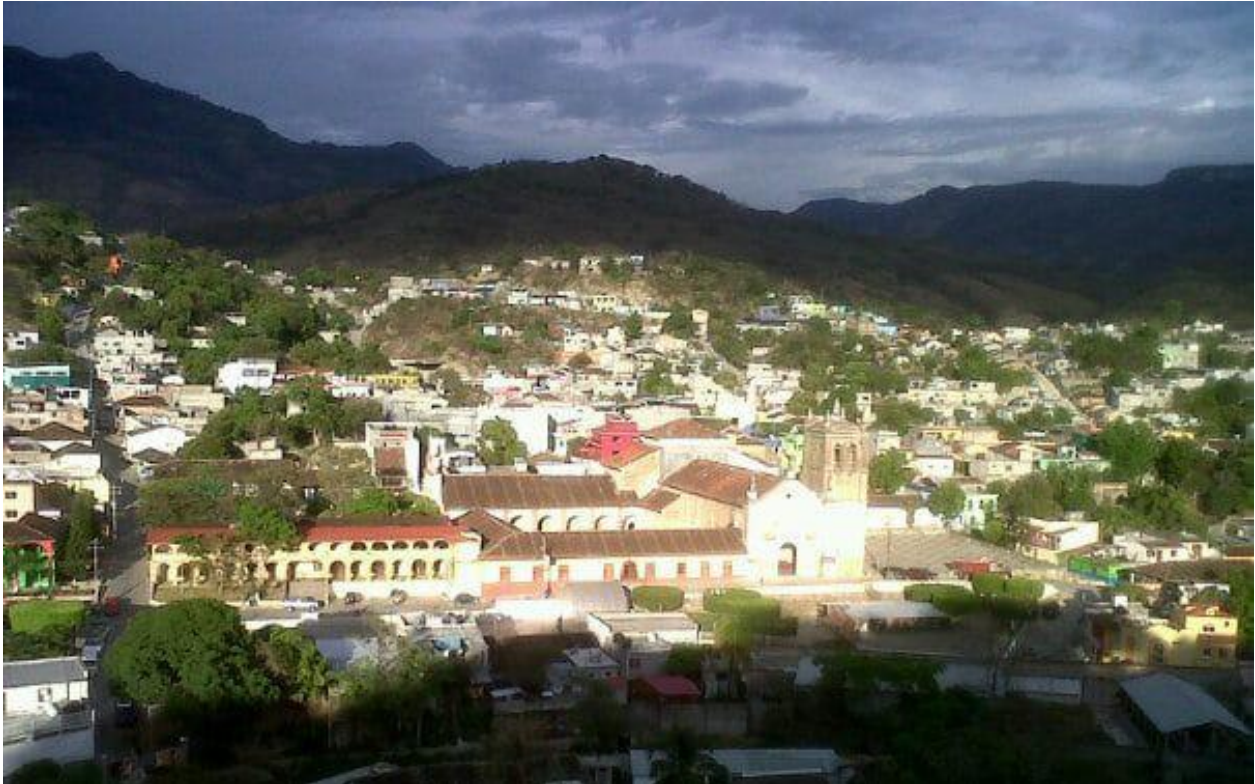


Figura No. 12 Relieve de la Zona Urbana de Copainalá, 2021

Las características de las topoformas en la zona Sur-Oeste del municipio consisten en un sistema de sierra alta de ladera tendidas y del lado Norte-Este está conformada por sierra alta escarpada compleja, en el lado Sur del municipio se encuentra el cañón típico formado por río Grijalva (Figura No 13).



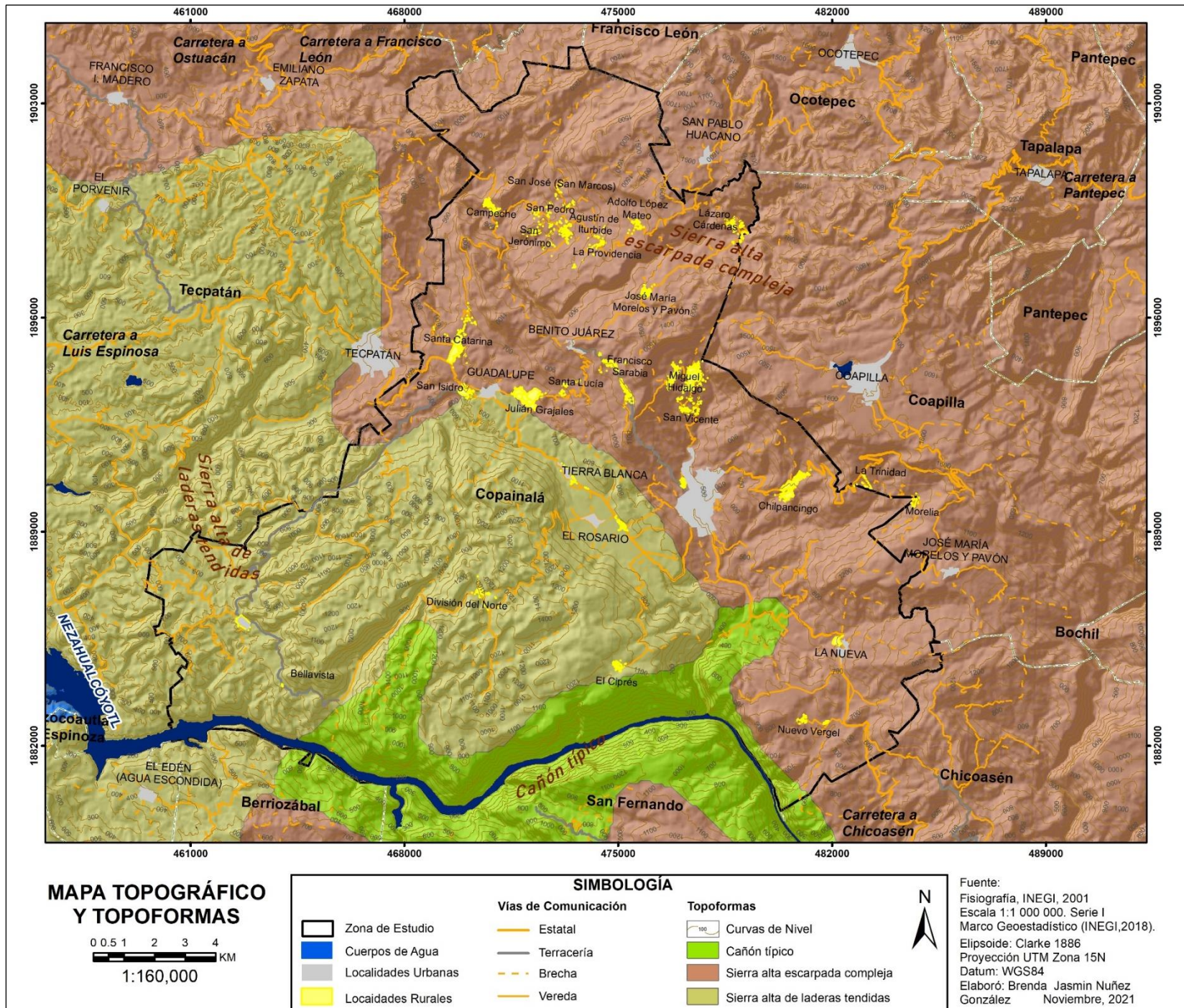


Figura No. 13 Mapa Topográfico y Topoformas del Municipio de Copainalá

## **Hidrografía**

La hidrografía pertenece en su mayoría a la subcuenca del Rio Alto Grijalva del lado Sur – Este del municipio y la subcuenca de la Presa de Netzahualcóyotl al Norte - Oeste. El municipio cuenta con ríos Perennes y escurrimientos intermitentes uno de los ríos principales es el rio Grijalva de orden 6 (Figura No 14)

El rio Zacalapa, de orden 3, es otros de los ríos más importantes debido a que abastece de agua a toda la población de la cabecera municipal, este desciende de la localidad de Miguel Hidalgo y atraviesa la cabecera municipal de Copainalá, desembocando en el rio Grijalva que se encuentra de lado sur del municipio.

El río que se encuentra en el área de estudio y recorre las cuatro localidades, es el río Opac de orden 4 en la parte baja y Orden 3 en la parte alta, perteneciente a la subcuenca de la Presa Netzahualcóyotl. Este río abastece de agua a gran parte de las localidades de la zona, al ser la agricultura una actividad común. La zona se caracteriza por importantes escorrentías intermitentes que son esenciales para los cultivos.



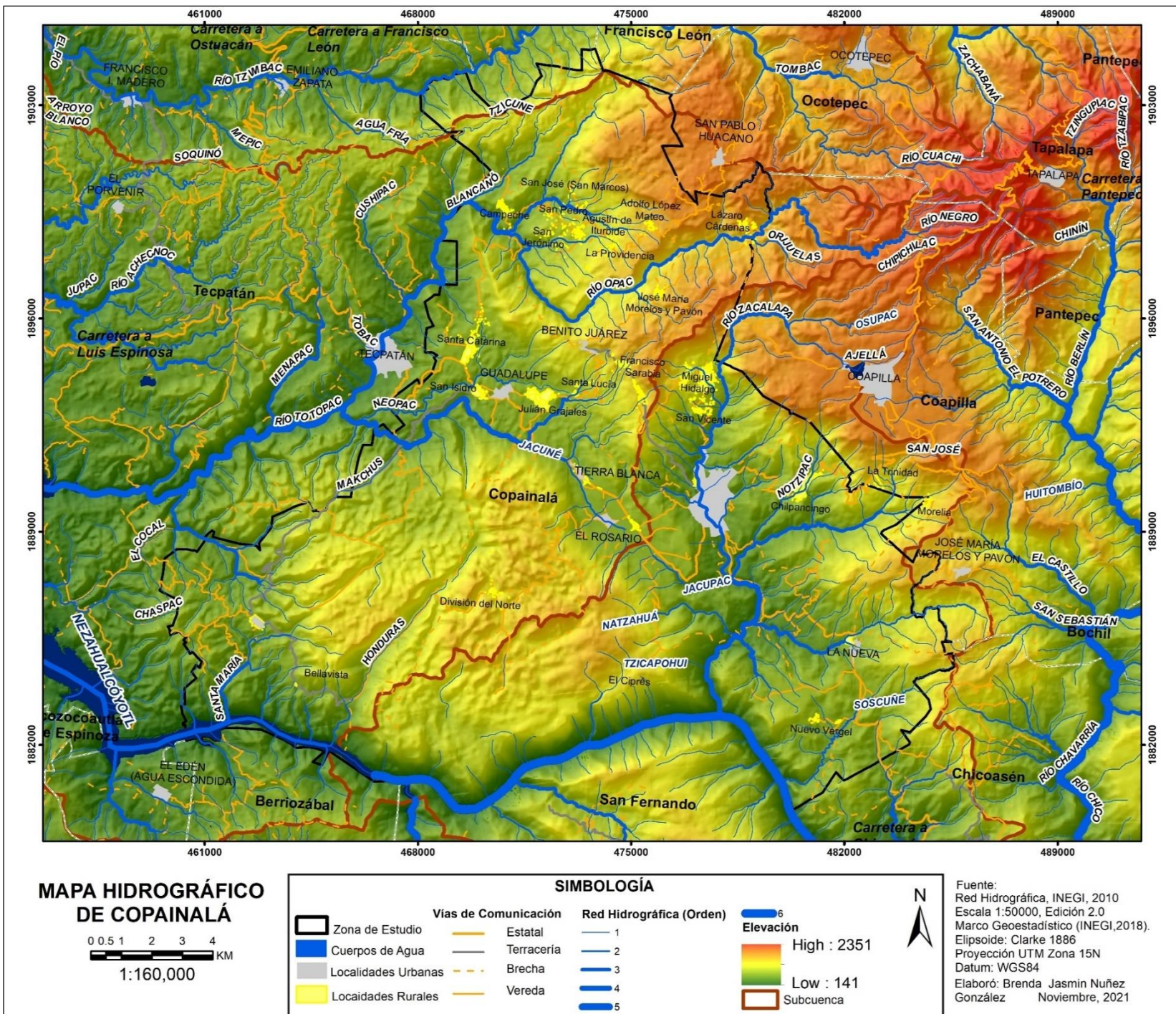


Figura No. 14 Mapa Hidrográfico del Municipio Copainalá

## **Edafología**

En el municipio de Copainalá predominan tres tipos de suelos en el grupo 1: el Leptosol (LP), Luvisol (LV) Y Phaeozem (PH), mientras que en el grupo 2 se identifican: Regosol (RG) Phaeozem (PH), Acrisol (AC), Leptosol (LP), Luvisol (LV) (Figura No 15).

Los Leptosoles se caracterizan por ser suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreos por lo que su uso agrícola es muy reducido si no se emplean las técnicas adecuadas, aunque tienen una superficie fértil por su materia orgánica debido a ser muy delgado o retiene humedad, estos tipos de suelos se encuentran en climas secos, templados y húmedos, en especial en lugares montañosos y en planicies calizas superficial (SEMARNAT, 2002).

Los Luvisoles se encuentran sobre una gran variedad de materiales no consolidados como las terrazas aluviales o en los aluviales, coluviales y eólicos, este tipo de suelo se caracteriza por su alto contenido de arcilla que se expanden con la humedad y en tiempo de estiaje se contrae, se pueden encontrar en lechos lacustres, riberas de los ríos o en sitios de inundaciones periódicas, este tipo de suelo es muy fértil por su uso agrícola, suelen ser de colores negro o gris oscuro en la zona centro y oriente del país y café rojizo en torno al norte de México (SEMARNAT, 2002).

El Phaeozem suele formarse en material no consolidado en una vegetación natural de pastos altos y bosques, se caracteriza por ser suelos de color oscuro y ricos en materia orgánica lo que hace que sea muy utilizado para la agricultura de temporal, estos tipos de suelos se encuentran en climas templados y húmedos (SEMARNAT, 2002).

### **Regosol (RG)**

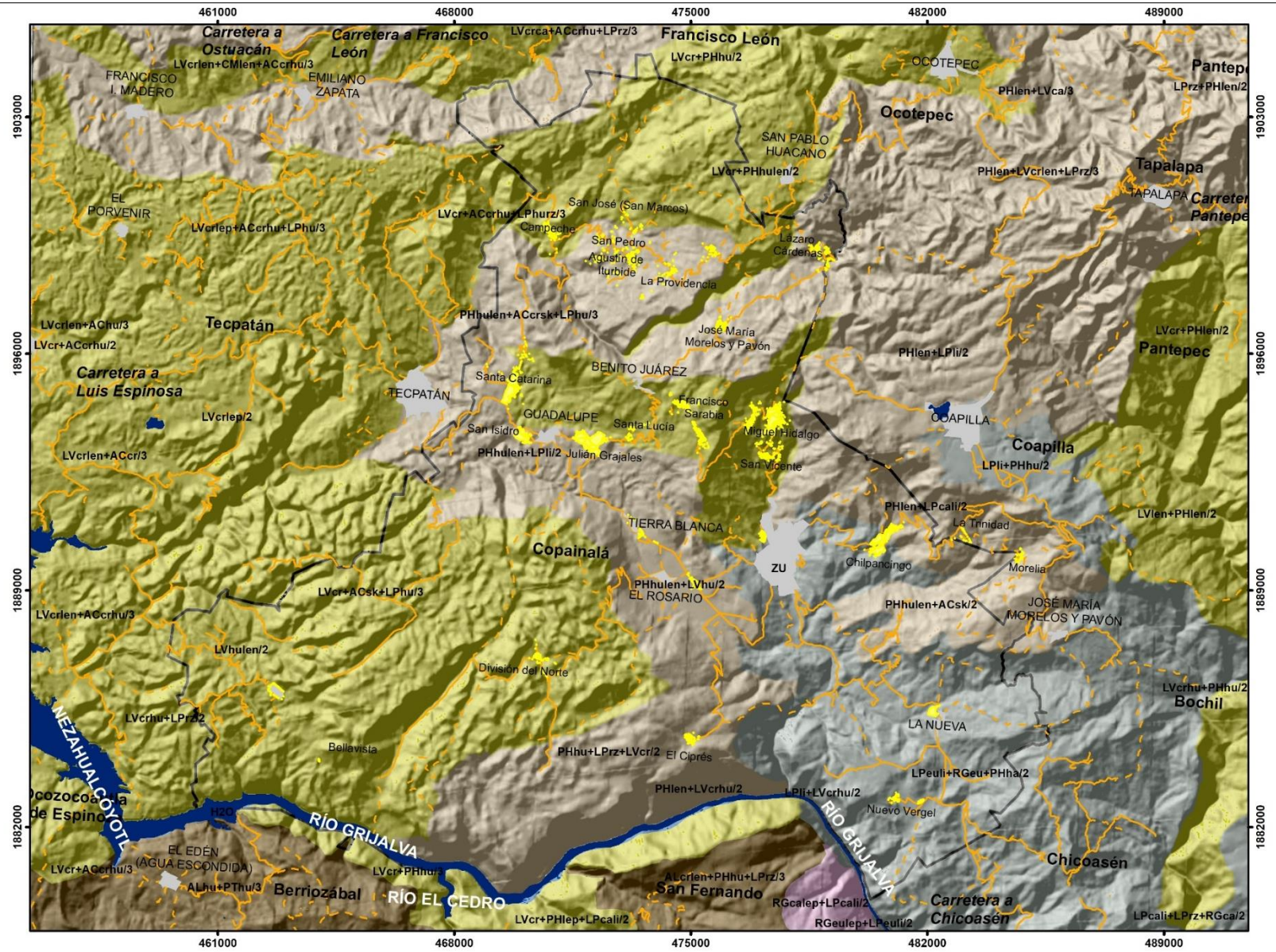
Derivado del griego rhegos, que significa manta. Estos suelos presentan propiedades físicas o químicas que no son suficientes para clasificarlos en otro grupo. Son pedregosos,



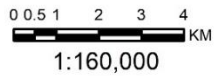
generalmente de color claro, y a menudo se asemejan a la roca de la cual se originan, especialmente cuando son poco profundos. Se encuentran comúnmente en regiones montañosas o áridas de México, donde suelen estar asociados con Leptosoles, (INEGI. 2014).

#### Acrisol (AC)

Proveniente del latín *acris*, que significa muy ácido. Son suelos con arcillas de baja actividad que en general no son fértiles para la agricultura, siendo altamente susceptibles a la erosión causada por la deforestación. Los Acrisoles son comunes en zonas de elevada pluviosidad, como las sierras del sur de Chiapas, los bosques mesófilos y selvas altas de Oaxaca, así como en las cumbres de la sierra de Nayarit. Se caracterizan por sus tonalidades rojizas o amarillas claras con manchas rojas, y por ser altamente ácidos, con un pH generalmente inferior a 5.5, lo que limita la disponibilidad de nutrientes para la mayoría de los cultivos tradicionales. Sin embargo, son aptos para el cultivo de cacao, café y piña, por lo que su uso más adecuado suele ser forestal (INEGI. 2014).



**MAPA EDAFOLÓGICO DE COPAINALÁ**



SIMBOLOGÍA			
Vías de Comunicación		Tipo de Suelo	
	Zona de Estudio		ALISOL (AL)
	Cuerpos de Agua		LEPTOSOL (LP)
	Localidades Urbanas		LUVISOL (LV)
	Localidades Rurales		REGOSOL (RG)
	Estatal		CUERPOS DE AGUA
	Terracería		PHAEZEM (PH)
	Brecha		
	Vereda		

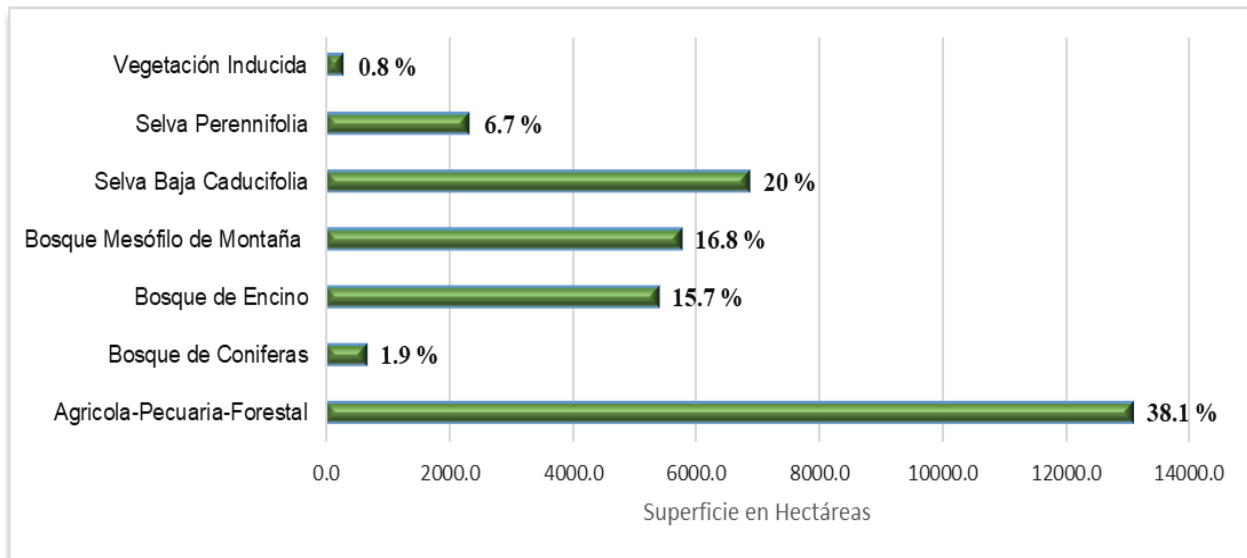
Fuente:  
Carta Edafológica, INEGI,  
Actualización 2005,  
Escala 1:250000, Serie II.  
Marco Geoestadístico (INEGI,2018).  
Elipsoide: Clarke 1886  
Proyección UTM Zona 15N  
Datum: WGS84  
Elaboró: Brenda Jasmin Nuñez  
González Noviembre. 2021

Figura No. 15 Mapa Edafológico de Copainalá.

## Uso de Suelo y Vegetación

El municipio cuenta con una gran variedad de flora y de Fauna esto se debe al tipo de vegetación que existe como Selva Alta Perennifolia, Selva Baja Caducifolia, Bosque Mesófilo de Montaña y Bosque de Encino (Figura No 16), pero que también se ha visto afectada por la ganadería y la agricultura teniendo 38.1 % para uso de esta, en el municipio se caracteriza por tener en su mayor proporción Selva Baja Caducifolia, Bosque Mesófilo de Montaña y Bosque de Encino (Cuadro No 1)

Cuadro No. 1 Tipo de Vegetación en el Municipio de Copainalá elaborado con insumos vectoriales de la Carta Uso de suelo y Vegetación, INEGI, Actualización 2012, Escala 1:250000, Serie V.



## Fauna

La fauna del municipio es muy diversa y cuenta con una gran variedad de especies, un estudio realizado por fuente en la región destaca los siguientes mamíferos: mono araña (*Ateles geoffroyi*), Coyote (*Canis latrans*), Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), Armadillo (*Dasyus novemcinctus*), Guaqueque (*Dasyprocta mexicana*), Tepezcuintle (*Cuniculus paca*) Tlacuache (*Didelphis sp.*), Puerco espín (*Sphiggurus*

*mexicanus*), Tigrillo (P) (*Leopardus wiedii*), Jaguar (P) (*Panthera onca*), Gato de monte (Lynx Rufus), Conejo (*Sylvilagus floridanus*), Zorrillo (*Mephitis macroura*), Oso hormiguero (P) (*Tamandua mexicana*), Mapache (*Procyon lotor*), Mico de noche (Pr) (*Potos flavus*), Tejón (*Nasua narica*), Ardilla (*Sciurus sp*), Tapir (P) (*Tapirus bairdii*), Pecarí de collar (*Pecari tajacu*) víbora de cascabel (*Crotalus aquilus*) (CONABIO, 2013).

### **Selva Baja Caducifolia**

Un tipo de vegetación predominante en las zonas bajas del municipio es la selva baja caducifolia el cual se caracteriza que la mayoría de las especies que la componen pierdan sus hojas durante la época seca, es decir entre 5 y 8 meses del año con una altura menor de los 15 m. Presenta un sólo estrato, y prospera desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1900 m, la temperatura media anual oscila entre los 20 y 29°C y la precipitación varía entre los 300 y los 1800 mm, se encuentran árboles y arbustos como la ceiba (*Ceiba pentandra*), robles (*Tabebuia rosea*), amates (*Ficus involuta*), palo jiote (*Bursera simaruba*), yaite (*Gliricidia sepium*) y caulote (*Guazuma Ulmifolia*) (CONABIO, 2013).

### **Selva Alta Perennifolia**

La selva perennifolia se caracteriza por tener árboles que por lo regular no sobrepasan los 30 metros de altura, cuenta con una gran variedad de especies como el cajpoquí (*Bumelia persimilis*), zapoyolillo (*Prunus salasii*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Totopostes (*Licania arborea*), Hormiguillo o Palo de Marimba (*Platymiscium dimorphandrum*), llora sangre (*Pterocarpus hayessii*), guayabillos (*Ginoria nudiflora* y *psidium sartorianum*), jabilla (*Hura polyandra*), así como especies de epifitas (Gobierno del Estado de Chiapas, 1993).

## **Bosque Mesófilo de Montaña**

El municipio de Copainalá de lado Sur-Oeste cuenta con el tipo de vegetación perteneciente al Bosque Mesófilo de Montaña en riesgo de desaparecer tanto en el estado de Chiapas y en el país debido la agricultura y ganadería, en este tipo de vegetación se encuentran especies como dragoncitos (*Abronia*), escamosos (*Mesaspis*, *Sceloporus*); y de serpientes como culebras caracoleras (*Sibon*), nauyacas arborícolas (*Bothriechis*), nauyacas de frío (*Cerrophidion*), así como iguana rayada (*Ctenosaura similis*) como de la iguana verde (*Iguana iguana*) (CONABIO, 2013).



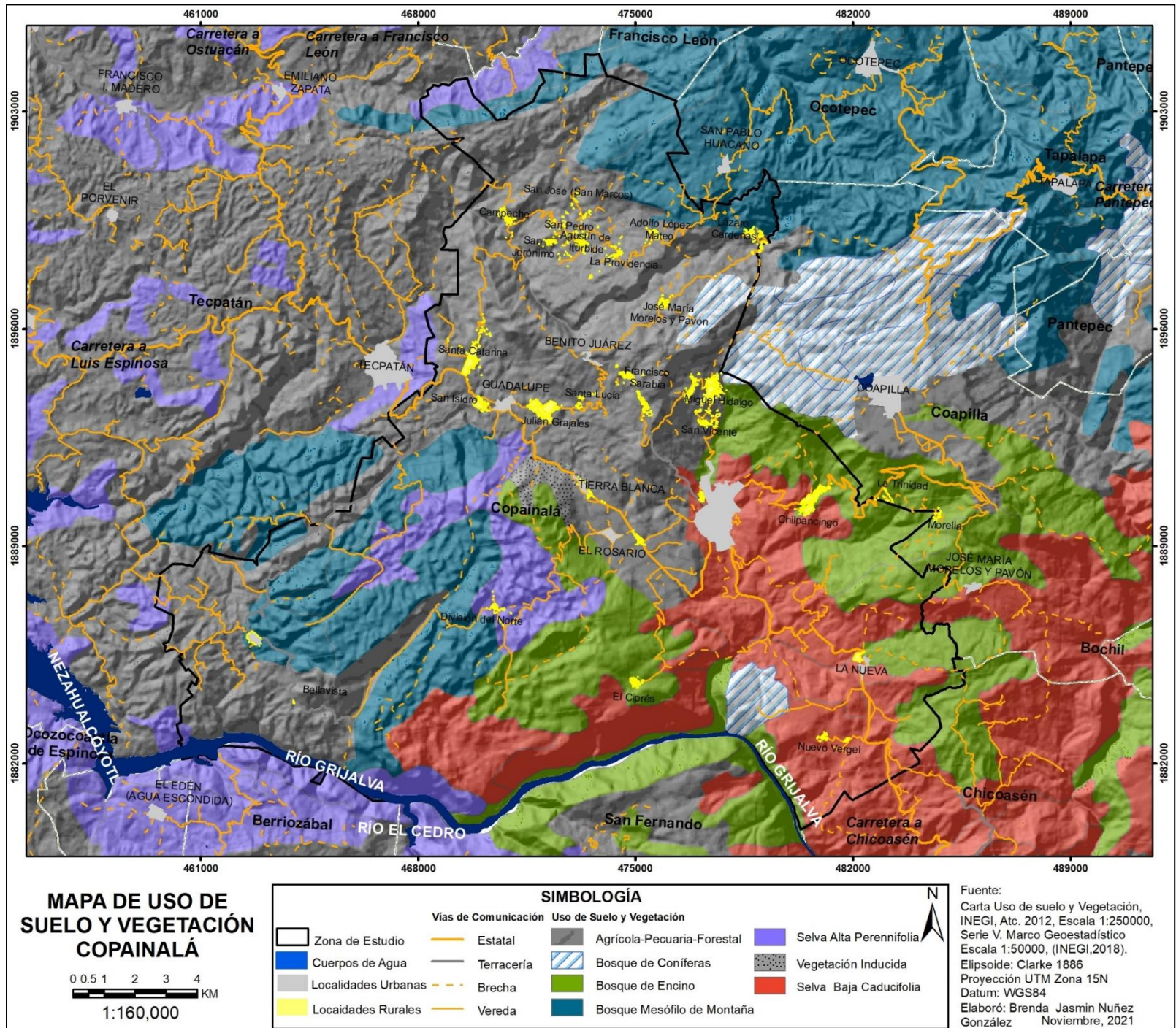


Figura No. 16 Mapa de Uso de Suelo y Vegetación

## IX. METODOLOGÍA

### TRABAJO DE GABINETE

#### Determinación de la Susceptibilidad en el Municipio de Copainalá

Para evaluar el grado de susceptibilidad del área de estudio, se utilizó el método heurístico, el cual se caracteriza por llevar a cabo trabajo de campo y de gabinete, así como por contar con un amplio conocimiento de la zona de estudio (Ramírez *et al.*, 2017). Para ello, se identificaron las variables condicionantes como la Geología, Pendiente, Uso de Suelo y Vegetación, Densidad de Drenaje y Edafología (Paz, 2012).

La mayoría de estas variables fueron obtenidas a partir de cartografía del INEGI: Para la variable de geología se utilizó la carta geológica escala 1:250 000 Serie I elaborada del período 1977 – 1989, para la variable de edafología utilizamos la carta edafológica escala 1:250000 Serie II con periodo de elaboración de 2002-2006, se utilizó además la Carta de Usos de suelo y Vegetación escala de 1:250 000 Serie V modificado 2013.

Para obtener la variable de la pendiente, se utilizó un modelo de elevación escala 1:50 000 procesada en el software ArcMap. Utilizando la herramienta de análisis espacial de IDW.

#### Determinación de la Densidad de Drenaje

La condicionante densidad de drenaje es uno de los factores relacionados para que ocurran los PG, Bateman (2007) la define como la longitud de corrientes por unidad de área, además de ser utilizada por Paz (2012) utilizando el mismo método, se puede calcular con la siguiente formula:

$D_d$ = Densidad de drenaje

$L_s$ = Longitud de Corrientes

$A$ =Unidad de Área

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

Para calcular la densidad de drenaje se realizó mediante el programa de ArcMap versión 10.8 utilizando los datos de la red hidrográfica de INEGI 2010 escala 1:50,000 teniendo como constante la unidad de área de un kilómetro cuadrado y la longitud de los escurrimientos en metros lineales, para concentrar los datos se realizó una malla con retículas de un Km<sup>2</sup> cubriendo la zona de estudio, este fue método utilizado por Paz en 2012 realizando la densidad de drenaje del municipio de Tuxtla Gutiérrez.



## Geoprocesamiento de las variables en ArcMap

Finalmente, para la obtención de la susceptibilidad, las variables anteriores fueron tratadas en el programa de ArcMap concentrando la información en una malla con celdas de 1 Km por lado, cada una de las variables fueron recortadas del mismo tamaño, obteniendo los datos puntuales y predominantes de cada una. Se procesaron las 5 variables (Pendiente, Uso de Suelo y Vegetación, Geología, Densidad de Drenaje y Edafología) recortándolo en 992 cuadros de 1 Km<sup>2</sup>

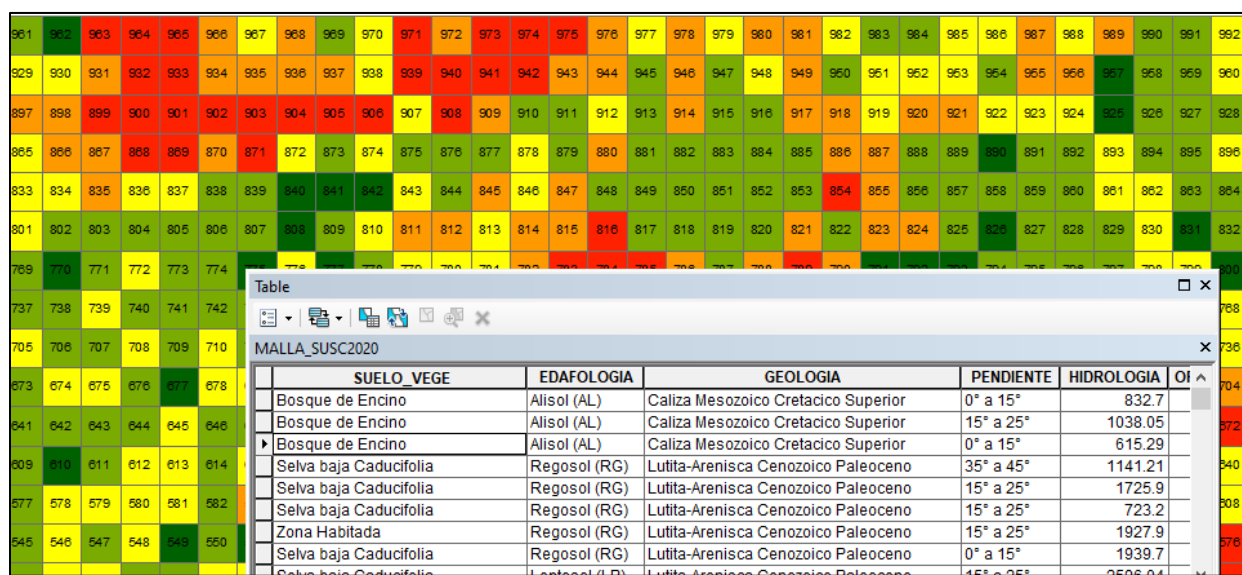


Figura No. 17 Concentrado de variables para determinar la susceptibilidad a PG, en el programa de ArcMap, Elaboración Propia

por cada una (Figura No 17).

Al integrar los datos en la malla (Figura No 17) se realizó una clasificación y orden de cada variable utilizando como herramienta el programa de ArcMap y Excel, posteriormente se realizó la ponderación de estas (Cuadro No 2, 3, 4, 5 y 6).

## Ponderación y Orden de las Variables

Una vez realizada la ponderación de las variables se procesaron en ArcMap Versión 10.8 para obtener el grado de susceptibilidad de la zona de estudio (Figura No 18).

Cuadro No. 3 Ponderación de la Pendiente.

VARIABLES	ORDEN	PONDERACIÓN
0° a 15°	1	0.067
15° a 25°	2	0.133
25° a 35°	3	0.200
35° a 45°	4	0.267
Mas de 45°	5	0.333

Cuadro No. 4 Ponderación de Geología

VARIABLES	ORDEN	PONDERACIÓN
Aluvial Cenozoico	0	0.000
Caliza Mesozoico Cretácico Superior	1	0.067
Lutita Arenisca Cenozoico Paleoceno	2	0.133
Lutita Arenisca Cenozoico Eoceno	3	0.200
Caliza Cenozoico Oligoceno	4	0.267
Lutita Arenisca Cenozoico Oligoceno	5	0.333

Cuadro No. 6 Ponderación de Densidad de Drenaje

VARIABLES	ORDEN	PONDERACIÓN
0 - 621	1	0.067
622 - 1415	2	0.133
1416 - 2077	3	0.200
2078 - 2851	4	0.267
2852 - 4942	5	0.333

Cuadro No. 2 Ponderación de Uso de Suelo y Vegetación

VARIABLES	ORDEN	PONDERACIÓN
Bosque de Coníferas	1	0.048
Bosque de Encino		
Bosque de Encino Arbustivo	2	0.095
Bosque Mesofilo de Montaña		
Selva Baja Caducifolia		
Selva Perennifolia	4	0.190
Selva Perennifolia Arbustiva		
Zona Agrícola	5	0.238
Zona Habitada	6	0.286

Cuadro No. 5 Ponderación de Edafología

VARIABLES	ORDEN	PONDERACIÓN
Alisol (AL)	1	0.067
Luvisol (LV)	2	0.133
Phaeozem (PH)	3	0.200
Leptosol (LP)	4	0.267
Regosol (RG)	5	0.333



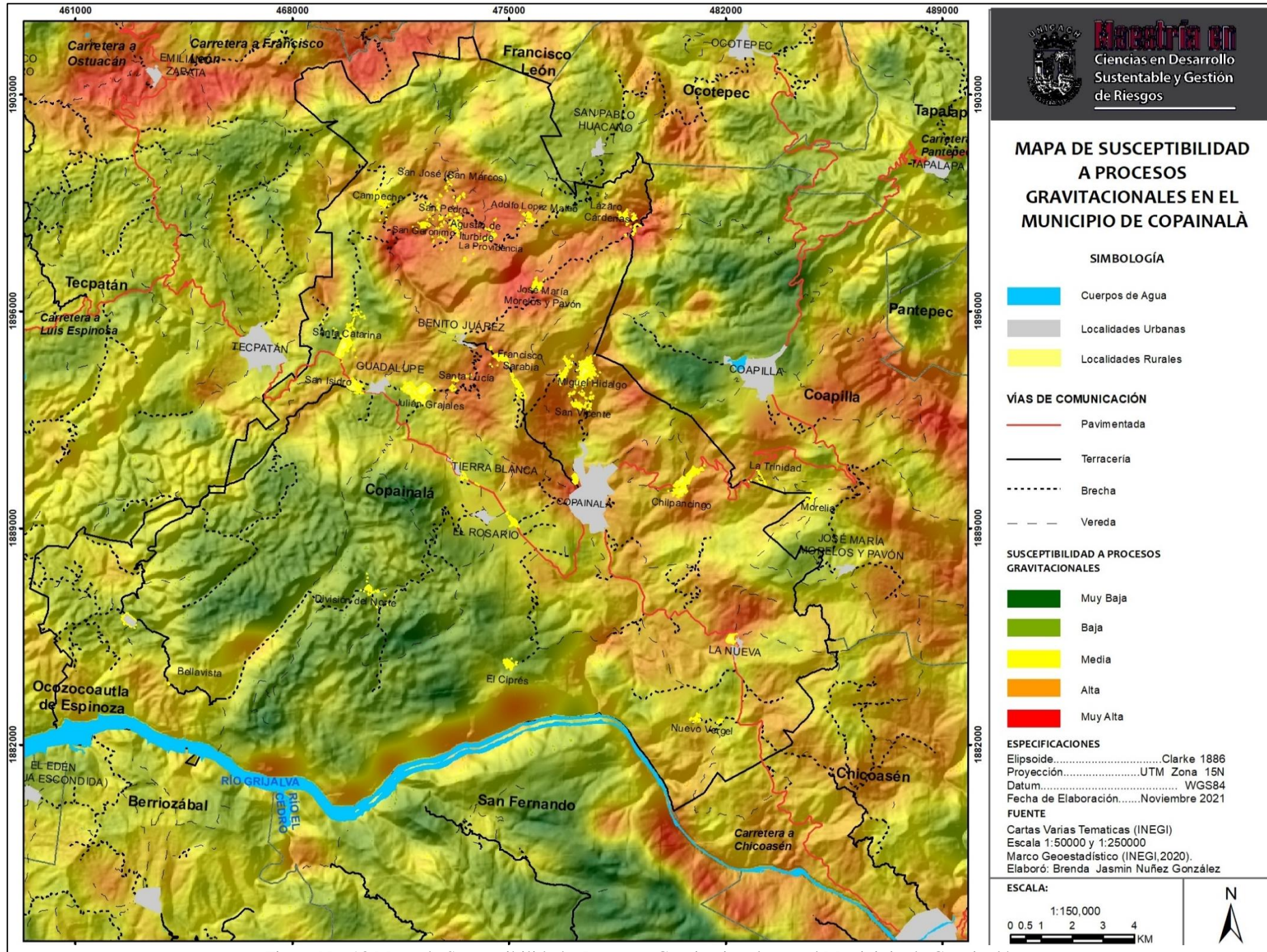


Figura No. 18 Mapa de Susceptibilidad a Procesos Gravitacionales en el Municipio de Copainalá.

## **Determinación de la Vulnerabilidad en la Cabecera Municipal y Cuatro Localidades**

Para el estudio de la vulnerabilidad se consideró a las localidades Adolfo López Mateo, Agustín de Iturbide, Benito Juárez y San Gerónimo de este municipio que en 2020 sufrieron daños por PG, siendo consideradas en el Censo de Damnificados que realizó el Gobierno Federal (Secretaría de Bienestar, 2020), para localidades afectadas por la Tormenta Tropical Cristóbal (Domínguez *et al.*, 2020), ETA e IOTA (EL HERALDO, 2020) y por el Frente Frío No. 1 (Secretaría de Protección Civil, 2020), además de tomar en cuenta a la cabecera municipal de Copainalá por ser el centro político administrativo del municipio, donde se concentra la mayor cantidad de población y los servicios.

La estimación de la Vulnerabilidad Física, Vulnerabilidad Demográfica y Vulnerabilidad Socioeconómica de la zona urbana del municipio de Copainalá, se realizó a través de la información del censo de INEGI (2020) a nivel manzana procesando los datos en el programa de ArcMap, se optó por utilizar el método que aplicado por (Paz, 2017) adaptado de la técnica estadística de estratificación de Dalenius & Hodges, el cual consiste en ordenar y clasificar los valores disponibles de cada indicador en una tabla de distribución de frecuencias según su rango (H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez, 2012).

### **Vulnerabilidad Física (VF)**

Para determinar la Vulnerabilidad Física se consideraron las siguientes variables:

$I = \% \text{ Vivienda con un solo dormitorio (FV\_IDOR)}$ .

La cabecera municipal del municipio de Copainalá cuenta con un total de 201 manzanas de las cuales 114 manzanas cuentan con un solo dormitorio con un total de 986 viviendas, mientras que en las localidades rurales del total de 819 viviendas solo 372 viviendas cuentan con un solo dormitorio de las 5 localidades que conforman la zona de estudio, donde las localidades

que tienen mayor representación con un 60% (n=30 viviendas) de un total de 50 viviendas y La Nueva con 47.2 % (n=101 viviendas) de un total de 214 Viviendas.

2= % Vivienda sin ningún bien (FV\_SNB) (radio, televisión, refrigeradora, lavadora, automóvil, computadora, teléfono fijo, celular ni internet).

Se identificaron 40 viviendas que no cuentan con ningún bien, en las localidades rurales 87 Viviendas de las 819 no cuentan con ningún bien. La localidad de Benito Juárez cuenta con 23 viviendas sin ningún bien de un total de 326 y con mayor número la localidad de Agustín de Iturbide con 25 Viviendas sin ningún bien de un total de 161.

3= % Viviendas con piso de tierra (FV\_PT).

En la cabecera municipal solo 7 manzanas tienen registro de 35 viviendas que tienen piso de tierra, en las localidades rurales 73 viviendas tienen piso de tierra y con un mayor porcentaje la localidad de Adolfo López Mateos con un total de 28 viviendas de un total de 68 con las que cuenta.

Para calcular la Vulnerabilidad Física se calculó el porcentaje de cada una de las variables con respecto el indicador que es Total de Vivienda Particulares Habitadas (TVIVHAB), se sumaron las variables y se dividieron entre el número de estas como se muestra en la fórmula siguiente:

$$VF = (\% FV\_1DOR + \% FV\_SNB + \% FV\_PT) / 3$$

**VF**=Vulnerabilidad Física

**FV\_1DOR** =Vivienda con un solo dormitorio

**FV\_SNB**= Vivienda sin ningún bien

**FV\_PT**= Viviendas con piso de tierra

### **Vulnerabilidad Social (VS)**

Se consideraron tres variables:

1= Densidad de población (DP), muestra la concentración de los habitantes delimitado por una cierta área, teniendo que una amenaza puede causar un mayor impacto.

2= % Población menor de 12 años (PM12): población que afecta en la movilidad y fácil organización de la población

3= % Población mayor a 60 años (PM60): personas que son dependiente en su manutención y movilidad (H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez, 2012).

En el municipio de Copainalá tiene una densidad de 64 Hab / Km<sup>2</sup>, siendo la cabecera municipal la que que concentra mayor número de habitantes teniendo una densidad de 30 hab. por hectárea mientras que los barrios con mayor densidad de población: el Centro, Trinidad, Concepción, Santa Cecilia, San Francisco, Siglo XXI y Juan Sabines parte baja.

A nive municipal, se registra un total de 5,359 niños menores de 12 años de los cuales el 30% (n=1609 niños) corresponde a la cabecera municipal el 2 % (n=104 niños) a la localidad de Agustín de Iturbide, el 4.8% (n=257 niños) Benito Juárez, 1.1 % (n=61 niños) Adolfo López Mateos, 3.1% (n=167 niños) La Nueva y el 0.8 % (n=47 niños) corresponde a San Gerónimo. Resaltando con mayor cantidad de niños la cabecera Municipal y Benito Juárez, y con mayor número de niñas Agustín de Iturbide y San Gerónimo.

Las personas adultas es uno de los indicadores para definir la Vulnerabilidad Social, por lo que el Censo del 2020 identificó que el municipio tiene un total de 2,684 habitantes de 60 años y más de edad del cual el 8.3 % (n=933 adultos mayores) se concentra en la cabecera municipal, el 0.5 % (n=70 adultos mayores) a la localidad de Agustín de Iturbide, el 1.3% (n=133 adultos mayores) Benito Juárez, 0.2% (n=25 adultos mayores) Adolfo López Mateos, 0.8% (n=85 adultos mayores) La Nueva y el 0.1 % (n=10 adultos mayores) corresponde a San Gerónimo, con respeto al municipio.

$$VS = (\% DP + \% PM12 + \% PM60) / 3$$

**VS**=Vulnerabilidad Social

**PM12**= Población menor de 12 años

**DP** = Densidad de población

**PM60**= Población mayor a 60 años



## **Vulnerabilidad Socioeconómica (VSE)**

La Vulnerabilidad Socioeconómica se relaciona con el grado de marginación de los sitios seleccionados; se integraron carencias de la población y el acceso a salud, educación y bienes y servicios públicos, tomando en cuenta los siguientes indicadores con información del Censo de Población y Vivienda de INEGI, 2020; a nivel localidad y manzana:

*1= % Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (S\_6\_14NOA).* En el municipio de Copainalá tiene 255 hab. de un total de 4017 hab., mientras que en la cabecera municipal 41 hab. de un total de 1202 hab., de igual manera que en las localidades rurales Agustín de Iturbide 6 hab. de 84 hab., Benito Juárez 23 hab. de 221 hab., Adolfo López Mateo 4 hab. de 49 hab., La Nueva 5 hab. de 128 hab., y San Gerónimo 9 hab. de 44 hab.

*2= % Población de 15 y más sin secundaria terminada (S\_15MSI).* En el municipio 364 hab. de un total 15,516 hab. no cuenta con secundaria terminada, mientras que en la cabecera municipal 98 hab. de 5,127 hab., Agustín de Iturbide 2 hab. de 363, Benito Juárez 22 hab. de 776 hab., Adolfo López Mateo 4 de 146, La Nueva 5 de 491 y San Gerónimo 9 de un total de 93 habitantes de 15 años y más sin secundaria terminada.

*3= % Población sin derechohabiencia (S\_PSDH).* Habitantes que no cuentan con acceso a ningún servicio de salud, de un total de 22,192 hab. en el municipio el 32 % (n=7,131 hab.) no cuenta con ningún servicio de salud, mientras que en la cabecera municipal el 40% (n=2,884 hab.) de un total de 7,125 hab; la localidad de Agustín de Iturbide el 43.4% (n=215 hab.) de un total de 363 hab; Benito Juárez un 11.7% (n=131 Hab) de 1,120 hab., Adolfo López Mateo el 27.2% (n=61 hab.) de 224 hab., La Nueva el 29.7 % (n=206 hab.) de un total de 693 hab. y San Gerónimo 16.9% (n=27 hab.) de un total de 159 habitantes que no cuentan con ningún servicio de salud.

4= % Viviendas sin refrigerador ( $S_{VSR}$ ). En el municipio de Copainalá de un total de 7,830 viviendas el 16 % (n=3,707 viviendas) no cuenta con refrigerador, en la cabecera municipal de 7,125 viviendas el 13 % (n=935 viviendas), en las localidades el mayor porcentaje de viviendas sin refrigerador es San Gerónimo con un 24.5 % (n=50 viviendas) de un total de 159 viviendas, Adolfo López Mateos con 22.7 % (n=68 viviendas) de un total de 224 viviendas, Agustín de Iturbide con 19.3 % (n=161 viviendas) de 495 viviendas, Benito Juárez con 15.5 % (n=326 viviendas) de un total de 1,120 y con menor grado la localidad La Nueva con 11 % (n=214 viviendas) de 693 viviendas.

5= % Viviendas sin agua entubada ( $S_{SAE}$ ). En el municipio se identificaron que el 2.6 % de viviendas no cuenta con servicio de agua entubada, el área de estudio el 99.5 % de las viviendas tienen agua entubada, mientras que en la cabecera municipal el 0.3 % (n=8 viviendas) no cuenta con este servicio, Benito Juárez y San Gerónimo solo tienen una vivienda sin agua entubada, Adolfo López Mateo y La Nueva 2 Viviendas sin Agua entubada, mientras que Agustín de Iturbide 3 viviendas.

6= % Viviendas sin drenaje ( $S_{SD}$ ). El 98.8 % de la zona de estudio está cubierta por este servicio, para el caso de la cabecera municipal tiene 16 viviendas sin drenaje; Benito Juárez 8 viviendas, Adolfo López Mateo y La Nueva 6 Viviendas, Agustín de Iturbide 4, mientras que San Gerónimo todas las viviendas cuentan con drenaje.

$$VSE = (S_{6\_14NOA} + S_{15MSI} + S_{PSDH} + S_{VSR} + S_{SAE} + S_{SD}) / 6$$

$VSE$ =Vulnerabilidad Socioeconómica

$S_{6\_14NO}$  = Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela.

$S_{15MSI}$ = Población de 15 y más sin secundaria terminada.

$S_{PSDH}$ = Población sin derechohabiencia.

$S_{VSR}$ = Viviendas sin refrigerador.



*S\_SAE= Viviendas sin agua entubada.*

*S\_SD= Viviendas sin drenaje.*

## **Elaboración de Encuesta Percepción del Riesgo**

Se diseñó una encuesta retomando el modelo propuesto por Ramos *et al.*, (2014), el cual es un método que pretende evaluar la percepción de riesgos de origen natural a través de un modelo de encuesta con un total de 32 preguntas aplicadas por medio de un sistema digital en la Universidad de Alicante, de las cuáles para la aplicación en la zona de estudio de la cebecera municipal de Copainalá y las 4 localidades, solo se retomaron 18 preguntas debido a las características culturales y usos y costumbres de la zona.

Para determinar el tamaño de la muestra se aplicó el método Probabilístico estratificado (Corbetta, 2007), con un nivel de confianza del 95 % y un error de 5 %, considerando los datos de la población mayor 18 años con información del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020) En total se aplicaron 261 encuestas en la zona de estudio. El número de encuestas a aplicar se distribuyó de la siguiente manera (Cuadro No 7).

Cuadro No. 7 Población y Número de Encuestas por Localidad, Elaborado con Datos del Censo de Población y Vivienda INEGI, 2020.

<b>Nombre de la Localidad</b>	<b>Población Total</b>	<b>Población de 18 y Mas</b>	<b>Población de 18 y Mas Femenina</b>	<b>Población de 18 y Mas Masculina</b>	<b>No de Encuesta por Localidad</b>
Copainalá	7,125	4,705	2,591	2,114	192
Agustín de Iturbide	495	326	161	165	13
Benito Juárez	1,120	689	358	331	29
Adolfo López Mateos	224	132	68	64	6
La Nueva	693	457	230	227	18
San Gerónimo	159	83	38	45	3
<b>Total</b>	<b>9,816</b>	<b>6,392</b>	<b>3,446</b>	<b>2,946</b>	<b>261</b>

## **TRABAJO DE CAMPO**

### **Identificación de sitios afectados por Procesos Gravitacionales en campo**

Para determinar los sitios afectados por los PG en cada localidad seleccionada, se realizó una revisión de imágenes en Google Earth versión 7.3.4.8248, aunado a la interpretación de los patrones de curvas de nivel en cartas topográficas e información de notas periodísticas de la prensa escrita y noticieros locales. Con los datos obtenidos (lugar donde ha sido afectado o lugar de ocurrencia de los PG) se programaron y realizaron recorridos en campo por cada localidad registrando la siguiente información:

1. Coordenadas en UTM (Universal Transversal de Mercator)
2. Fotografías como evidencia
3. Clasificación del PG de acuerdo a CENAPRED (2006)
4. Tipo de Rocas o suelos que lo conforman.
5. Descripción del daño de la vivienda en caso de que lo hubiera

Una vez realizado lo anterior, se elaboró un mapa de inventario de PG del área de estudio mediante con el programa de ArcMap Versión 10.8, identificando las zonas donde se tiene mayor recurrencia a este fenómeno geológico.

### **Caído en el tramo carretero de Chicoasén-Copainalá**

De la clasificación anterior, en la zona se han registrado procesos de tipo Caídos (Nuñez, 2020), debido a las condiciones geológicas locales, ya que rocas muy sólidas y resistentes al intemperismo como los conglomerados y las calizas, se encuentran sobre las lutitas que son susceptibles a la erosión (Figura No 19).



Figura No. 19 Caídos Tramo Carretero Copainalá- Chicoasén (Nuñez, 2020)

## Deslizamiento Rotacional en la Localidad Rural Benito Juárez

Debido a las fuertes lluvias de la tormenta tropical Cristóbal de 2020, en la localidad de Benito Juárez ocurrió un deslizamiento rotacional afectando el predio y causando daño total de una vivienda (Figura No 20 y 21)  $17^{\circ} 8'13.62''N$ ,  $93^{\circ}14'26.47''O$ ) 04/06/2020.



Figura No. 20 Deslizamiento Rotacional comunidad Benito Juárez ( $17^{\circ} 8'13.62''N$ ,  $93^{\circ}14'26.47''O$ ) 04/06/2020 Foto: Marcos Velasco

Figura No. 21 Vivienda Afectada ( $17^{\circ} 8'13.62''N$ ,  $93^{\circ}14'26.47''O$ ); Foto: Propia 07/04/2022



## Deslizamiento Rotacional en la Localidad Rural San Gerónimo

Como consecuencia de las intensas lluvias de la tormenta tropical Cristóbal de 2020, en la localidad de San Gerónimo una vivienda fue afectada con daños totales por un deslizamiento rotacional, como factores condicionantes, se identificaron cercanía de los escurrimientos y el tipo geología predominante que se caracteriza por arenisca y caliza con un tipo de suelo Phaeozem (Figura No 22).



Figura No. 22 Afectación de vivienda por un deslizamiento ( $17^{\circ}10'26.94''N$ ,  $93^{\circ}15'36.32''O$ ) Foto: Trabajo de Campo, 26 de junio de 2021



## Afectación de vivienda por Desplome del talud

Vivienda con daño total en el municipio de Copainalá barrio San Francisco Tejeria Norte Coordenadas geográficas (17° 5'37.08"N, 93°12'52.30"O). Debido a la autoconstrucción de viviendas en laderas inestables con pendiente muy pronunciadas y cortes de talud aunado a esto el tipo de suelo se caracteriza por arenisca-lutitas (Figura No 23 y 24).

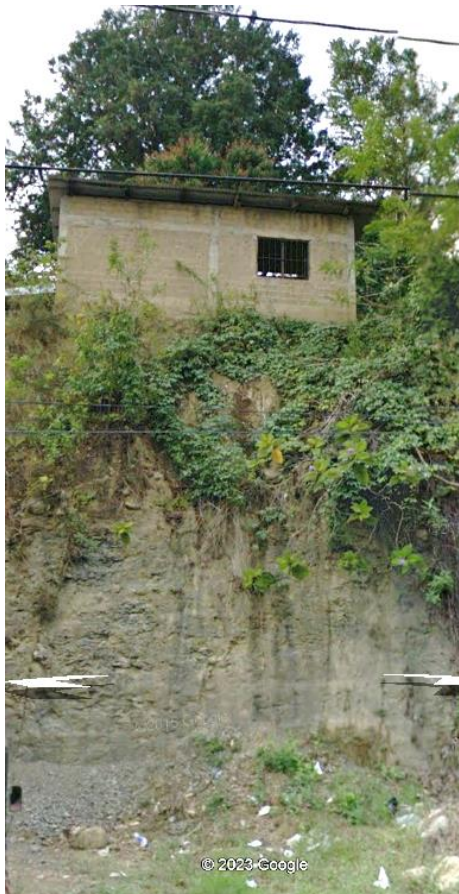


Figura No. 23 Vivienda construida sobre corte de talud, Barrio San Francisco Foto: Trabajo de Campo (2022), Coordenadas geográficas (17° 5'37.08"N, 93°12'52.30"O).  
Figura No. 24 Daño de vivienda total, Barrio San Francisco, Foto: Trabajo de Campo (2022), Coordenadas geográficas (17° 5'37.08"N, 93°12'52.30"O).

## Aplicación de encuesta sobre la percepción de riesgos.

En las localidades rurales se aplicaron un total de 69 encuestas, de manera escrita aplicada personalmente en un total de 7 días ( Figura No 25).



Figura No. 25 Aplicación de encuestas en la localidad de Adolfo López Mateo; Foto: Trabajo de Campo (14/04/2022)

En la cabecera municipal se realizaron un total de 192 encuestas (ver Cuadro No 7), las cuales fueron distribuidas entre los 18 barrios identificados por el Instituto Nacional Electoral (INE, 2017). Para determinar la cantidad de encuestas aplicadas por barrio, se consideró la población de 18 años y más de cada barrio, utilizando datos a nivel de manzana del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020). El procesamiento de los datos se llevó a cabo utilizando el software

ArcMap Versión 10.8, a partir del cual se obtuvieron los siguientes datos de encuestas para cada barrio (ver Cuadro No 8).

Cuadro No. 8 Número de encuestas aplicadas por barrio, elaboración con insumos del Instituto Nacional Electoral (INE, 2017).

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
<b>Barrios</b>	Centro	Colinas del Oriente	Concepción	El Triunfo	Guadalupana	Juan Sabines	Pohapak	San Fabian	San	San Juan	Santa Ana	Santa Cecilia	Siete Huesos	Siglo XXI	Tejeria Sur	Trinidad	Vicente Fox	Villas San Marcos	Total
<b>No de Encuestas</b>	9	3	16	7	2	19	3	5	20	12	12	11	2	3	22	42	2	2	<b>192</b>

Se llevó a cabo la aplicación de la encuesta en la parte urbana del municipio de Copainalá de forma digital mediante el uso de Google Forms, con el fin de agilizar la recopilación de información. Es relevante mencionar que, para emplear esta herramienta, se requiere disponer de conectividad móvil a internet. Por esta razón, en las cuatro comunidades rurales se optó por realizar encuestas escritas debido a la ausencia de cobertura satelital, realizando un recorrido puerta a puerta en ambas modalidades de encuesta. (Ver Figura No 26)

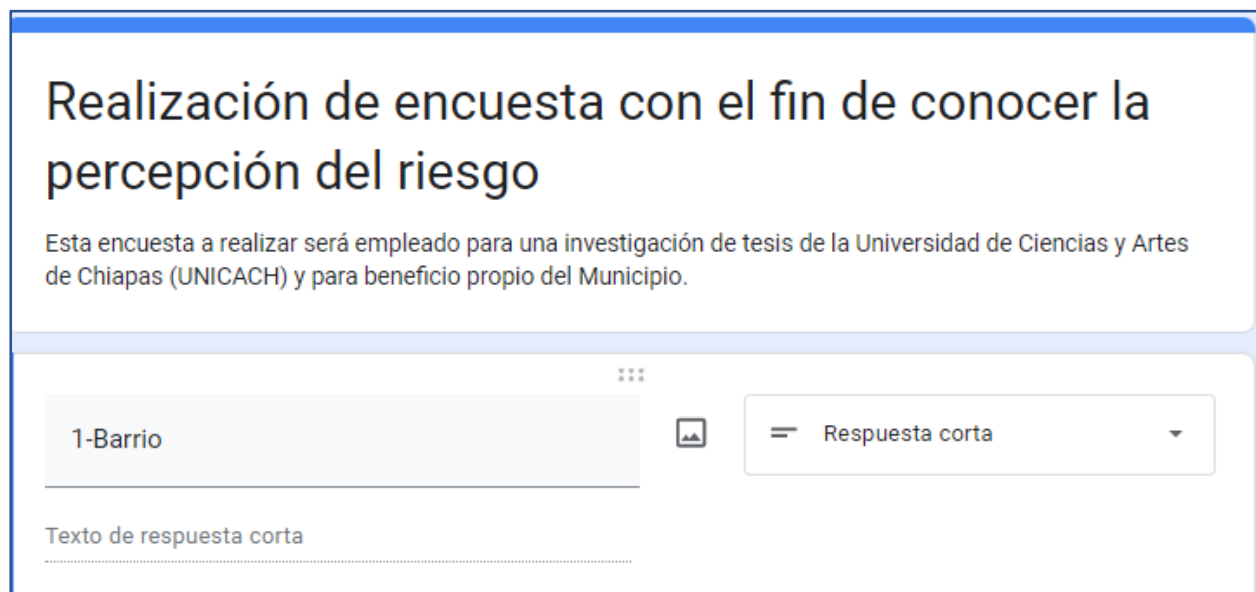


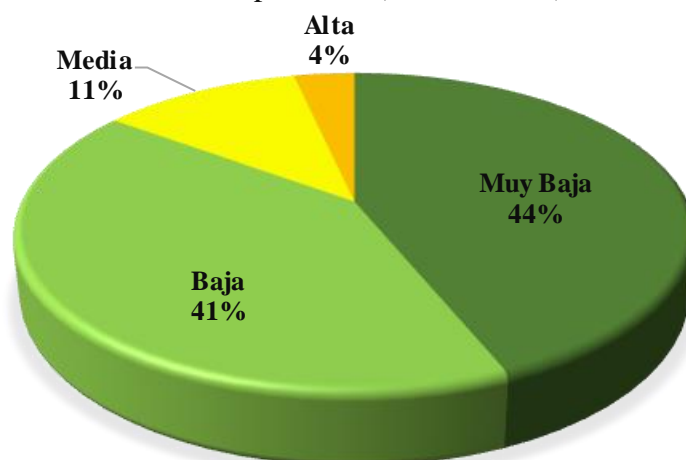
Figura No. 26 Diseño de encuesta digital para conocer la percepción del riesgo en la cabera municipal de Copainalá.



## X. RESULTADOS

### Resultados de la Vulnerabilidad Física

En la cabecera municipal, se identificó que el 44% (n=88 mza) presentan un grado de vulnerabilidad muy baja, que albergan un total de 255 viviendas y 567 habitantes. Por otro lado, el 41% (n=83 mza) con grado de vulnerabilidad baja, donde se encuentran 1,750 viviendas y 4817 habitantes, así como el 11% (n=23 mza) con nivel de vulnerabilidad medio, que cuentan con 292 viviendas y 873 habitantes. Se identificó la presencia de zonas con un grado de vulnerabilidad alta en los barrios Tejería Sur y Juan Sabines, con un 4% (n=7 mza) con 287 viviendas y una población total de 792 personas (Gráfica No 1).



Gráfica No. 1 Grado de Vulnerabilidad Física por manzanas de la cabecera municipal de Copainalá

Las localidades de Adolfo López Mateos, Agustín de Iturbide, La Nueva, San Gerónimo tienen un grado de Vulnerabilidad Física Muy Alta, Mientras que la localidad de Benito Juárez tiene un grado de Vulnerabilidad Alta (Cuadro No 9).

Cuadro No. 9 Vulnerabilidad Física de las localidades rurales

VULNERABILIDAD FÍSICA			
COMUNIDAD	POBTOT	VIVTOT	GRADO
Benito Juárez	1,120	326	Alta
La Nueva	693	214	Muy Alta
Agustín de Iturbide	495	161	Muy Alta
Adolfo López Mateos	224	68	Muy Alta
San Gerónimo	159	50	Muy Alta

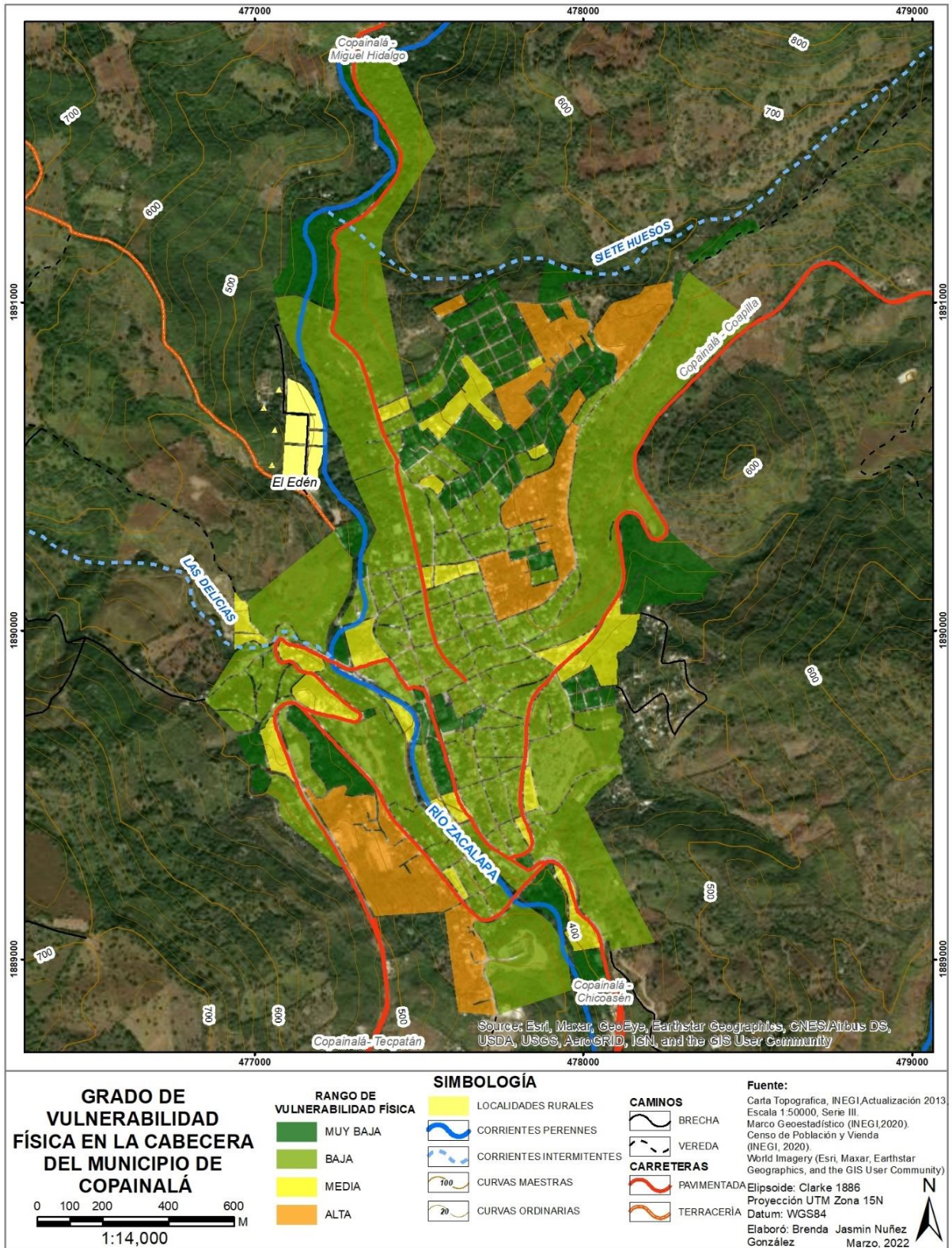
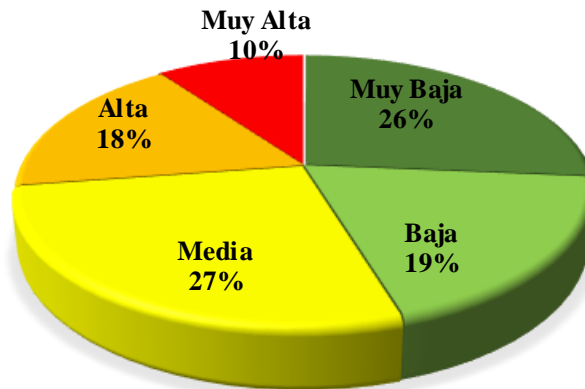


Figura No. 27 Nivel de Vulnerabilidad Física en el Municipio de Copainalá.

## Resultados de la Vulnerabilidad Social

Al determinar el grado de Vulnerabilidad Social en la cabecera municipal se obtuvo que el 10 % (n=20 mza) en los barrios de Concepción, Trinidad y Santa Cecilia tienen Muy Alta Vulnerabilidad con 522 viviendas y un total de 1,509 Habitantes, el 18 % (n=35 mza) en San Francisco, Tejeria Sur, Concepción y Trinidad tienen Vulnerabilidad Alta con un total de 937 viviendas y 2,610 habitantes, el 27 % (n=55 mza) con 873 viviendas y 2,311 habitantes se encuentra en grado Medio, el 19% (n=38 mza) con 153 viviendas y 454 habitantes se encuentra en una zona con grado Baja y el 26% (n=53 mza) con 99 viviendas y 165 habitantes el grado de Vulnerabilidad Social es de Muy Baja (Figura No 28) y (Gráfica No 2).



Gráfica No. 2 Grado de Vulnerabilidad Social por manzanas de la cabecera municipal de Copainalá

Las localidades de Benito Juárez, La Nueva, Agustín de Iturbide y Adolfo López Mateo se encuentran con un Grado de Vulnerabilidad Social Alta, mientras que en grado Medio solo se encuentra la localidad de San Gerónimo (Cuadro No. 10)

Cuadro No. 10 Grado de Vulnerabilidad Social por localidad rural

<b>VULNERABILIDAD SOCIAL</b>			
<b>COMUNIDAD</b>	<b>POBTOT</b>	<b>VIVTOT</b>	<b>GRADO</b>
Benito Juárez	1,120	326	Alta
La Nueva	693	214	Alta
Agustín de Iturbide	495	161	Alta
Adolfo López Mateos	224	68	Alta
San Gerónimo	159	50	Media



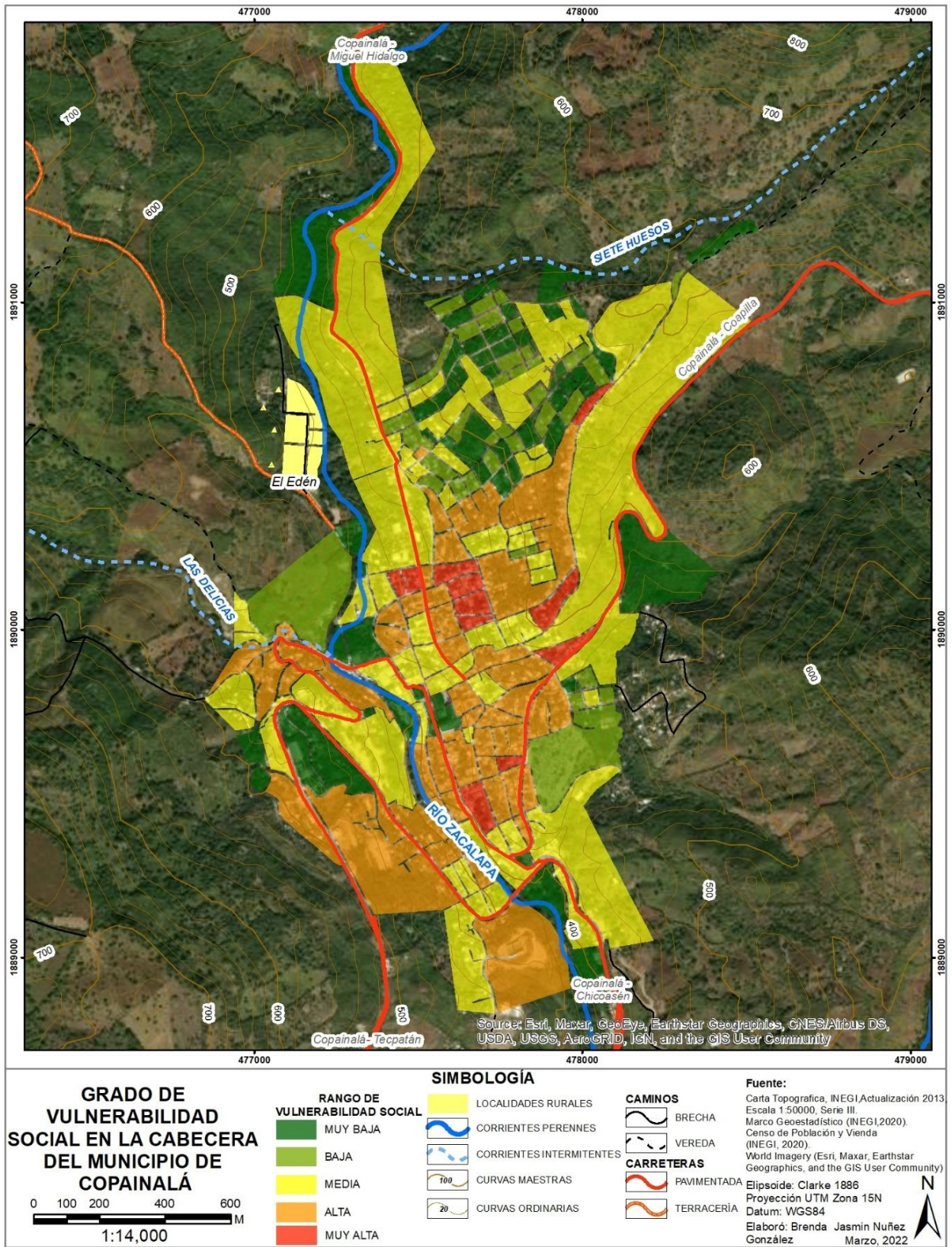
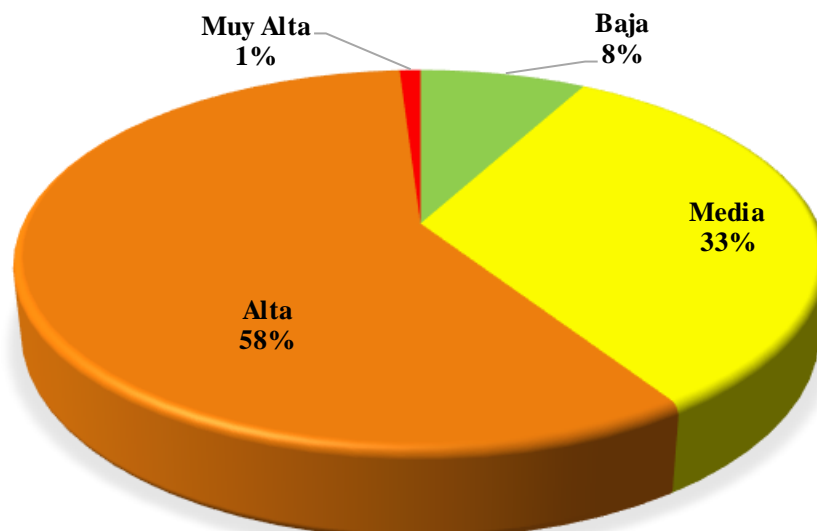


Figura No. 28 Grado de Vulnerabilidad Social en el Municipio de Copainalá

## Resultados de la Vulnerabilidad Socioeconómica

Habiendo realizado la identificación de los indicadores y procesando la información, se obtuvo como resultado en la cabecera municipal el 1 % (n=2 mza) con 141 hab y 48 viviendas esta en un grado Muy Alta, el 58 % (n=117 mza) con 4447 hab y 1,642 viviendas en Alta, y con 33 % (n=66 mza) con 2,416 hab y 881 viviendas en un grado Medio, mientras que el 8% (n=16 mza) con 45 hab. y 13 viviendas en nivel Baja. Todas las localidades tienen un grado de Vulnerabilidad Media (Gráfica No 3) y (Cuadro No 11).



Gráfica No. 3 Grado de Vulnerabilidad Socioeconómica por manzanas de la cabecera municipal de Copainalá

Cuadro No. 11 Grado de Vulnerabilidad Socioeconómica por localidad rural

<b>VULNERABILIDAD SOCIO - ECONÓMICA</b>			
<b>COMUNIDAD</b>	<b>POBTOT</b>	<b>VIVTOT</b>	<b>GRADO</b>
San Gerónimo	159	50	Media
Adolfo López Mateos	224	68	Media
Agustín de Iturbide	495	161	Media
La Nueva	693	214	Media
Benito Juárez	1,120	326	Media



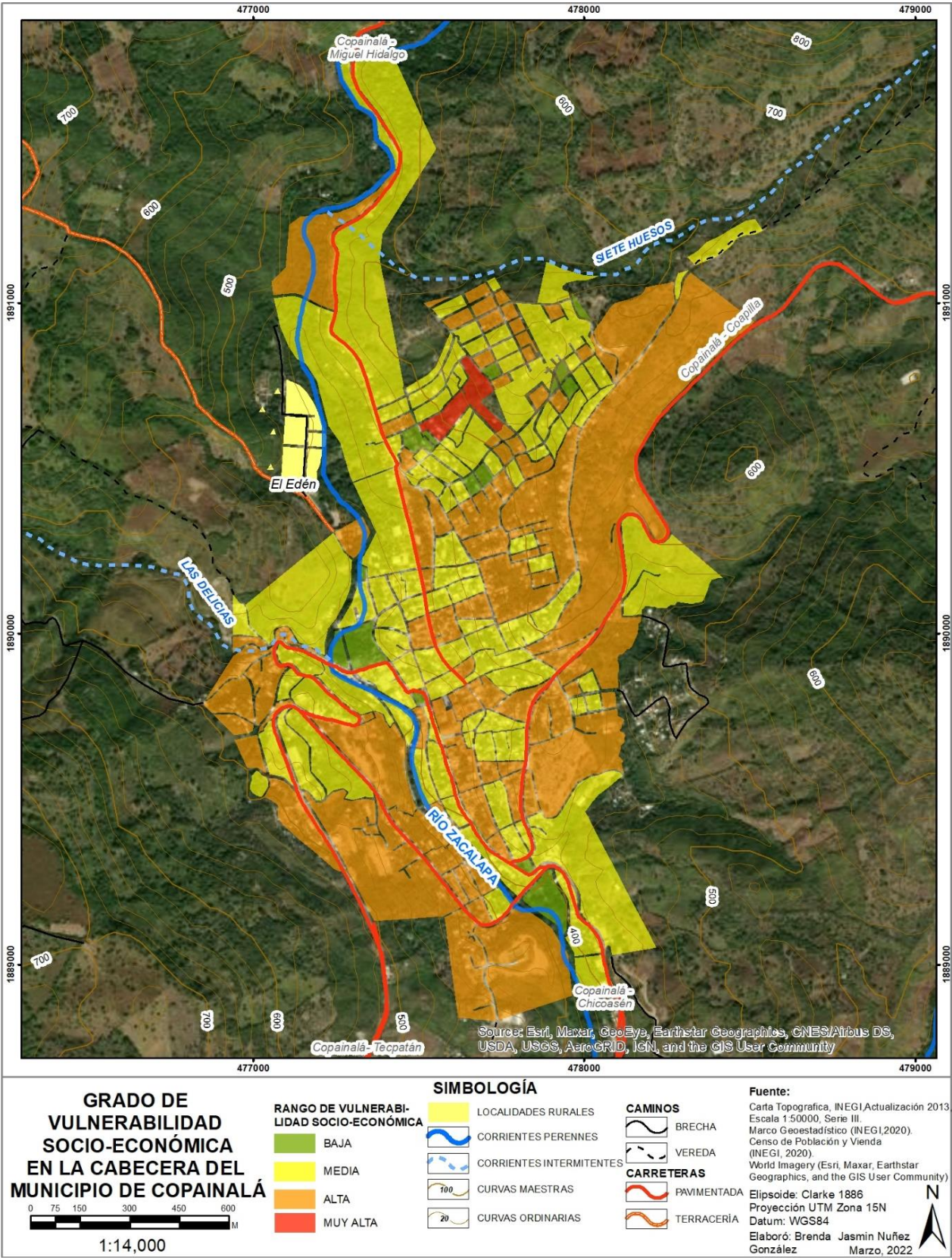


Figura No. 29 Grado de Vulnerabilidad Socio - Económica en el Municipio de Copainalá.

## **Vulnerabilidad Global**

Una vez que se obtuvieron la Vulnerabilidad Física, Social, y Socioeconómica, se determinó la Vulnerabilidad Global. Para ello, dichas vulnerabilidades fueron multiplicadas por su respectivo ponderador (Paz, 2017; H Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez, 2011). Los datos fueron procesados en el programa de ArcMap a nivel manzana, utilizando herramientas como Field Calculador para sumar los valores de cada indicador como indica la fórmula:

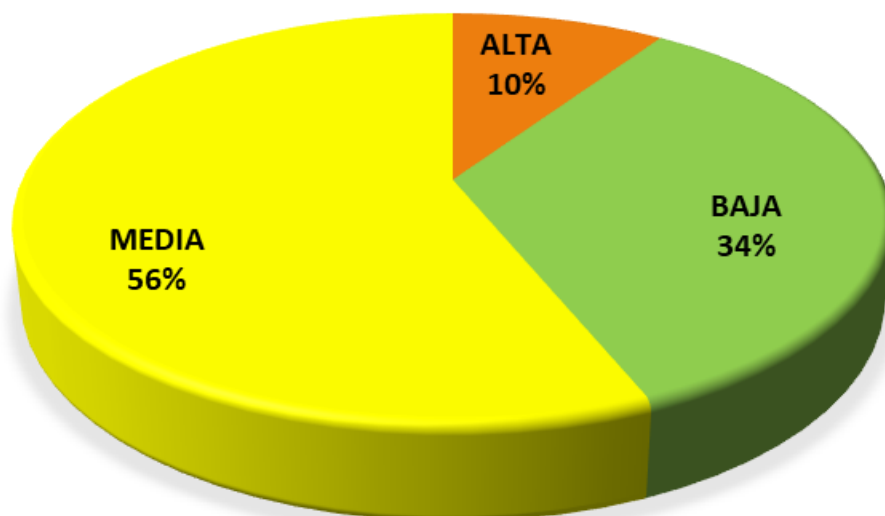
$$\mathbf{VF} = (\text{indicador 1} + \text{indicador 2} + \text{indicador 3}) / 3$$

$$\mathbf{VS} = (\text{indicador 1} + \text{indicador 2} + \text{indicador 3}) / 3$$

$$\mathbf{VSE} = (\text{indicador 1} + \text{indicador 2} + \text{indicador 3} + \text{indicador 4} + \text{indicador 5} + \text{indicador 6}) / 6$$

$$\mathbf{VG} = (\mathbf{VF} \times 0.50) + (\mathbf{VS} \times 0.25) + (\mathbf{VSE} \times 0.25)$$

En la zona urbana se identificó del total de 201 manzanas el 10 % (n=19 mza) con 633 viviendas y 1,769 habitantes corresponde a las zonas con Vulnerabilidad Alta donde se identifican los siguientes barrios Tejeria Sur, Juan Sabines, Siglo XXI y partes del barrio Santa Cecilia, mientras que en la zona con Vulnerabilidad Media con 56 % (n=113 mza) con 1,788 viviendas y 4,937 habitantes se identificó los siguientes barrios San Francisco parte de Tejeria Sur, San Fabián, San Juan, Centro, Trinidad, Santa Ana, Pohapak, Siete Huesos, El Triunfo y parte de Juan Sabines, las zonas con Vulnerabilidad Baja representa un 34% (n=69 mza) con 163 viviendas y 343 habitantes, se encontró barrios Juan Sabines Vicente Fox y Colinas del Oriente (Gráfica No 4),



Gráfica No. 4 Vulnerabilidad Global de la cabecera municipal de Copainalá

Como resultado de las localidades el 80 % del total corresponde a Vulnerabilidad Alta: (La Nueva, Agustín de Iturbide, Adolfo López Mateos y San Gerónimo) y solo una localidad Benito Juárez corresponde a Vulnerabilidad Global Media (Cuadro No 12.)

Cuadro No. 12 Grado de Vulnerabilidad Global por localidad rural.

<b>VULNERABILIDAD GLOBAL</b>			
<b>COMUNIDAD</b>	<b>POBTOT</b>	<b>VIVTOT</b>	<b>GRADO</b>
Benito Juárez	1,120	326	Media
La Nueva	693	214	Alta
Agustín de Iturbide	495	161	Alta
Adolfo López Mateos	224	68	Alta
San Gerónimo	159	50	Alta



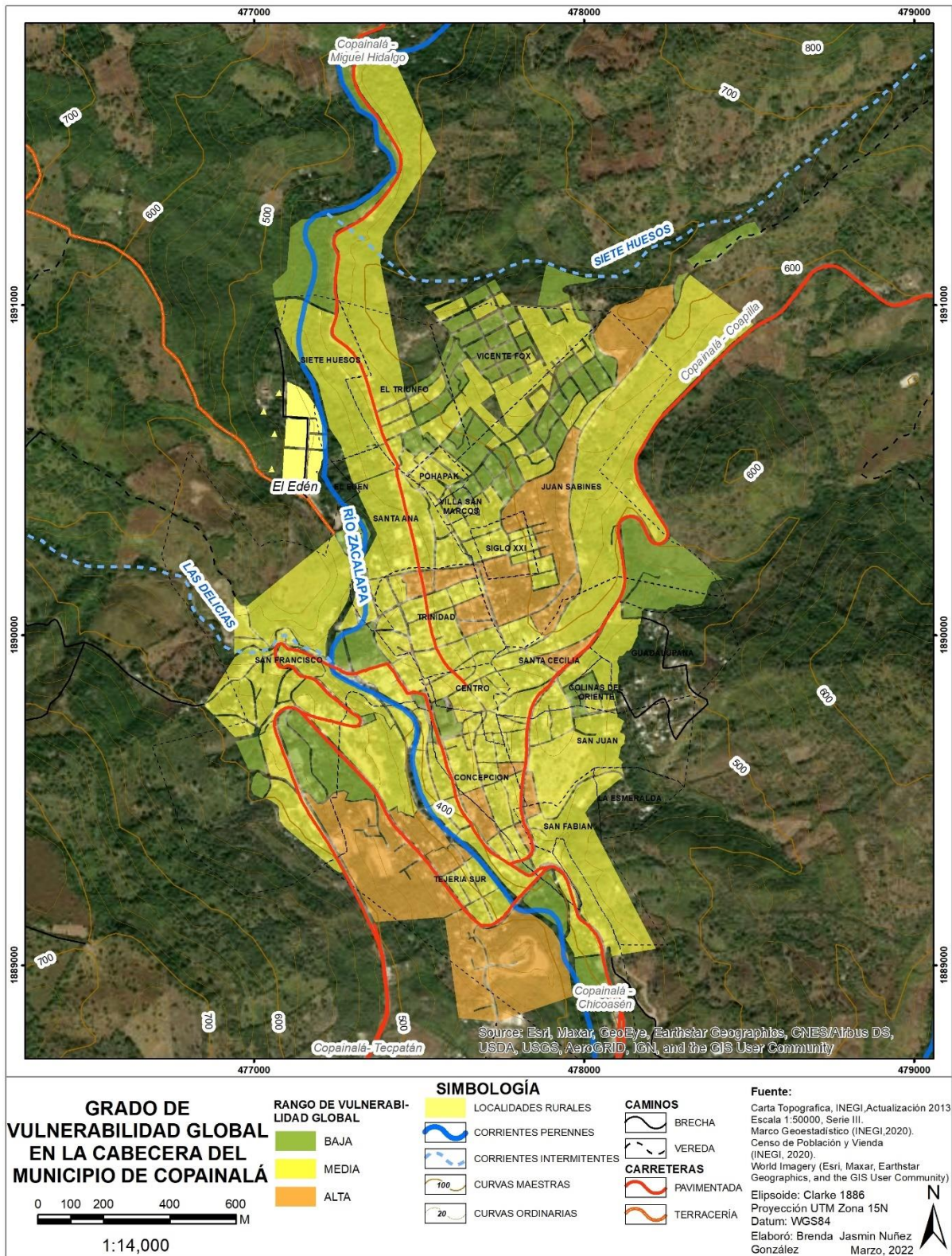
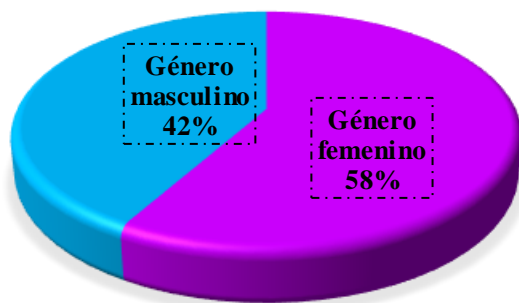


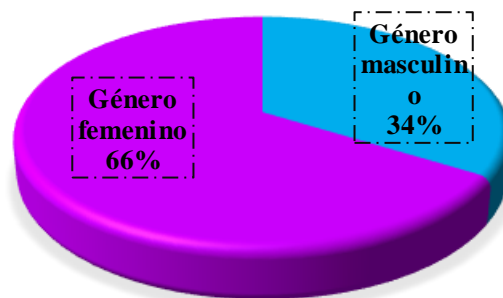
Figura No. 30 Grado de Vulnerabilidad Global.

## Resultados de la encuesta de percepcion del riesgo

Para el análisis de las encuestas realizadas en las localidades y la cabecera municipal se elaboraron gráficas en el programa de excel, en los resultados de la muestra se obtuvo que se aplicarían 261 encuestas en total de las cuales 69 a las localidades rurales y 192 en la cabecera municipal, sin embargo en las localidades rurales se aumentó 10 personas encuestadas las cuales participaron por interés del tema lo cual suma un total de 79 encuestas; del cual el 58.2 % (n=46 pers) pertenece al género femenino, el 41.7 % (n=33 pers) pertenece al género masculino (Ver Gráfica No. 5), donde la mayor predominancia de encuestados mujeres son en las localidades Benito Juárez 27.8 % (n=22 pers) y La Nueva 12.6 % (n=10 pers), en la cabecera municipal de Copainalá se realizaron las 192 encuestas de las cuales el 33.85 % (n=65 pers) pertenece al género masculino y el 66.15% (n=127 pers) pertenece al género femenino (Ver Gráfica No. 6), los barrios con mayor presencia de mujeres encuestadas son San Francisco con 8.3 % (n=16 pers), Tejeria Sur 7.8% (n=15 pers), Juan Sabines 7.2% (n=14 pers), Concepción 6.25% (n=12 pers), Santa ana 4.6% (n=9 pers), Santa Cecilia 4.1 (n=8 pers) y el Centro 3.6% (n=7 pers).



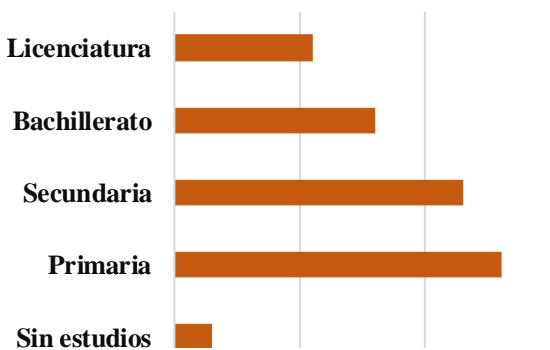
Gráfica No. 5 Porcentaje de encuestados según su género en las localidades rurales.



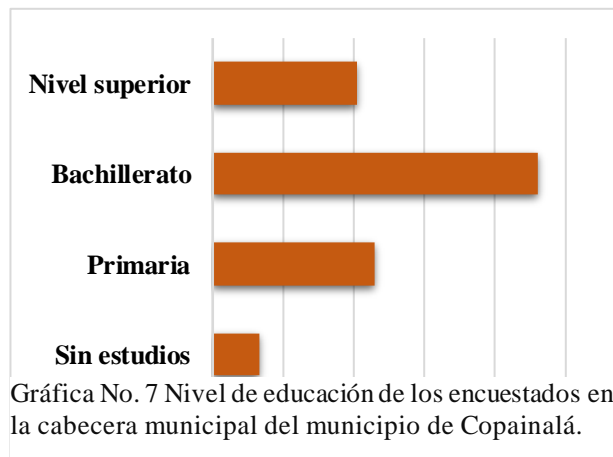
Gráfica No. 6 Porcentaje de encuestados según su género en la cabecera municipal.



En cuestión al nivel de educación se obtuvo que el mayor porcentaje de los encuestados 47.9 % (n=92 pers) cuenta con bachillerato, el 23.9 % (n=46 pers) con educación primaria, el 21.3 % (n=41 pers) con estudios de nivel Superior, mientras que el 6.7 % (n=13 pers) de los encuestados no contaba con ningún nivel de educación, cabe mencionar que en el Barrio San Francisco el 2.6 % (n=5 pers) de los encuestados no cuenta con ningún nivel de estudio, en el Barrio Trinidad el 6.8 % (n=13 pers) solo cuenta con educación primaria (Ver Gráfica No. 8). En las localidades rurales el mayor porcentaje 32.9% (n=26 pers) de nivel de es la educación primaria y en el mayor de los casos trunca, el 29.1 % (n=23 pers) con educación primaria, el 20.25 % (n=16 pers) con bachillerato, el 13.9 % (n=11) de los encuestados cuenta con estudios de nivel superior mientras que el 3.8 % (n=3) no contaba con ningún tipo de estudio (Ver Gráfica No. 7). Es importante mencionar que el 2.5 % (n=2 pers) de los encuestados que no cuentan con ningún nivel de estudio corresponde a la localidad de Adolfo López Mateo, Agustín de Iturbide una de los encuestados no cuenta con ningún grado de estudio, los encuestados restantes de las localidades el 32.9 % (n=26 pers) con primaria, el 29.1 % (n=23 pers) con secundaria, el 20.2 % (n=16 pers) con bachillerato y el 13.9 % (n=11 pers) con licenciatura.



Gráfica No. 8 Nivel de educación de los encuestados en las localidades rurales.

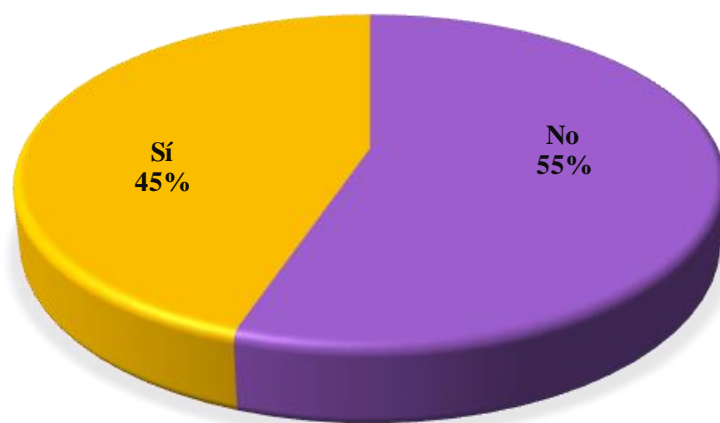


Gráfica No. 7 Nivel de educación de los encuestados en la cabecera municipal del municipio de Copainalá.

### **Experiencia y Conocimiento en el Tema.**

No todas las personas pueden identificar una situación o fenómeno de amenaza o vulnerabilidad, esto se puede percibir como menor dependiendo del conocimiento o experiencia de la persona, por ello a los encuestados se les realizó la pregunta si ellos saben qué es una amenaza, donde, en las localidades rurales el 60.7 % (n=48 pers) respondió que sí mientras que el 39.2% (n=31 pers) respondió que no, en la cabecera municipal el 32.3 % (n=62 pers) de los encuestados respondió que no sabe que es una amenaza y el 67.2 % (n=129 pers) que sí.

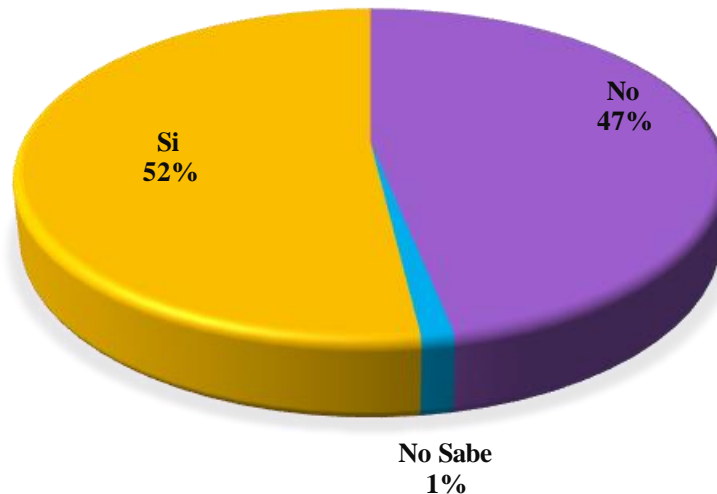
Se identificó como consideraban la zona donde ellos viven realizando la pregunta: ¿Considera usted que vive en una zona de riesgo? Especificando al lugar donde se encuentra su residencia, en la cabecera municipal el 45 % (n=86 pers) dijo que sí, mientras que el 55 % (n=106 pers) dijo que No (Gráfica No 9), los barrios con mayor respuestas afirmativas son: Trinidad con 15 encuestados de un total de 42, Tejeria Sur con 14 encuestados de un total de 22 y Concepción con 12 de un total de 16 encuestados.



Gráfica No. 9 ¿Considera usted que vive en una zona de riesgo?. Resultado de la cabecera Municipal.

En las localidades rurales el 52 % (n=41 pers) de los encuestados dijo que si consideraba que vive en una zona de riesgo, mientras que el 47 % (n=37 pers) de los encuestados dijo que No y el 1% (n=1 per) de los encuestados dijo que No Sabe (Gráfica No 10). Las localidades donde los

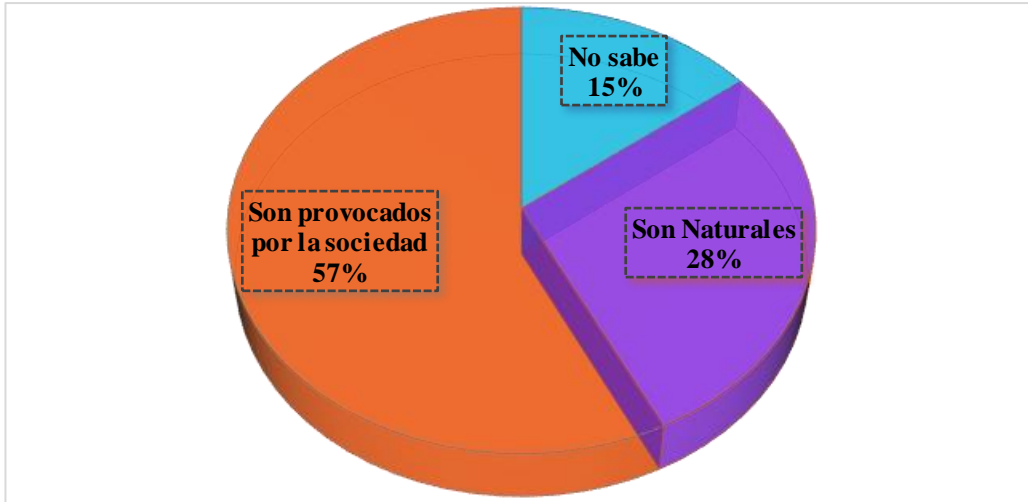
encuestados dijeron con mayor frecuencia que si vivían en una zona de riesgo son Benito Juárez con 16 encuestados de un total de 35 y La Nueva con 9 encuestados de un total de 14.



Gráfica No. 10 ¿Considera usted que vive en una zona de riesgo?. Resultado de las localidades rurales.

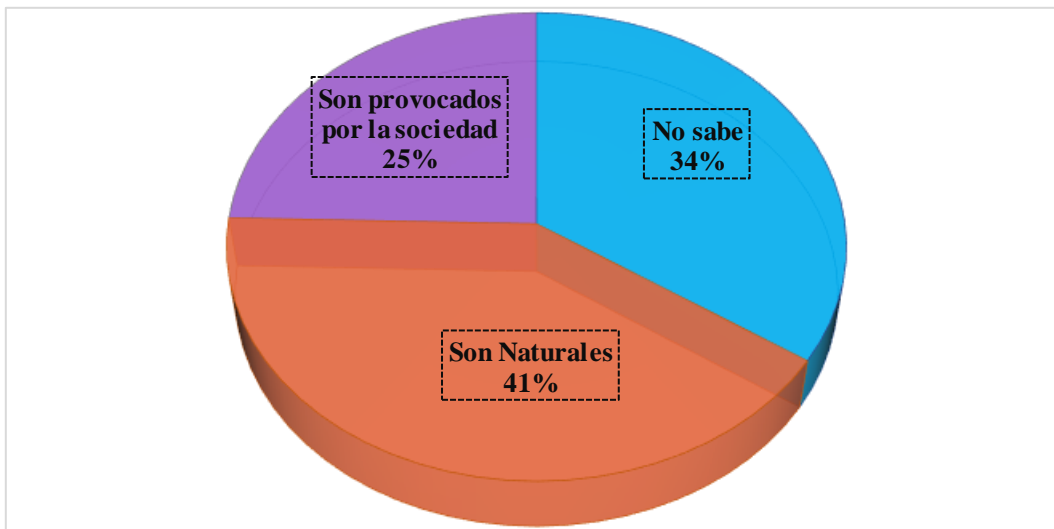
Para la gestión de riesgo es muy importante conocer la ideología de las personas, por la cual se implementó la pregunta ¿Considera que los desastres son naturales o son provocados por la sociedad?

Los datos que se obtuvieron en la cabecera municipal: 57 % (n=110 pers) de las hab. encuestados dijo que los desastres son provocados por la sociedad, el 28 % (n=54 pers) que son naturales y un 15 % (n=28 pers) que No Sabe (Gráfica No 11), destacando que los barrios que respondieron que con mayor frecuencia que los desastres son naturales es Trinidad 10 encuestados de un total de 42 y Tejeria Sur 9 encuestados de un total de 22.



Gráfica No. 11 ¿Considera que los desastres son naturales o son provocados por la sociedad?, Datos de la cabecera municipal

Mientras que en las localidades rurales se identificó que el 41 % de los encuestados dijo que los desastres son naturales, el 25 % que son provocados por la sociedad y el 34 % que no tienen conocimiento sobre ello (Gráfica No 12).



Gráfica No. 12 ¿Considera que los desastres son naturales o son provocados por la sociedad?.

Datos de las localidades rurales.

## XI. DISCUSIONES

La población que considera que vive en zona de riesgo, se divide aproximadamente a la mitad, lo que se explica por ser personas que se establecieron hace más de 40 años, en el primer caso, y la parte complementaria llegó a residir recientemente. Una mínima parte dice no saber.

Un hallazgo interesante es que en la cabecera municipal se registra una mayor proporción de personas (57 %) que ya considera el componente social en la gestación de los desastres, en cambio, en las localidades rurales, las opiniones son divididas entre si son naturales o provocados por la sociedad. Aquí resulta preocupante la proporción del 34% por ciento, es decir 1 de cada 3 habitantes, no tiene nociones de esta situación, lo que automáticamente los traslada al grupo de vulnerabilidad social.

La determinación de la vulnerabilidad global en el municipio de Copainalá y en sus diferentes localidades ofrecen una perspectiva integral para abordar los riesgos que se enfrenta las localidades. Desde el punto de vista de la gestión del riesgo, es esencial entender cómo los fenómenos naturales y las condiciones socioeconómicas pueden interactuar para aumentar la exposición y la vulnerabilidad de la población.

Por otro lado, la consideración de la sustentabilidad es crucial para garantizar que las intervenciones sean sostenibles a largo plazo. La evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica, física y social, que incluye indicadores como acceso a servicios básicos, nivel educativo y condiciones de vivienda, proporciona una visión holística de los desafíos que enfrenta la comunidad en términos de desarrollo humano y bienestar.

Desde esta perspectiva, es fundamental adoptar enfoques participativos e inclusivos en la planificación y la toma de decisiones. La elaboración de encuestas de percepción del riesgo y la participación de la cabecera municipal y las localidades, más la identificación de sitios afectados



por procesos gravitacionales en campo son ejemplos de cómo se puede involucrar a los residentes locales en el proceso de gestión del riesgo.

Además, la integración de la sustentabilidad ambiental en las estrategias de gestión del riesgo es esencial para garantizar la protección de los recursos naturales y la resiliencia de los ecosistemas frente a los impactos adversos. Esto puede incluir medidas como la conservación de áreas de recarga hídrica, la restauración de ecosistemas degradados y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles.

En resumen, una gestión del riesgo efectiva y sostenible requiere un enfoque integral que integre la evaluación de la susceptibilidad y la vulnerabilidad con consideraciones socioeconómicas y ambientales. Al involucrar a los habitantes en el proceso y adoptar un enfoque participativo, se pueden desarrollar soluciones adaptadas a las necesidades locales que promuevan la resiliencia y el bienestar a largo plazo.

## **XII. CONCLUSIONES**

El empleo de análisis geoespacial y del método heurístico y técnicas para evaluar la susceptibilidad a PG, así como la integración de múltiples variables como geología, pendiente, densidad de drenaje, uso del suelo y vegetación, proporciona una base sólida para comprender las condiciones en la zona de estudio. Este enfoque multidisciplinario es fundamental para una gestión efectiva del riesgo, utilizando los mapas de susceptibilidad a procesos gravitacionales nos ayudan a localizar las zonas que tienen un mayor grado de ocurrencia a sufrir estos fenómenos en zonas que existen asentamientos humanos y en las que aún no hay, teniendo así una herramienta muy útil en la planificación del uso o ocupación de la zona. Así como la mitigación de los impactos en las zonas que ya están siendo utilizadas.

Los resultados revelaron los niveles de vulnerabilidad de las diferentes zonas en la cabecera municipal principalmente, así como una diversidad de percepciones del riesgo por parte de la población en las localidades. Estos hallazgos son fundamentales para diseñar estrategias de gestión de riesgos efectivas y promover la sustentabilidad en la región.

El estudio realizado en el municipio de Copainalá representa un enfoque integral para la gestión de riesgos y la sustentabilidad, que combina análisis científicos, evaluación de vulnerabilidades y participación comunitaria para promover un desarrollo seguro y sostenible en la zona.

La determinación de la susceptibilidad en el municipio y la vulnerabilidad en la cabecera municipal de Copainalá y de sus 4 localidades se llevó a cabo mediante un enfoque metodológico integral que incluyó la evaluación de variables y la combinación de métodos heurísticos, análisis cartográfico y encuestas de percepción del riesgo permitió obtener una imagen completa de la situación.

Se identificaron múltiples variables condicionantes, como la geología, la pendiente, el uso del suelo y la vegetación, la densidad de drenaje y la edafología, que influyen en la susceptibilidad a procesos gravitacionales en la zona de estudio. Estas variables fueron evaluadas y ponderadas utilizando herramientas como ArcMap y Excel, lo que permitió obtener un índice de susceptibilidad que refleja las condiciones de diferentes áreas del municipio.

Además, se realizó un análisis detallado de la vulnerabilidad física, social y socioeconómica en la cabecera municipal y 4 de sus localidades rurales, considerando factores como la densidad de población, la estructura de las viviendas y el acceso a servicios básicos. Este análisis reveló áreas con diferentes niveles de vulnerabilidad, lo que proporciona información importante para la gestión del riesgo en la zona y la planificación urbana y rural.

La combinación de estos resultados permitió determinar la vulnerabilidad global del municipio. Estos hallazgos son fundamentales para la implementación de medidas de mitigación y adaptación que reduzcan la vulnerabilidad de la población y sus activos frente a los procesos gravitacionales y otros eventos adversos.

### **XIII. RECOMENDACIONES**

El análisis de la determinación de la susceptibilidad y la vulnerabilidad en el municipio de Copainalá proporciona una visión integral de los factores que contribuyen a la exposición de la población a los peligros naturales, como los procesos gravitacionales (PG). Basado en los resultados obtenidos, se pueden sugerir las siguientes recomendaciones para mejorar la gestión del riesgo en la zona:

Es crucial que para el fortalecimiento de la planificación territorial se integren estudios a PG de susceptibilidad y vulnerabilidad en los planes de desarrollo urbano y rural del municipio. Esto implica la identificación de áreas de alto riesgo y la implementación de medidas de mitigación, como la regulación de la ocupación del suelo y la promoción de la construcción segura.

Dado que los PG representan una amenaza recurrente en la zona, se recomienda establecer un sistema de monitoreo para detectar cambios en la estabilidad del terreno. Esto podría incluir la instalación de sensores geotécnicos y la realización de inspecciones periódicas en las áreas identificadas como vulnerables.

Es esencial involucrar a la población local en la gestión del riesgo mediante programas de capacitación y educación sobre medidas preventivas y de respuesta ante desastres. Esto incluye la

promoción de prácticas seguras de construcción, la elaboración de planes familiares de emergencia y la sensibilización sobre los peligros naturales presentes en la zona.

Considerando los resultados relacionados con la vulnerabilidad socioeconómica, se deben priorizar inversiones en infraestructura básica, como el suministro de agua potable, el drenaje pluvial y el acceso a servicios de salud y educación. Estas mejoras contribuirán a reducir la exposición de la población a los riesgos asociados con la falta de acceso a estos servicios.

La creación de comités de gestión del riesgo a nivel local puede facilitar la colaboración entre autoridades municipales, organizaciones de la sociedad civil y residentes para desarrollar e implementar estrategias de reducción del riesgo adaptadas a las necesidades específicas de cada comunidad. Esto promoverá un enfoque participativo y sostenible para la gestión del riesgo en el municipio.

La información recopilada a través de encuestas de percepción del riesgo puede complementar los datos técnicos y científicos utilizados en la evaluación del riesgo. Por lo tanto, se sugiere incorporar estos resultados en los procesos de toma de decisiones a nivel municipal, con el fin de promover una gestión del riesgo más inclusiva y basada en evidencia.

#### XIV. LITERATURA CITADA

- Alcántara , A. (2000). Landslides: ¿Deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, Pp7-25.
- Alcántara A., I., & Murillo, F. G. (2008). *Procesos de remoción en masa en México: hacia una propuesta de elaboración de un inventario nacional*. México: ISSN 0188-4611.
- Ávila Álvarez, G., Granados Becerra, A., Medina Bello, E., Rodríguez Castiblanco, É., Rodríguez Pineda, C., & Ruiz Peña, G. (2016). *GUÍA METODOLÓGICA PARA ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD*. Bogotá, D. C., Colombia: Servicio Geológico Colombiano.
- Bateman, A. (2007). *HIDROLOGIA BASICA Y APLICADA*. Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos
- Castillo Manjarrez, L., & Santana Díaz, Á. (OCTUBRE de 2018). *NÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LA ZONA NOR-ORIENTE DEL COMPLEJO GEOMORFOLOGICO SIERRA MORELOS. TOLUCA, MÉXICO: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO.*
- CENAPRED. (2006). *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*. México: ISBN: 970-628-906-2.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2008), *Inestabilidad de Ladera, MILADERA*, México D.F.
- CENAPRED. (Marzo de 2021). *Cobertura de Atlas Municipales*. Obtenido de Atlas Estatales y Municipales: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/cob-atlas-municipales.html>
- CIIFEN. (2020). *Definición de riesgo*. <https://ciifen.org/investigacion/clima-y-agricultura/definicion-de-riesgo/>.



Secretaría de Protección Civil (11 de Noviembre de 2020). *Se restablece red carretera federal tras el paso de Eta y el Frente Frío 11*. Gobierno de Chiapas, Comunicado 105. Obtenido de <https://www.proteccioncivil.chiapas.gob.mx/se-restablece-red-carretera-federal-tras-el-paso-de-eta-y-el-frente-frio-11>

CONABIO. (2013). *La Biodiversidad en Chiapas*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, ISBN Vol. II: 978-607-8328-00-0.

Corbetta, P. (2007). *Metodología y Técnicas de Investigación Social*. ESPAÑA: McGRAW - HILL/INTERAMERICANA, ISBN: 978-84-481-5610-7.

DataMéxico. (18 de Marzo de 2020). Obtenido de Copainalá: Economía, empleo, equidad, calidad de vida, educación, salud y seguridad pública: <https://datamexico.org/es/profile/geo/copainala>

Domínguez Morales, L., Castañeda Martínez, A., & González Huesca, A. E. (2016). *ANÁLISIS DE UMBRALES DE LLUVIA QUE DETONAN DESLIZAMIENTOS Y SUS POSIBLES APLICACIONES*. México: CENAPRED.

Domínguez, P., Vázquez, A., Barquet, D., & Arroyo, M. (Junio de 4 de 2020). Tormenta 'Cristóbal' 'pega' a 6 estados: deja inundaciones, derrumbes y evacuados. págs. <https://www.milenio.com/estados/tormenta-cristobal-deja-afectaciones-en-seis-estados-de-mexico>.

EL HERALDO. (30 de Noviembre de 2020). *Inicia censo de afectados por las tormentas tropicales ETA e IOTA*, págs. <https://www.elheraldodechiapas.com.mx/local/municipios/inicia-censo-de-afectados-por-las-tormentas-tropicales-eta-e-iota-6078197.html>.

Estrada Díaz, G. (2009). Prevenir riesgos o atender desastres en las ciudades. Dos opciones de política con alcances distintos. *Open Edition Journals*, pp. 41-56.

- F.K.G. , M. (1957). *Geología de Chiapas*. Tuxtla Gutiérrez: Gobierno de Chiapas.
- Feito, L. (2007). *Vulnerabilidad*. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos.
- Fernández, G. (2017). Propuesta metodológica: construcción de un índice de vulnerabilidad global ante la amenaza sísmica, en espacios regionales, con el uso de técnicas estadísticas multivariantes. *Terra nueva etapa*, pp. 127 - 163.
- Gestion del Riesgo de Desastres. (2017). *Tipos de Vulnerabilidad*. Obtenido de <https://perugrd.blogspot.com/2017/10/tipos-de-vulnerabilidad.html>
- Gobierno del Estado de Chiapas. (1993). *Chiapas y su Biodiversidad*. Tuxtla Gutiérrez.
- Godínez, M. d. (2007). *Hacinada, sin escuela, vive niñez albergada en Copainalá, Chiapas*. Alcaldía Cuauhtémoc: Cimacnoticias.
- Godínez, M. d. (2007). *Hacinada, sin escuela, vive niñez albergada en Copainalá, Chiapas*. Alcaldía Cuauhtémoc: CimaCnoticias.
- Guillard Gonçalves, C., & Zêzere, J. (2018). *Combining Social Vulnerability and Physical Vulnerability to Analyse Landslide Risk at the Municipal Scale*. Lisboa, Portugal: Geosciences.
- H. Ayuntamiento del Municipio de Copainalá (2019). *Plan de Desarrollo Municipal de Copainalá. (2018- 2019* Recuperado: [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffiles.transparenciachiapas.org.mx%2Fcopainala%2F2020%2F78%2F4%2F4a%2FPDM\\_COPAINALA\\_2019\\_v2.pdf&sig=AOvVaw2DWMj1OmAwS7-ABAz160Im&ust=1713910082269000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAUQn5wMahcKEwjIgLL6taFAxUAAAAAHQAAAAAQBA](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffiles.transparenciachiapas.org.mx%2Fcopainala%2F2020%2F78%2F4%2F4a%2FPDM_COPAINALA_2019_v2.pdf&sig=AOvVaw2DWMj1OmAwS7-ABAz160Im&ust=1713910082269000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAUQn5wMahcKEwjIgLL6taFAxUAAAAAHQAAAAAQBA)
- H. Ayuntamiento Municipal de Tuxtla Gutiérrez. (2012). *Atlas Municipal de Riesgos del Municipio de Tuxtla Gutiérrez*. Tuxtla Gutiérrez: SEDESOL.

- H. Foschiatti, A. M. (2009). *APORTES CONCEPTUALES Y EMPIRICOS DE LA VULNERABILIDAD GLOBAL*. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste .
- Hernández Atencia, Y., & Ramírez Arcila, H. (2016). EVALUACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A VULNERABILIDAD FÍSICA POR TALUDES Y LADERAS INESTABLES EN LA MICROCUENCA CAY, IBAGUÉ, TOLIMA, COLOMBIA. *CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA*, 11-128.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2016). *Determinación del riesgo al deslizamiento de laderas*. Ocozocautla de Espinosa, Chiapas: Centro de Investigaciones Regional Pacífico Sur.
- INEGI. (2014). *Guía para la interpretación de cartografía: edafología: escala 1:250 000: serie III*. México: INEGI.
- INEGI. (2008). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Copainalá*. Chiapas.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Tabulados Básicos. Consulta en línea. <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=10>
- Instituto Nacional para el Federalismo (INAFED) (S.F), Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Chiapas. Copainalá Recuperado de: <http://inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/municipios/07021a.html>
- M. Alcocer, S., Reyes Salinas, C., Mendoza López, M. J., Jiménez Espinosa, M., Vázquez Conde, T., & Saldívar, S. (2008). Inestabilidad de Laderas. *MILADERA*, ISBN: 970-628-896-1.
- M. Highland , L., & Bobrowsky, P. (2008). *Manual de derrumbes: Una guía para entender todo sobre los derrumbes*. EE.UU., Reston, Virginia: Circular 1325 del Sistema Geológico de los EUA.

- Maskrey, A. (1993). *LOS DESASTRES NO SON NATURALES*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en America Latina. Obtenido de <https://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>
- Mustafa, D., Ahmed, S., E. Saroch and The Risk to Resilience Study Team, (2008): *Fijar la vulnerabilidad: de las narrativas a los números, del riesgo a la resiliencia*, documento de trabajo No. 2, eds. Moench, M., Caspari, E. & A. Pokhrel, ISET, ISET-Nepal and ProVention, Kathmandu, Nepal, 28 pp.
- Narváez, L., Lavell, A., & Pérez Ortega, G. (2009). *La Gestión del Riesgo*. Lima Perú: Secretaría General de la Localidad Andina.
- Navarro Loranca, M. (2015). *Vulnerabilidad Social en el Sur del Estado de México*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Navarro, J. (2012). “*SUSCEPTIBILIDAD Y AMENAZA DE MOVIMIENTOS DE LADERA MEDIANTE S.I.G. EN EL MUNICIPIO DE BERLÍN,* MADRID: [https://eprints.ucm.es/19876/1/TFM\\_JNV\\_FINALCUT.pdf](https://eprints.ucm.es/19876/1/TFM_JNV_FINALCUT.pdf).
- Núñez González, B. (2020). *Caracterización de procesos Gravitacionales del Tramo Carretero Chicoasén-Copainalá, para la Generación de un Mapa de Susceptibilidad*. . México: (Tesis de Licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Pp 99.
- ONU. (1 de Mayo de 2021). *Naciones Unidas*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible>.
- Paz Tenorio, J. (2012). ). *La inestabilidad de laderas y la construcción social del riesgo; tres casos en el sur de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*. Tesis de Maestría) Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas: Noviembre Pp. 160.

- 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., Domínguez Salazar, F., & González Herrera, R. (2019). *Análisis de los Procesos Gravitacionales en Chiapas en los últimos 20 años, a partir de tres casos*. PRODEP / SEP. 60 pp.
- Paz Tenorio, J., Gómez Ramírez, M., González Herrera, R., & Domínguez Salazar, F. (2011a). *"Los procesos de remoción en masa en Chiapas; una revisión de los últimos cinco años (2006-2011)"*. Lacandonia Revista de Ciencias de la UNICACH Año 5: Vol. 5 Núm. 1 junio. Pp. 113-122.
- Paz Tenorio, J.A., Gómez Ramírez, M., González Herrera, R. y Velasco Herrera, J.A. (2016), *Caracterización de Procesos Gravitacionales en Diferentes Ambientes Geológicos de Chiapas, México*. Espacio I+D; Innovación más Desarrollo. 12. Recuperado de: <http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num12/pdf/gravitacionales.pdf>
- Pérez, M. (2005). *Aproximación a un estudio sobre vulnerabilidad y violencia familiar*. México: On-line ISSN 2448-4873.
- Pierri, N. (2005). *Historia del concepto de desarrollo sustentable*. Universidad Santo Tomás.
- Ramírez Correa, B. A., & Rodríguez Londoño, V. (2017). *Comparación métodos heurístico y estadístico bivariado para zonificar la susceptibilidad por deslizamientos, subzona hidrográfica río Tapias y aferentes al Cauca*. UNIVERSIDAD DE MANIZALES.
- Ramos Ribeiro, R. R., Olcina Cantosb, J., & Molina Palacios, S. (2014). *ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN DE LOS RIESGOS NATURALES EN LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE*. Investigaciones Geográficas, pp. 147-157.



Reyes, A., Montilla, A., Castillo, P., & Narciza, M. (2017). *Amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante eventos naturales. Factores socialmente contruidos*. Ecuador: REVISTA CIENCIA E INVESTIGACIÓN, E-ISSN: 2528-8083, VOL. 2.

Reyes, A., Montilla, A., Castillo, P., & Narciza, M. (2017). *Amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante eventos naturales. Factores socialmente contruidoS*. Ecuador: REVISTA CIENCIA E INVESTIGACIÓN, E-ISSN: 2528-8083, VOL. 2.

Rodríguez Van Gort, M. (2018). Cuantificación de vulnerabilidad y riesgo: las inundaciones en Motozintla de Mendoza, Chiapas, México. *Revista Cartográfica* 97, 81-104.

Ruiz Gómez, M. M. (2006). El crecimiento de los asentamientos irregulares en áreas protegidas. La delegación Tlalpan. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto Geografía, UNAM*, pp. 83-109.

Secretaría de Bienestar. (2020). Censo de viviendas afectadas por inundaciones en Chiapas llegará a 145 localidades en el segundo día. Comunicado 092, 26 de noviembre. Recuperado de: <https://www.gob.mx/bienestar/prensa/centso-de-viviendas-afectadas-por-inundaciones-en-chiapas-llegara-a-145-localidades-en-el-segundo-dia?idiom=es>

Secretaría de Bienestar. (2020). Censo de viviendas afectadas por inundaciones se aplicará este sábado en 162 localidades de Chiapas. Comunicado 095, 27 de noviembre. Recuperado de: <https://www.gob.mx/bienestar/prensa/centso-chiapas-28-de-noviembre?idiom=es>

Secretaría de Bienestar. (2020). En Chiapas avanza el censo de viviendas afectadas por inundaciones; se aplica este martes en 78 localidades. Comunicado 101, 30 de noviembre. Recuperado de: <https://www.gob.mx/bienestar/prensa/en-chiapas-avanza-el-centso-de-viviendas-afectadas-por-inundaciones-se-aplica-este-martes-en-78-localidades?idiom=es>

SEDESOL. (2017). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2017*. México. Obtenido de [http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Chiapas\\_021.pdf](http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Chiapas_021.pdf)

Twigg, J. (2007). *Características de una Localidad Resiliente ante los Desastres*. Reino Unido: Disaster Risk Reduction Interagency Coordination Group.

UNISDR. (2009). *Terminología sobre la Reducción del Riesgo del Desastre*. Ginebra, Suiza.

Vázquez Sánchez, M., & Méndez Ramírez, J. (2011). LA VULNERABILIDAD DE LOS ASENTAMIENTOS EN ESPACIOS NO URBANIZABLES EN EL MUNICIPIO DE SAN MATEO ATENCO, ESTADO DE MÉXICO. *QUIVERA*, pp. 244-268.

Wilches, G. (1989). *DESASTRE, ECOLOGISMO Y FORMACIÓN PROFESIONAL*. Popayán: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

SEMARNAT. (2002). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2002*. México: [https://paot.org.mx/centro/inesemarnat/informe02/estadisticas\\_2000/informe\\_2000/intro.htm](https://paot.org.mx/centro/inesemarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/intro.htm).

Sistemas de Información Cultural. (2019). *Ficha del Monumento Histórico: Templo de San Miguel Arcángel*. Red Nacional de Información Cultural Coordinación Nacional de Desarrollo Institucional/SIC, México. Recuperado de: [https://sic.cultura.gob.mx/ficha.php?table=monumento\\_historico\\_pf&table\\_id=2308](https://sic.cultura.gob.mx/ficha.php?table=monumento_historico_pf&table_id=2308)

## ANEXOS

### ENCUESTA PARA PERCEPCIÓN DEL RIESGO

#### PREGUNTAS

Fecha: \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Escolaridad: \_\_\_\_\_ Género: M\_\_\_\_

F\_\_\_\_

**Objetivo:** Conocer la percepción de riesgos ante fenómenos perturbadores de origen natural que tienen las personas, respecto a la zona donde habitan, a través de sus vivencias y acorde a la edad y escolaridad que presentan.

**1.- ¿Cuánto tiempo tiene viviendo en su localidad?** \_\_\_\_\_

#### SONDEO SOBRE LA PERCEPCIÓN DEL RIESGO

**2.- ¿Usted sabe que es una amenaza natural?**

a). -Si

b). -No

**3.- Si responde Si; ¿Cuáles conoce?**

---

---

**4.- ¿Considera usted que vive en una zona de riesgo?**

a). -Si

b). -No

**5.- En el tiempo que lleva viviendo en su comunidad, ¿Ha sucedido algún desastre que recuerde que haya dañado la comunidad en que vive?**

- a). -Si
- b). -No
- c). -No sabe/No contesta

**6.- Indique el grado de daño causado por algún tipo de evento natural, valore entre 1 y 10, (10 es el grado más alto y 1 es el grado más bajo). Si No sabe/ No contesta, no marca nada, marque solo una opción**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

**7.-Que tanto le preocupa los daños causados por este evento natural, valore entre 1 y 10, (10 es el grado más alto y 1 es el grado más bajo). Si No sabe/ No contesta, no marca nada, marque solo una opción**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

**8.- ¿Cuál cree que será la evolución del impacto de estos eventos naturales?**

- a). -Empeorará
- b). -Mejorará
- c). -Segura igual
- d). -No sabe/No contesta

**9.- Seleccione las amenazas por fenómenos naturales que más le preocupa:**

- a). -Temperaturas Extremas
- b). -Temblores
- c). -Incendios forestales
- d). -Desertificación
- e). -Inundaciones
- f). -Sequias
- g). -Deslizamientos, Derrumbes

- h). -Huracanes
- i). -Erosión
- j). -Vientos Fuertes
- k). -Erupciones Volcánicas
- l). -Ninguno
- m). -Otros

**10.-Señale cuáles son las principales amenazas por fenómenos naturales que le afectan o pueden afectar donde usted vive.**

- a). -Temperaturas Extremas
- b). -Temblores
- c). -Incendios forestales
- d). -Desertificación
- e). -Inundaciones
- f). -Sequias
- g). -Deslizamientos, Derrumbes
- h). -Huracanes
- i). -Erosión
- j). -Vientos Fuertes
- k). -Erupciones Volcánicas
- l). -Ninguno
- m). -Otros

11.-Indique en qué grado cree que los impactos de los fenómenos naturales son producto de la sociedad valore entre 1 y 10, (10 es el grado más alto y 1 es el grado más bajo). Si No sabe/ No contesta, no marca nada, marque solo una opción

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



**12.- ¿Usted considera que los desastres son naturales o son causados por la sociedad?**

1.-Si

3.-No sabe

**13.- ¿ha recibido alguna vez usted información o platica sobre riesgos de desastres?**

1.-Si

2.-No

**13.- ¿ha recibido alguna vez información sobre derrumbes o deslizamientos?**

1.-Si

2.-No

**14.-Indique si en alguna ocasión ha sufrido algún impacto de derrumbes (Deslizamientos, Procesos de Remoción en Masas, Procesos Gravitacionales)**

1.-Si

2.-No

**15.-Si contesta Sí. ¿Cuáles fueron los daños causados?**

<b>Daños</b>	<b>Sí</b>	<b>Ninguno</b>
Pérdida de Vidas		
Pérdida de Producción		
Daños de Viviendas		
Daño a su Propiedad		
Desplazamiento a otro lugar		
Condiciones de Salud		

Eficacia de la Energía		
Escasez de Agua		
Escasez de Alimento		

**16.-Pensando en el último desastre relevante, ¿Cuáles fueron los daños causados?**

<b>Daños</b>	<b>Sí</b>	<b>Ninguno</b>	<b>Muy Bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy Alto</b>
Pérdida de Vidas							
Pérdida de Producción							
Daños de Viviendas							
Migración							
Condiciones de Salud							
Eficacia de la Energía							
Escasez de Agua							
Deforestación							
Otro _____							