

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

INFORME DE SERVICIO SOCIAL

**TRAZO DE LA DIRECCIÓN DEL FLUJO
SUBTERRÁNEO RESPECTO AL RÍO SABINAL**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO TOPÓGRAFO E HIDRÓLOGO

PRESENTA

MIGUEL ANTONIO HERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ

DIRECTOR

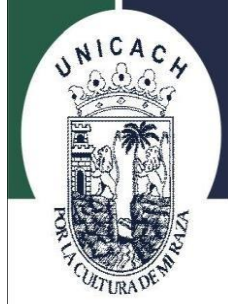
DR. MAURO MORENO CORZO

CODIRECTOR

MTRO. BENITO JAVIER VILLANUEVA DOMÍNGUEZ

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

julio de 2022





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
11 de julio de 2023

C. Miguel Antonio Hernández Domínguez

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Topográfica e Hidrología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
Trazo de la dirección del flujo subterráneo respecto al Río Sabinal

En la modalidad de: Servicio Social

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Mtro. Benito Javier Villanueva Domínguez

Mtro. Francisco Félix Domínguez Salazar

Dr. Mauro Moreno Corzo

Firmas:

C.c.p. Expediente



ÍNDICE

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
ANTECEDENTES.....	5
OBJETIVOS.....	7
GENERAL.....	7
ESPECÍFICOS.....	7

CAPÍTULO II

DATOS DEL ESTADO Y ZONA DE ESTUDIO.....	7
UBICACIÓN.....	7
FISIOGRAFÍA.....	9
HIDROLOGÍA.....	12
USO DEL SUELO.....	14
EDAFOLOGÍA.....	17

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES ESPECÍFICAS Y GLOBALES DESARROLLADAS.....	20
INTERPRETACIÓN DE LA BASE DE DATOS REPDA.....	20
CONVERSIÓN Y REPROYECCIÓN DE COORDENADAS.....	22
DEPURACIÓN DE LA BASE DE DATOS REPDA.....	25
CENSO DE APROVECHAMIENTO.....	25
RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	28
GEORREFERENCIACIÓN DE LOS POZOS.....	33
SONDEO Y REGISTRO DE LOS PIEZÓMETROS.....	34
CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS REPMA.....	36
TRAZO DE LA DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO.....	41

CAPÍTULO IV

DESARROLLO EN LA ZONA DE ESTUDIO	47
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	57

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS.....	60

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El agua cubre más del 70% de la superficie del planeta; se la encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible: un solvente extraordinario, un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos; tiene una gran capacidad calorífica y tiene la propiedad de expandirse cuando se congela. Con su movimiento puede modelar el paisaje y afectar el clima (Fernández Cirelli, 2012)

Chiapas es una de las 10 primeras regiones del mundo con mayor reserva de aguas subterráneas; se estima una reserva por encima de los 2.500 millones de metros cúbicos. En la entidad existen actualmente 15 acuíferos subterráneos, de los cuales ninguno registra déficit de extracción, siendo los más voluminosos Chicomuselo, Ocosingo y Acapetahua, con 700 mil, 390 mil, y 307 mil millones de metros cúbicos respectivamente (Martínez Andrés, 2018).

Este documento es el resultado de la investigación sobre la dirección del flujo subterráneo en la zona de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, surge a partir de diversas interrogantes relacionadas con el comportamiento del agua subterránea en las diferentes localidades del área de estudio. Esta se encuentra en la zona norte y parte del sur del valle de Tuxtla Gutiérrez, siguiendo el recorrido del río Sabinal, esto debido a que el agua superficial es escasa y en las que se tienen problemas de contaminación por los que el abastecimiento por el consumo humano es a base de pozos, norias y manantiales, además de conocer si el flujo subterráneo abastece al río Sabinal o viceversa.

Basado en la recopilación de información de pozos como la localización y el nivel freático de los pozos y manantiales, para la creación de un mapa de superficie piezométrica y conocer la dirección del flujo subterráneo de la zona, lo cual permitirá a la población tomar decisiones sobre el aprovechamiento del agua y ser la base de futuros proyectos relacionados al agua subterránea.

JUSTIFICACIÓN

Tuxtla Gutiérrez es la capital de uno de los estados que cuenta con un gran recurso hídrico y a pesar de ello, no se tiene información suficiente y actualizada que nos permita observar el comportamiento del flujo subterráneo.

En el caso del valle de Tuxtla Gutiérrez, la prioridad es conocer el comportamiento del agua subterránea y contar con información que permita cuantificar dentro de lo posible la disponibilidad que se tiene de este recurso para mantener el régimen y tener una buena gestión del agua subterránea sin alterar el balance natural. Por esta razón en la capital del estado de Chiapas, se optó por realizar el presente estudio.

ANTECEDENTES

Si bien la información existente sobre el flujo subterráneo está muy limitada en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, existen estudios similares donde se hable del flujo subterráneo tanto de algunos estados de la República Mexicana como de otros países.

Se hizo una recopilación de diferentes trabajos con temas enfocados en la investigación de flujos de agua subterránea en diferentes partes del país y del mundo, como una guía de estudio para la realización de nuestra investigación, a continuación, se presentan las siguientes:

- En la tesis “Determinación de los sistemas de flujo del agua subterránea y caracterización de sus componentes en regiones desérticas: El caso de Loreto, Baja California Sur” realizado por Antalia González Habraham (2011), señala que para la recopilación de información cuya interpretación permitió la identificación de zonas de recarga y descarga se utilizó el software ArcGIS 3.2. La georreferenciación correspondiente, así como la ubicación de la toma de muestras en campo se hizo con ayuda de un navegador GPS marca Garmin. Realizó una previa selección de los pozos y manantiales a muestrear tomando en cuenta, para el caso de los pozos y norias, los datos de propietario y su uso. Dicha información se obtuvo del informe final de la actualización hidrológica de los acuíferos de San Juan B. Londó y Loreto, BCS (CONAGUA 2006) . Posteriormente, para la ubicación de la toma de muestras, los pozos y manantiales se ubican en un mapa y las coordenadas fueron ingresadas en un navegador GPS marca Garmin (proyección: WGS 1984). En ocasiones fue necesario aplicar el criterio personal en la selección

de muestras de agua de los pozos ya que en algunos casos no pudo tomarse la muestra debido a que no estaba encendido el pozo o ya no estaba en funcionamiento.

- En el proyecto llamado “Gestión del agua subterránea en los acuíferos de la cuenca del río Ayuquila-Armería en Jalisco y Colima, México” realizado por Rodrigo Alejandro Hernández Juárez, Luis Manuel Martínez Rivera, Liliana Andrea Peñuela Arévalo y Samuel Rivera Reyes (2019). La CONAGUA, por medio del Sistema de Solicitud de Información del Estado de Jalisco (INFOMEX Jalisco), a solicitud expresa, entregó la información del REPDA en una base de datos que contenía 3172 registros de las concesiones de agua subterránea otorgadas, entre enero de 1994 y agosto de 2015, con las especificaciones siguientes: localización geográfica, código del título, volumen concesionado, cantidad de anexos, usos, plazo de la concesión, profundidad de la perforación, nombre del acuífero, gasto requerido, diámetro del pozo y si cuenta o no con medidor. Se eliminaron de la base de datos todos los registros en los que no fue posible corregir su ubicación, y se realizó una selección espacial con los polígonos de los acuíferos, para elegir los que quedaron dentro de los acuíferos, y se obtuvieron 3122 registros. La cantidad de concesiones y el volumen concesionado se pueden utilizar como indicadores de la presión antropogénica, para cuantificar el uso e identificar las regiones con mayor presión sobre el agua subterránea. Una de las ventajas principales de contar con un sistema de derechos concesionados, basado en la administración pública, es la posibilidad que tiene dicha agencia de elaborar la planificación y gestión del agua subterránea. Sin embargo, el otorgamiento de concesiones en estos acuíferos se efectúa sin planeación de la oferta y la demanda. Las concesiones de agua subterránea no se están utilizando como instrumento de gestión para limitar y controlar su extracción, lo que ha provocado el sobre concesionamiento de los acuíferos de la cuenca del río Ayuquila-Armería. Por lo cual, es necesario que el REPDA cuente con un sistema eficiente para incorporar y procesar la información, que permita conocer la demanda y la disponibilidad en tiempo real.

- En la revista científica “Aguas subterráneas, humedales y servicios ecosistémicos en Colombia” menciona que las aguas subterráneas constituyen más del 97 % del agua líquida dulce disponible en el planeta y la única fuente segura para abastecimiento humano y para satisfacer las demandas de actividades económicas, especialmente de la agricultura (National Groundwater Association 2015). El resultado de la exploración y la investigación es un modelo hidrogeológico conceptual en el que se identifican claramente las condiciones de las distintas unidades

hidrogeológicas, sus propiedades hidráulicas y las direcciones de flujo, desde las zonas de recarga, a través del tránsito y hasta las áreas de descarga.

OBJETIVOS

General

- Realizar el trazo de la dirección del flujo subterráneo respecto al Río Sabinal.

Específicos

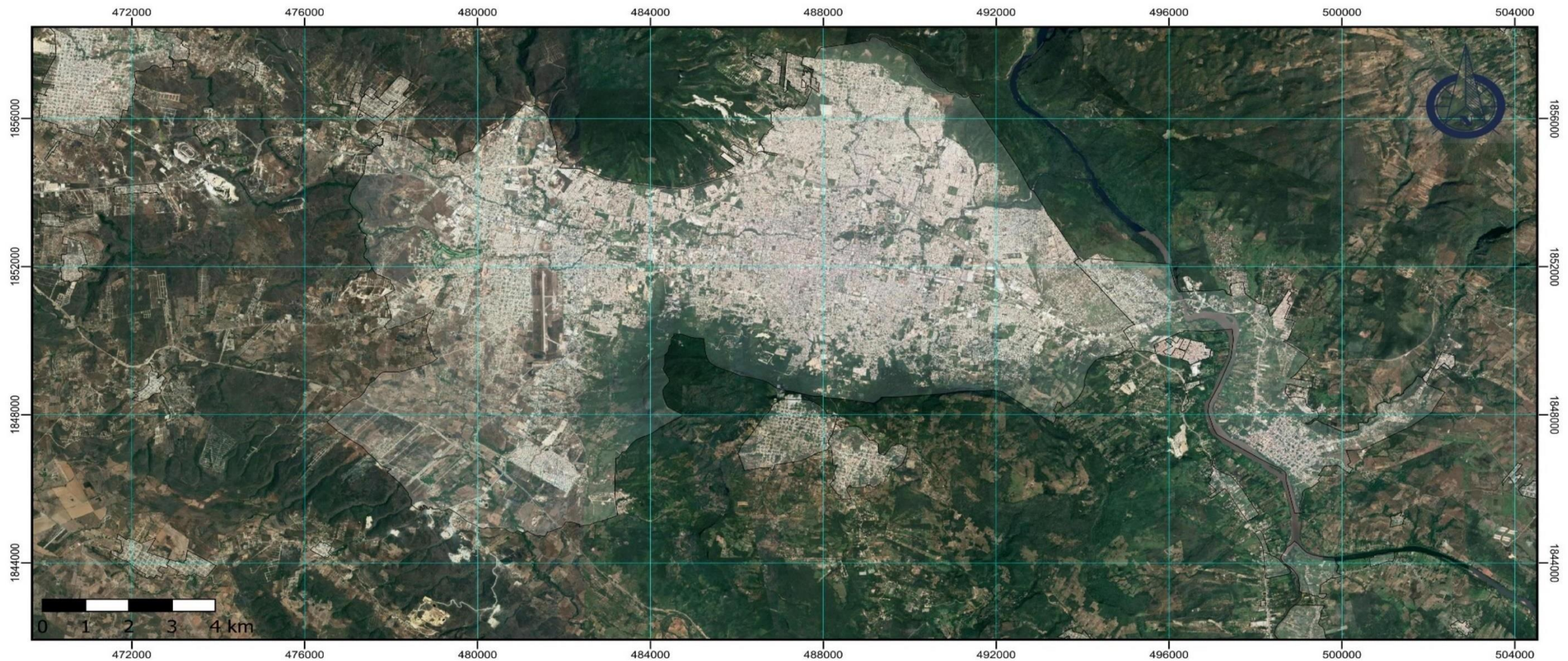
- Seleccionar los pozos de la base de datos REPDA.
- Georreferenciar y sondear los pozos.
- Realizar la cartografía de la dirección del flujo subterráneo con la nueva base de datos REPMA.

CAPÍTULO II

DATOS DEL ESTADO Y ZONA DE ESTUDIO

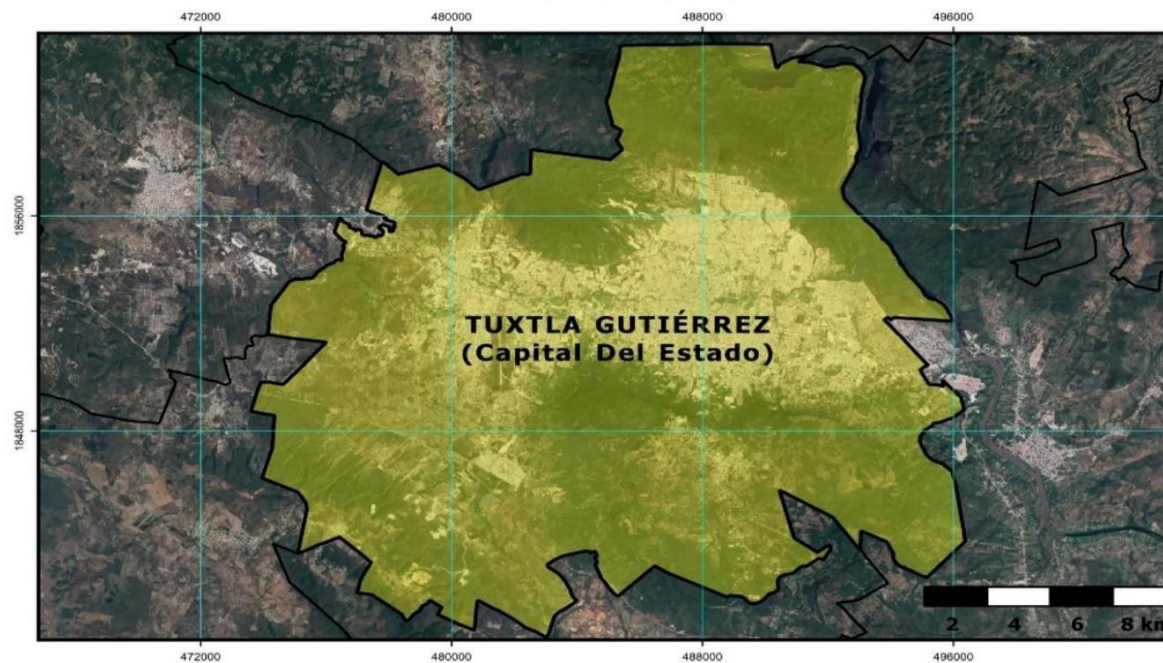
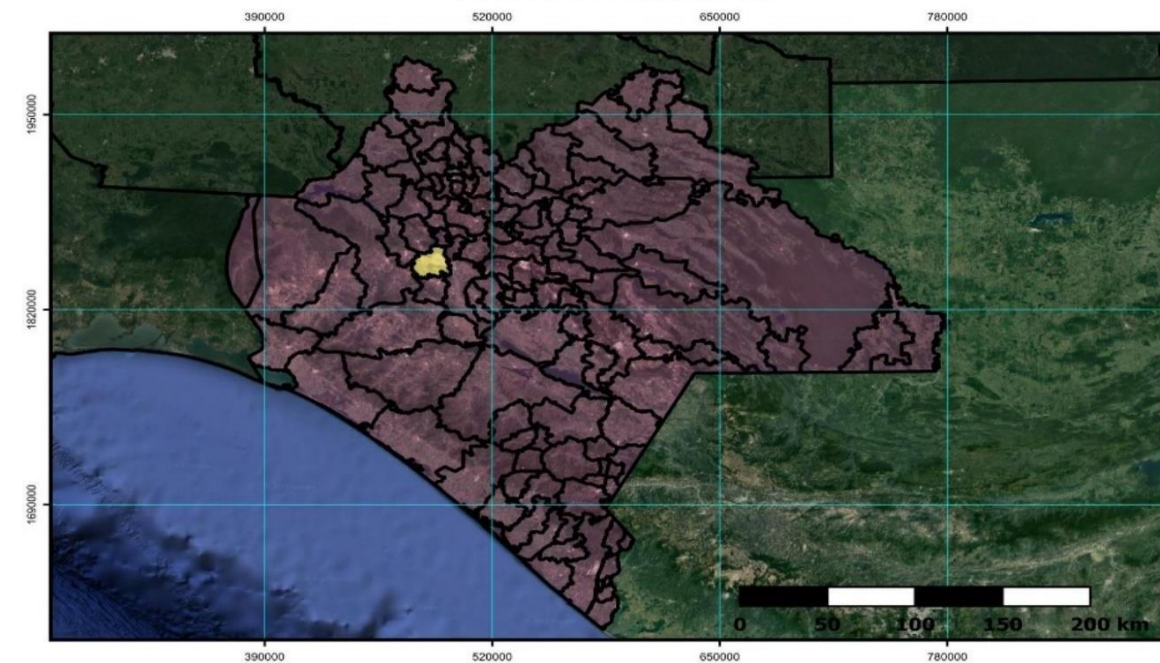
UBICACIÓN

Chiapas se localiza al sureste de México; colinda al norte con el estado de Tabasco, al oeste con Veracruz y Oaxaca, al sur con el Océano Pacífico y al este con la República de Guatemala. Al norte $17^{\circ}59'$, al sur $14^{\circ}32'$ de latitud norte; al este $90^{\circ}22'$, al oeste $94^{\circ}14'$ de longitud oeste. (SECTUR, 2021). Se conforma por 123 municipios, dentro de los cuales, se encuentra el municipio de Tuxtla Gutiérrez, siendo una de las ciudades más importantes y la capital del estado. Colinda al norte con los municipios de San Fernando, Osumacinta y Chiapa de Corzo; al este con el municipio de Chiapa de Corzo; al sur con municipios de Suchiapa; al oeste con los municipios de Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal.



Ubicación Nacional

Ubicación Estatal



Mapa 1: Ubicación de la Zona de Estudio (Google Satélite)

UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Mapa de ubicación donde se realizará el recorrido y búsqueda de los pozos con base en el Registro Público del Derecho al Agua (REPDA) 2021

Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 15Q

Proyección: Transversal de Mercator

Datum: WGS 1984

Cuadrícula: UTM a cada 4 Km

ESCALA 1:110000

FUENTES

GOOGLE, Mapa Satelital de Google
 GEOWEB CHIAPAS (2020) Archivo Shape de Municipios del Estado de Chiapas
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Ubicación de la Zona de Estudio



FISIOGRAFÍA

El estado de Chiapas se caracteriza por contar con variados tipos de relieve y, por tanto, de climas. Los diferentes tipos de relieve existentes en el estado se encuentra a su vez alojados en las zonas que se describirán continuación y que aproximadamente son franjas paralelas a la Costa Pacífica y que del Pacífico al Golfo son: Planicie Costera del Pacífico, Sierra Madre de Chiapas, Depresión Central, Meseta Central, Montañas del Oriente, Montañas del Norte, Planicie Costera del Golfo y Tierras Bajas Chapoyal.

Planicie Costera del Pacífico

Esta provincia fisiográfica está constituida por una llanura de más de 280 km de longitud adyacente al litoral pacífico y que comienza desde el estado de Oaxaca en la laguna litoral conocida como Mar Muerto, y se continúa en el vecino país de Guatemala. Su subsuelo se considera constituido por rocas del complejo basal. La poca altitud de la planicie costera aunada a su latitud, explica su clima tropical con lluvias de verano, aunque éstas son escasas y siendo la parte noroeste notablemente más seca que la sureste, por lo cual esta última parte está cubierta de selva tropical; mientras que la parte noroeste está caracterizada por vegetación de sabana y en algunos lugares hasta con plantas xerófitas.

Sierra Madre de Chiapas

El límite norte de la provincia que se acaba de describir es precisamente la provincia denominada Sierra Madre de Chiapas, que consiste de una franja de terrenos elevados, paralela a la planicie costera que atraviesa el estado y prosigue en terrenos de Oaxaca y Guatemala. Con una longitud de 250 km y una anchura de 50 km en el noroeste y 65 km en el sureste, para alcanzar 14,000 km² de extensión. La mayor elevación de la provincia y del estado se localiza en el volcán Tacaná (4060 msnm), pero su promedio es en el extremo sureste de 3000 msnm y desciende hasta los límites con Oaxaca a 1500 msnm.

Depresión Central

También conocida en algunos textos como Valle Central de Chiapas, esta región es paralela a la Sierra Madre, está orientada al noroeste-sureste y cuenta dentro del estado con una longitud de 280 km. La anchura es de 30 km en el sureste, aumentando a 55 km en el noroeste para

disminuir a 25 y hasta 20 km en la zona de Cintalapa contando con una superficie de 9000 km². En el sureste la altitud es hasta 700 m y hacia el noroeste desciende hasta los 500 msnm, formando valles amplios tales como el del Alto Grijalva en rocas calcáreas y arcillosas.

Meseta Central

También conocido como Altiplanicie o altos de Chiapas, y en ella quedan comprendidas las ciudades de San Cristóbal de las Casas y Comitán. Tiene una longitud de 160 km, una anchura máxima de 75 km en promedio de 50 km y una extensión de 11,000 km² aproximadamente. En el lado sureste de la Meseta y Altiplanicie Central, la altitud es de 500 a 560 msnm, con máximos hasta 3,050, como es el caso del volcán Tzontehuitz, y de 2660 en el volcán Huitepec, que resultan ser manifestaciones aisladas basáltico-andesíticas que se encuentran dentro del predominio calcáreo-dolomítico que conforma a esta provincia.

Montañas del Norte

Denominada como Montañas Plegadas del Norte de Chiapas, dado su carácter profundamente abrupto, producto de un intenso fallamiento, fracturamiento y plegamiento de las rocas (principalmente calizas y dolomías) que predomina en el área y que le infringen un toque marcadamente cárstico. Su longitud es de 250 km y su anchura es hasta de 65 km con una superficie de 12,000 km². La altitud de las montañas del Norte llega a ser en su límite sur de 1500 msnm y de 50 m en su límite norte. El relieve accidentado con que cuenta influye para que hasta los 1000 msnm el clima sea tropical, húmedo y a mayor altura se haga templado, en las partes bajas se encuentran selvas y bosques tropicales y alturas mayores, encinos y pinos.

Montañas del Oriente

También denominada Serranía de Lacandonia, se encuentra limitada al poniente por la Meseta Central, al norte por las Sierras del Norte, al este por Guatemala y al sur por la provincia Tierras Bajas Chapayal. La Lacandonia cubre un área de 11,000 km², con una longitud de 225 km y una anchura hasta de 70 km en el noroeste y de 100 km en el sureste. Su topografía es montañosa y consiste en una serie de serranías. Con rumbo noroeste y sureste separadas por valles intercalados y que corresponden a estructuras anticlinales de composición calcárea de edad cretácica inclinadas de terrígenos y Calizas Arcillosas del terciario, respectivamente. Las mayores

altitudes alcanzan hasta 1200 m, pero en general la región se caracteriza por tener elevaciones no considerables, predominantemente entre 300 y 700 msnm.

Planicie Costera del Golfo

Se sitúa al norte de la provincia de las montañas del Norte y se continúa hasta terrenos tabasqueños, se forma en el Estado de Chiapas en las 2 salientes del norte que en suma resultan tener una longitud de 135 km y una anchura hasta de 50 km, con una superficie de 5000 km². Esta planicie tiene una pendiente muy baja hacia el norte y se desprende desde los 50 msnm.

Tierras Bajas Chapayal

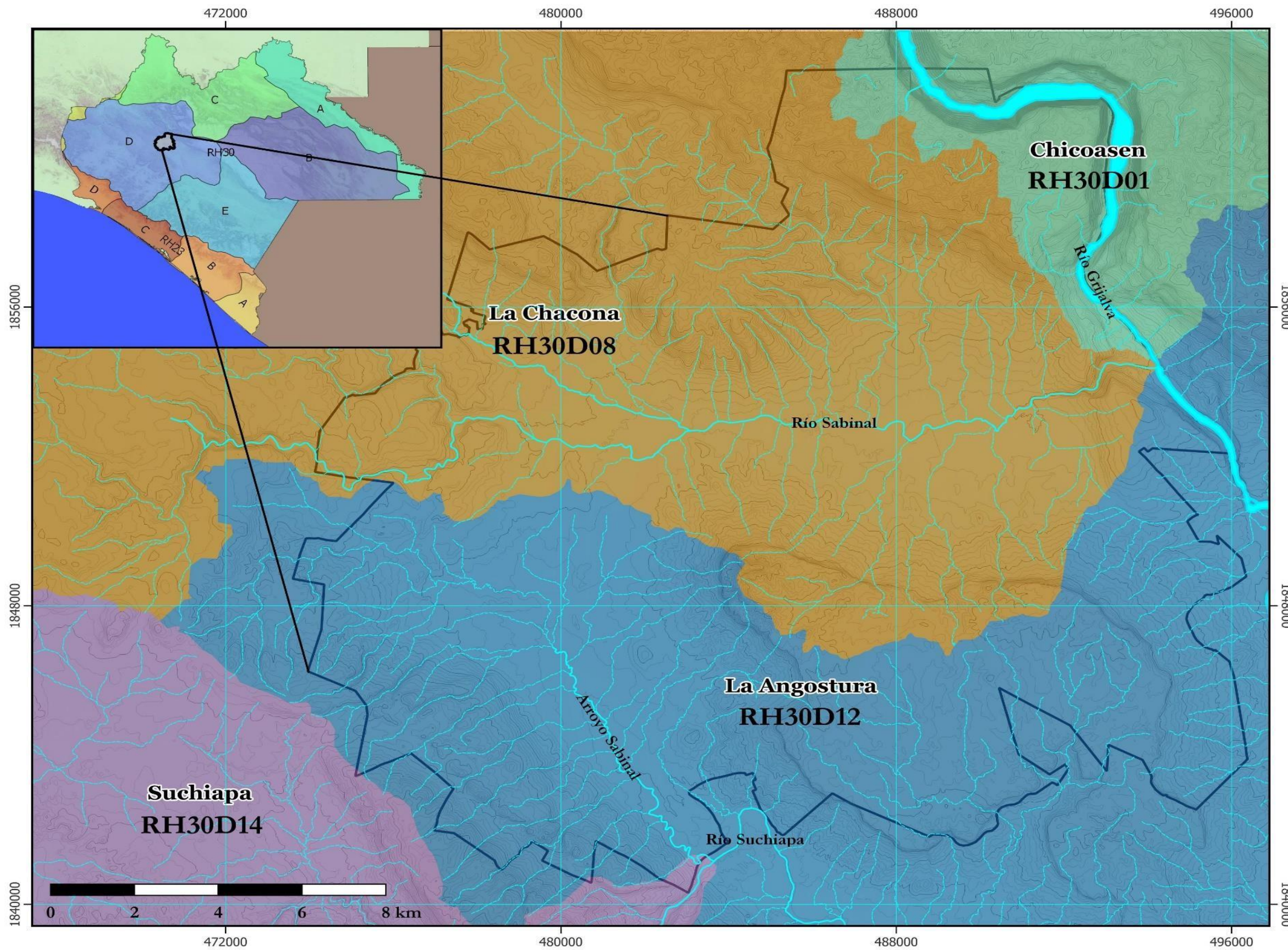
Esta provincia dominada también marqués de comillas, cubre el vértice oriental del Estado. Se caracteriza por representar planicies con topografía casi plana de gran extensión, siendo frecuentes las de inundación con depósitos aluviales de los ríos Lacan Tun Usumacinta, Chixoy y de la Pasión, además de lomeríos suaves con relieves dominantes menores de 300 msnm, las planicies varían de 100 a 250 msnm. La presencia de sedimentos y rocas arcillosas terciarias que forman las planicies y lomeríos propios y característicos de esta provincia tiene orientación es noroeste-sureste.

HIDROLOGÍA

Los abundantes recursos hidrológicos del Estado de Chiapas representan aproximadamente el 30% del total del país. En total, cuenta con 110 mil hectáreas de aguas continentales, 260 kilómetros de litoral, un mar patrimonial de 96 mil km², 75.230 hectáreas de esteros y 10 sistemas lagunarios. Se divide en dos regiones hidrológicas separadas por la Sierra Madre de Chiapas: RH 23 “Costa de Chiapas”, con cursos de agua cortos caracterizados por crecidas anuales que vierten sus aguas al océano Pacífico y RH 30 “Grijalva – Usumacinta”, drenada por ríos de régimen regular que vierten sus aguas al océano Atlántico.

La región hidrológica 23 “Costa de Chiapas” contiene cuatro cuencas hidrográficas que son: (A) Río Suchiate y otros, (B) Río Huixtla y otros, (C) Río Pijijapan y otros y (D) Mar Muerto. Los ríos generalmente no desembocan directamente al mar, sino en lagunas costeras o albuferas. Destaca en importancia el Río Suchiate, por ser limítrofe entre la República de Guatemala y los Estados Unidos Mexicanos.

La región hidrológica 30 “Grijalva – Usumacinta” contiene seis cuencas hidrográficas que son: (A) Río Usumacinta, (B) Río Lacantún, (C) Río Grijalva – Villahermosa, (D) Río Grijalva – Tuxtla Gutiérrez y (E) Río Grijalva – La Concordia. Los ríos principales son el Grijalva y el Usumacinta, los cuales forman un solo sistema fluvial. El río Usumacinta se forma en las partes altas de la sierra de los Cuchumatanes en Guatemala y desemboca en el Golfo de México, siendo el más largo y caudaloso de América Central. El río Grijalva es el segundo más caudaloso del país y el mayor productor de energía eléctrica. Sobre el curso del Grijalva, se han construido cuatro presas: La Angostura “Belisario Domínguez”; Chicoasén “Manuel Moreno Torres”; Malpaso “Nezahualcóyotl”; y Peñitas “Ángel Albino Corzo”.



RED HIDROGRÁFICA

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 8 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

- Corriente Intermitente
- Corriente Perenne
- Cuerpo de Agua
- Tuxtla Gutiérrez
- Clave de Región Hidrológica
- Clave de Cuenca

Escala 1:100000

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Red Hidrográfica escala 1:50000
 CNA (1998) Cuencas Hidrológicas escala 1:250000
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de la Red Hidrográfica del Municipio de Tuxtla Gutiérrez



Mapa 2: Hidrografía de Tuxtla Gutiérrez

USO DEL SUELO

El uso que se le da a las áreas o conjuntos de lotes de propiedad privada, tanto los urbanos como los circundantes al poblado, entre los de tipo habitacional, comercial y de servicios, incluyendo de tipo industrial, recreativos, áreas verdes y de preservación ecológica.

Habitacional

Corresponde a zonas donde el uso predominante es la vivienda en cualquiera de sus modalidades, y la ubicación de este tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

La densidad propuesta para los usos habitacionales, CA, H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7 y HV; no es limitativa, se podrá modificar en función de la disponibilidad de infraestructura, equipamiento e impacto al entorno; estará condicionada a la consulta y aprobación de la Secretaría de Obras Públicas y Desarrollo Urbano Municipal.

Para fraccionamientos y desarrollos habitacionales, el área de donación, será un porcentaje sobre el área total del terreno, en función de la densidad habitacional definida: el 5% para el uso campestre CA, el 15% para los usos habitacionales H1, H2, H3, H4 y el 20% para los usos habitacionales H5, H6, H7 y HV.

Las Leyes de Fraccionamientos, Condominios y Reglamentos de Construcción y Ordenamiento Territorial. Los usos compatibles son el comercio y servicios de escala menor, oficinas y equipamiento urbano que no provoque molestias a los residentes, ya sea por insalubridad, contaminación o congestión vial y podrán ubicarse en los centros de barrio y centros vecinales existentes y propuestos.

Las densidades propuestas corresponden a densidades brutas, es decir, incluyen la superficie de vialidades y equipamiento primario. Las densidades no definen el tipo de vivienda y para su análisis se toma 4.5 hab./viv, los usos habitacionales se clasifican, según su densidad de población.

Comercial y de Servicio

El uso comercial y de servicios quedará esencialmente en el Centro Urbano y subcentros urbanos de la ciudad, en los corredores urbanos existentes y propuestos, mismos que coinciden

con la mayoría de las vialidades primarias y regionales y una parte de las vialidades secundarias, alojando también algunos usos mixtos. Solo los predios con frente a la vialidad que forman el corredor urbano serán los únicos candidatos a obtener la factibilidad de uso comercial o de servicios, los cuales estarán sujetos al Reglamento de Ordenamiento Territorial.

Mixto

Las zonas de usos mixtos están mayormente en la zona centro y las vialidades secundarias que comunican al Centro Urbano con los centros de barrio, tanto existentes como propuestos, combinando varios usos. Las edificaciones comerciales, de servicios y para la vivienda, deberán cumplir, en todo momento, con la normatividad establecida sobre el número de cajones de estacionamiento con que deberán contar.

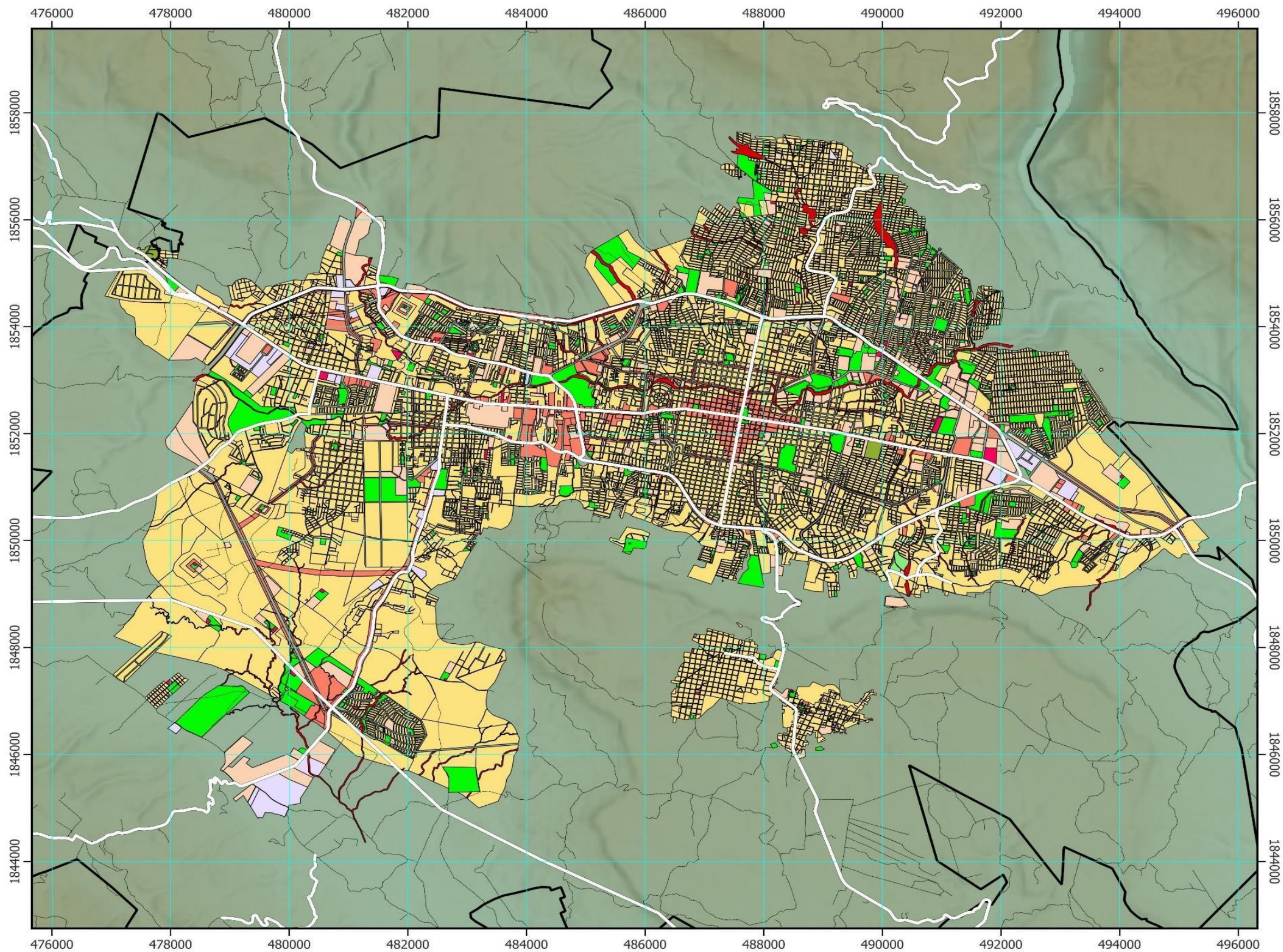
Industrial y Agroindustrial

Exceptuando el Centro Urbano, los usos industriales de muy bajo impacto podrán ubicarse en cualquier zona destinada al comercio y servicios e incluso en zonas habitacionales, siempre y cuando no generen problemas urbanos de tipo vial, de insalubridad, así como la emisión de gases, olores, ruidos a la atmósfera o la contaminación del suelo y agua, cumpliendo con los estudios y autorizaciones requeridos en cada caso específico.

Los establecimientos industriales, artesanales, bodegas, servicios, talleres y servicios adicionales se ubicarán preferentemente por el rumbo de los Libramientos Norte y Sur; al poniente en la zona del boulevard Vicente Fox; entre el cruce a Juan Crispín y Libramiento.

Zona Militar y Áreas Verdes

El Campo Militar 31C El Sabino y el Cuartel General VII Región Militar comprende lo que es la zona militar, mientras que las áreas verdes son reservas o áreas urbanas verdes como lo son la reserva ecológica El Zapotal, el parque Caña Hueca, el jardín botánico Faustino Miranda, el parque Joyoo Mayu, el parque Tuxtlán, el club de golf Club Campestre, el parque del oriente, entre otras.



USO DEL SUELO 1:70000

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 1 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

- Caminos
- Carreteras Disueltas
- Comercio
- Educación, Salud o Cultura
- Equipamiento Urbano
- Habitacional
- Industria
- Reserva Ecológica Municipal
- Servicio
- Zona Federal
- Zona Militar

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 Gobierno del Estado de Chiapas (2007) Carta Urbana de Tuxtla Gutiérrez (2007-2020).
 Gobierno del Estado de Chiapas, Carta Geográfica de Chiapas Edición 2013.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Uso de Suelo del Municipio de Tuxtla Gutiérrez



Mapa 3: Uso del Suelo en Tuxtla Gutiérrez (Hernández, D. 2022)

EDAFOLOGÍA

El estado está constituido geológicamente por terrenos paleozoicos, terciarios, cuaternarios, del cretácico inferior, terciarios oligocenos, triásico y jurásico, cretáceo superior y paleozoicos con rocas ígneas. los tipos de suelos predominantes son: acrisol, litosol, cambisol, regosol, solonchak, andosol, luvisol, vertisol y nitisol. El principal uso que se da al territorio del estado de Chiapas es el agrícola y pecuario con una gran cantidad de bosques, selva, llanuras y partes de montaña y terrenos de costa, la mayor parte de los terrenos del estado son ejidales y en una menor proporción son pequeñas propiedades, terrenos federales y municipales.

Leptosol y Luvisol

Suelo con acumulación de arcilla. Son suelos que se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas como los altos de Chiapas y el extremo sur de la Sierra Madre Occidental.

Andosol y Acrisol

Ligeramente tierra negra. Suelos de origen volcánico constituidos por ceniza, la cual contiene alto contenido dealófano, que le confiere ligereza y untuosidad al suelo.

Nitisol

Suelos de colores rojizos muy brillantes y enriquecidos de arcilla en todo su espesor, por lo menos hasta 150 cm de profundidad.

Regosol

Suelos con poco desarrollo y por ello no presentan capas diferenciadas entre sí. Son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen.

Alisol

Son los Acrisoles que no son fuertemente húmicos, presentan propiedades férricas a menos de 125 cm de profundidad; no tienen plintita a menos de 125 cm de profundidad y no tienen propiedades gleyicas a menos de 100 cm de profundidad. Son conocidos por los agricultores como tierras rojas o barros rojos.

Cambisol

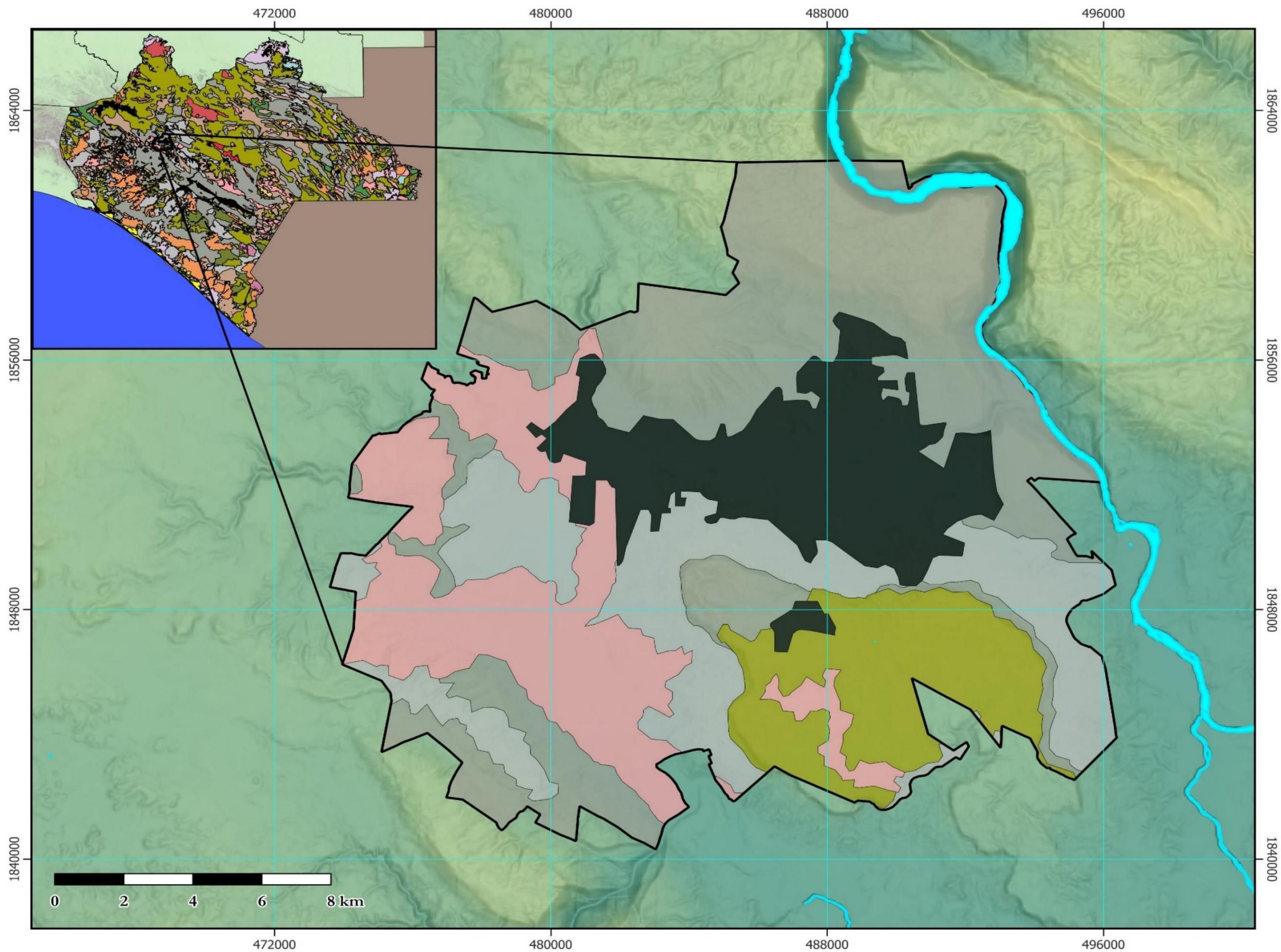
Suelos jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontraren cualquier tipo de vegetación o clima excepto en las zonas áridas. Presentan una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y pequeñas acumulaciones de arcilla, fierro o manganeso y carbonato de calcio.

Arenosol

Se localizan principalmente en las zonas tropicales o templadas muy lluviosas del sureste de México. Vegetación variable. Textura gruesa, más del 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad.

Vertisol

Tienen un porcentaje de saturación de bases determinada por acetato de amonio, de 50% o más, al menos entre 20 y 50% de profundidad; no presentan horizonte cálcico o gipsyco. Reciben el nombre de barriales o atascaderos.



EDAFOLOGÍA 1:120000

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 8 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

Edafología

- Leptosol
- Luvisol
- No aplica
- Regosol
- Vertisol

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales Edafológico Escala 1:250000 Serie II
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Edafología del Municipio de Tuxtla Gutiérrez



Mapa 4: Edafología de Tuxtla Gutiérrez (Hernández, M. 2022)

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES ESPECÍFICAS Y GLOBALES DESARROLLADAS

INTERPRETACIÓN DE LA BASE DE DATOS REPDA

La base de datos REPDA contiene la información de los pozos registrados en la zona de Tuxtla Gutiérrez, como la ubicación, titular del pozo, el uso y volumen por año, datos necesarios para identificar su ubicación en la zona de Tuxtla Gutiérrez.

N. POZOS	TITULO	TITULAR	USO	Vol m3 / año	LATITUD	LONGITUD
1	11CHSI3202/30EP-OC08	"OPERA DORA TURISTICA DE TUXTLA", SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE	SERVICIOS	2751.84	16°45'00.00"	-93°07'00.00"
2	11CHSI32716/30GSDA09	"POLLOS SAN FRANCISCO", S.A. DE CV.	PECUARIO	3600	16°41'17.60"	-93°11'15.70"
3	11CHSI32752/30GP-OC10	"POLLOS SAN FRANCISCO", S.A. DE CV	PECUARIO	2576	16°44'18.30"	-93°04'07.30"
4	11CHSI32416/30ESOC08	"SUA REZ ORANTES", SOCIEDAD DE PRODUCCION RURAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	SERVICIOS	1261.44	16°42'41.70"	-93°12'41.20"
5	11CHSI32416/30ESOC08	"SUA REZ ORANTES", SOCIEDAD DE PRODUCCION RURAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	SERVICIOS	14716.8	16°42'41.30"	-93°12'40.70"
6	11CHSI31764/30EP-GR05	"SUPER SERVICIO AUTOMOTRIZ GLAVIMAR", S.A. DE CV.	SERVICIOS	899.64	16°45'10.00"	-93°06'01.00"
7	11CHSI22123/30EPDA10	ADAN FRANCISCO TRUJILLO ESTRADA	SERVICIOS	2250	16°45'33.00"	-93°07'00.00"
8	11CHSI32809/30EP-DA10	ADAN MUÑOZA NARCIA	SERVICIOS	3240	16°45'14.00"	-93°05'59.00"
9	11CHSI50234/30EP-DA11	ADRIANA MIRELLE IBAÑEZ MANDUJANO	SERVICIOS	5670	16°44'59.30"	-93°08'22.90"
10	11CHSI29850/30GKGR00	AGROPECUARIA S.A.M.S.A. DE CV.	PECUARIO	0	16°32'01.00"	-92°59'35.00"
11	11CHSI01259/30CP-GR07	AGROPECUARIA S.A.M.S.A. DE CV.	PECUARIO	0	16°42'21.00"	-93°10'50.00"
12	11CHSI00001/30FPDA13	AGUA ELECTRON S.A. DE CV.	INDUSTRIAL	51469	16°45'36.30"	-93°09'00.80"
13	11CHSI00001/30FPDA13	AGUA ELECTRON S.A. DE CV.	INDUSTRIAL	65000	16°45'35.00"	-93°08'53.00"
14	11CHSI00001/30FPDA13	AGUA ELECTRON S.A. DE CV.	INDUSTRIAL	39420	16°45'33.00"	-93°08'53.00"
15	11CHSI00846/30EP-DA13	AGUA PURIFICADA BORNIO S.A. DE CV.	SERVICIOS	10800	16°45'18.00"	-93°05'40.00"
16	6CHSI00876/30EP-GI95	AGUA PURIFICADA PLUS S.A. DE CV.	INDUSTRIAL	10800	16°45'17.00"	-93°10'25.00"
17	11CHSI16887/30EP-GR06	AGUA PURIFICADA PLUS, S.A. DE C.V.	INDUSTRIAL	16511.04	16°45'22.00"	-93°10'32.00"
18	11CHSI30635/30EM-OC07	AGUAS AZULES DE CHIAPAS SA. DE CV.	SERVICIOS	3787.77	16°44'16.90"	-93°07'31.10"
19	11CHSI30635/30EM-OC07	AGUAS AZULES DE CHIAPAS SA. DE CV.	SERVICIOS	3787.77	16°44'12.90"	-93°07'29.90"
20	11CHSI30635/30EM-OC07	AGUAS AZULES DE CHIAPAS SA. DE CV.	SERVICIOS	3787.77	16°44'12.80"	-93°07'31.40"
21	11CHSI54629/30EP-DA15	ALBERTO DEL PINO FARRERA	DIFERENTES USOS	51840	16°45'14.10"	-93°05'32.80"
22	11CHSI30891/30EP-DA11	ALBERTO NABOR CONSOP O TRUJILLO	SERVICIOS	12000	16°45'14.20"	-93°05'57.70"
23	11CHSI30543/30EP-GR06	ALEJANDRO CRUZ CORDOVA	SERVICIOS	12441.6	16°45'37.60"	-93°04'45.90"
24	11CHSI50350/30EP-DA12	ALEJANDRO CRUZ CORDOVA	SERVICIOS	15552	16°45'37.60"	-93°04'45.90"
25	11CHSI03793/30A-POC07	ALEJANDRO ELICIO RODRIGUEZ GRAUE	AGRICOLA	20160	16°44'03.00"	-93°12'29.00"
26	11CHSI54893/30M-DA15	ALEJANDRO MANUEL M OLINA GONZALEZ	DIFERENTES USOS	392.57	16°47'08.60"	-93°12'22.70"
27	11CHSI54727/30A-PDA15	ALFONSO FRANCISCO SIERRA PEÑA	AGRICOLA	9504	16°36'08.00"	-92°59'42.00"
28	11CHSI30188/30EP-GR01	ALFONSO SANCHEZ CASTELLANOS	DIFERENTES USOS	648	16°54'55.00"	-93°10'18.00"
29	11CHSI30188/30EP-GR01	ALFONSO SANCHEZ CASTELLANOS	DIFERENTES USOS	78.84	16°54'55.00"	-93°10'23.00"
30	11CHSI31522/30EP-DA14	ALICIA MARISELA VAZQUEZ RUIZ	SERVICIOS	11196	16°45'18.00"	-93°11'15.00"
31	11CHSI31237/30CP-GR03	ALVARO HERNANDEZ GUTIERREZ	DOMESTICO	126.36	16°42'16.20"	-93°06'19.20"
32	11CHSI32646/30EP-DA10	AMANDA BALBUENA MARTINEZ	SERVICIOS	2621	16°44'18.30"	-93°04'07.30"
33	11CHSI32229/30EP-OC08	ANA PATRICIA ESTEBAN GALDAMEZ	SERVICIOS	831.6	16°46'24.30"	-93°11'12.40"
34	11CHSI30939/30CP-GR02	ANA RUTH ESCOBAR CRUZ	DOMESTICO	98.55	16°45'50.20"	-93°11'18.20"
35	11CHSI20999/30EP-GR99	ANTONIO CAIN MUÑOZ REYES	SERVICIOS	880	16°45'34.00"	-93°07'53.00"
36	11CHSI32908/30A-PDA11	ANTONIO CARLOS ORTEGA CONTRERAS	AGRICOLA	10530.5	16°41'22.20"	-93°11'18.70"
37	11CHSI04356/30A-OCR97	ANTONIO CORZO CALVO	AGRICOLA	62208	16°41'21.00"	-93°02'51.00"
38	11CHSI32300/30GSGOC08	ANTONIO HERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	2754	16°42'33.90"	-93°10'51.80"
39	11CHSI32300/30GSGOC08	ANTONIO HERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	2370.4	16°42'36.20"	-93°10'29.50"
40	11CHSI32300/30GSGOC08	ANTONIO HERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	1836	16°42'34.30"	-93°10'31.30"
41	11CHSI32300/30GSGOC08	ANTONIO HERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	1468.8	16°42'34.00"	-93°10'34.00"
42	11CHSI32218/30EDOC08	ARMANDO ACOSTA	SERVICIOS	0	16°44'34.40"	-93°09'24.60"
43	11CHSI32718/30EP-DA10	ARMANDO AGUILAR JUAREZ	SERVICIOS	14688	16°45'15.70"	-93°10'34.80"
44	11CHSI50248/30EP-DA11	ARMANDO ALVAREZ BALLINAS	SERVICIOS	8004.45	16°46'36.00"	-93°12'22.00"
45	11CHSI50248/30EP-DA11	ARMANDO ALVAREZ BALLINAS	SERVICIOS	9730.17	16°46'33.50"	-93°12'18.70"

Tabla 1: Base de Datos Registro Público de Derecho al Agua (REPDA), (2021)

Analizando a detalle, se descartaron los pozos que pertenecen a empresas de tipo privadas como lo son de alimentos, servicios de agua en pipa, entre otros, debido a la dificultad de acceso y la negativa directa, realizando una primera depuración, obteniendo como resultado un total de 256 pozos.

N. POZOS	TITULO	TITULAR	USO	Vol m3/año	LATITUD	LONGITUD
2	11CHSI32716/30GSDA 09	"POLLOS SAN FRANCISCO", S.A. DE CV.	PECUARIO	3600	16°41'17.60"	-93°11'15.70"
3	11CHSI32752/30GP OC10	"POLLOS SAN FRANCISCO", S.A. DE CV	PECUARIO	2376	16°44'18.30"	-93°04'07.30"
4	11CHSI32416/30ESOO8	"SUAREZ ORANTES", SOCIEDAD DE PRODUCCION RURAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	SERVICIOS	12614.4	16°42'41.70"	-93°12'41.20"
6	11CHSI31764/30EP GR05	"SUPER SERVICIO AUTOMOTRIZ CLAVIMAR", S.A. DE CV.	SERVICIOS	899.64	16°45'10.00"	-93°06'01.00"
7	11CHSI22123/30EPDA 10	ADAN FRANCISCO TRUJILLO ESTRADA	SERVICIOS	2250	16°45'33.00"	-93°07'00.00"
8	11CHSI32809/30EP DA 10	ADAN MUÑOZA NARCIA	SERVICIOS	3240	16°44'51.00"	-93°05'59.00"
9	11CHSI50234/30EP DA 11	ADRIANA MIREILLE IBAÑEZ MANDUJANO	SERVICIOS	5670	16°44'59.30"	-93°05'22.90"
11	11CHSI01259/30CP GR97	AGROPECUARIA S.A.M., S.A. DE CV.	PECUARIO	0	16°42'21.00"	-93°10'50.00"
15	11CHSI00846/30EP DA 13	AGUA PURIFICADA BORNEO S.A. DE CV.	SERVICIOS	10800	16°45'18.00"	-93°05'40.00"
17	11CHSI16387/30EP GR06	AGUA PURIFICADA PLUS, S.A. DE C.V.	INDUSTRIAL	16511.04	16°45'22.00"	-93°10'32.00"
21	11CHSI54629/30EP DA 15	ALBERTO DEL PINO FARRERA	DIFERENTES USOS	51840	16°45'14.10"	-93°05'32.80"
22	11CHSI30891/30EP DA 11	ALBERTO NABOR CONSOSPO TRUJILLO	SERVICIOS	12000	16°45'14.20"	-93°05'57.70"
23	11CHSI30545/30EP GR06	ALEJANDRO CRUZ CORDOVA	SERVICIOS	12441.6	16°45'37.60"	-93°04'45.90"
24	11CHSI50650/30EP DA 12	ALEJANDRO CRUZ CORDOVA	SERVICIOS	15552	16°45'37.60"	-93°04'45.90"
25	11CHSI03793/30A POC07	ALEJANDRO ELICEO RODRIGUEZ GRAUE	AGRICOLA	20160	16°44'03.00"	-93°12'29.00"
26	11CHSI54893/30EM DA 15	ALEJANDRO MANUEL MOLINA GONZALEZ	DIFERENTES USOS	392.57	16°47'08.60"	-93°12'22.70"
30	11CHSI31522/30EP DA 14	ALICIA MARISELA VAZQUEZ RUIZ	SERVICIOS	11196	16°45'18.00"	-93°11'15.00"
31	11CHSI31257/30CP GR03	ALVARO HERNANDEZ GUTIERREZ	DOMESTICO	126.36	16°42'16.20"	-93°06'19.20"
33	11CHSI32229/30EP OC08	ANA PATRICIA ESTEBAN GALDAMEZ	SERVICIOS	8316	16°46'24.30"	-93°11'12.40"
34	11CHSI30939/30CP GR02	ANA RUTH ESCOBAR CRUZ	DOMESTICO	98.55	16°45'50.20"	-93°11'18.20"
35	11CHSI20999/30EP GR99	ANTONIO CAIN MUÑOZ REYES	SERVICIOS	880	16°45'34.00"	-93°07'05.00"
36	11CHSI32908/30A PDA11	ANTONIO CARLOS ORTEGA CONTRERAS	AGRICOLA	10530.5	16°41'22.20"	-93°11'18.70"
37	11CHSI04356/30A OGR97	ANTONIO CORZO CALVO	AGRICOLA	62208	16°41'21.00"	-93°02'51.00"
38	11CHSI32300/30GSOC08	ANTONIO FERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	2754	16°42'33.90"	-93°10'31.80"
39	11CHSI32300/30GSOC08	ANTONIO FERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	2570.4	16°42'36.20"	-93°10'29.50"
40	11CHSI32300/30GSOC08	ANTONIO FERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	1836	16°42'34.30"	-93°10'31.30"
41	11CHSI32300/30GSOC08	ANTONIO FERNANDEZ JIMENEZ	PECUARIO	14688	16°42'34.00"	-93°10'34.00"
42	11CHSI32218/30EDOC08	ARMANDO ACOSTA	SERVICIOS	0	16°44'34.40"	-93°09'24.60"
43	11CHSI32718/30EP DA 10	ARMANDO AGUILAR JUAREZ	SERVICIOS	14688	16°45'15.70"	-93°10'34.80"
44	11CHSI50248/30EP DA 11	ARMANDO ALVAREZ BALLINAS	SERVICIOS	8004.45	16°46'36.00"	-93°12'22.00"
45	11CHSI50248/30EP DA 11	ARMANDO ALVAREZ BALLINAS	SERVICIOS	9730.17	16°46'33.50"	-93°12'18.70"
46	11CHSI50786/30EP DA 12	ARNECOM S.A. DE CV.	DIFERENTES USOS	28276.85	16°45'45.30"	-93°10'31.50"
49	11CHSI54342/30EP DA 14	ARTURO HERRERA CASTILLO	SERVICIOS	55663.2	16°45'04.90"	-93°10'46.80"
50	11CHSI30673/30EOOC07	ASUNCION CHANONA DIAZ	SERVICIOS	12745.8	16°45'25.00"	-93°06'30.00"
51	11CHSI50773/30EP DA 12	ASUNCION CHANONA DIAZ	SERVICIOS	11718	16°46'30.10"	-93°06'21.40"
55	11CHSI50989/30CA DA13	BERTHA SOLORZANO LOPEZ	DOMESTICO	0	16°41'21.50"	-93°09'36.80"
56	11CHSI02366/30EP GR01	BONAMPAK HOTELERA, SA DE CV.	SERVICIOS	10512	16°45'20.00"	-93°07'45.00"
57	6CHSI02434/30EP GE96	C. ADAN MUÑOZA NARCIA	SERVICIOS	5106	16°45'17.00"	-93°06'09.00"
58	11CHSI00947/30EM DA 14	C. ADELIN MARTINEZ GUMETA	SERVICIOS	722	16°45'13.00"	-93°05'31.00"
59	11CHSI00947/30EM DA 14	C. ADELIN MARTINEZ GUMETA	SERVICIOS	9132	16°45'12.00"	-93°05'32.00"
60	11CHSI00805/30EP DA 15	C. ADOLFO MARTINEZ GUMETA	SERVICIOS	921.06	16°45'12.00"	-93°05'31.00"
61	6CHSI00832/30A DGE94	C. ALEJANDRA ABURTO SANCHEZ	AGRICOLA	0	16°42'04.00"	-93°11'04.00"
62	6CHSI00969/30EP GE95	C. ALIDA LOPEZ MOGUEL	SERVICIOS	1296	16°45'35.00"	-93°06'06.00"
63	11CHSI00885/30EP DA 15	C. BSAULM ENDEZ MORENO	SERVICIOS	1962	16°45'13.00"	-93°05'26.00"
64	6CHSI00886/30EP GE95	C. CONSUELO HERRERA GUTIERREZ	SERVICIOS	6480	16°45'15.00"	-93°06'05.00"
65	6CHSI01983/30EP GE96	C. DAVID MANZUR ELIAS	SERVICIOS	526	16°45'34.00"	-93°06'35.00"
66	11CHSI01000/30EP GR05	C. DEMETRIO RUBEN RICARDEZ PEREZ	SERVICIOS	812	16°45'02.00"	-93°09'39.60"
67	11CHSI00610/30EDDA 09	C. ELGIO RENE RAMOS ROBLES	SERVICIOS	12960	16°45'38.00"	-93°05'10.00"
68	6CHSI02111/30EA GE96	C. ELGIO RENE RAMOS ROBLES	SERVICIOS	0	16°45'34.00"	-93°05'39.00"

Tabla 2: Primera depuración de la Base de Datos REPD A depurada (2021)

CONVERSIÓN Y REPROYECCIÓN DE COORDENADAS

Las coordenadas geográficas se encuentran en formato de grados, minutos y segundos (GMS), para importar los datos a Google Earth o a un Sistema de Información Geográfica (SIG) es necesario transformarlas a un formato de decimales usando una hoja de cálculo, copiando las coordenadas de la base de datos REPDA y usando la función “Texto en Columnas”, que se encuentra en la pestaña “Datos”, seleccionando una columna a la vez.

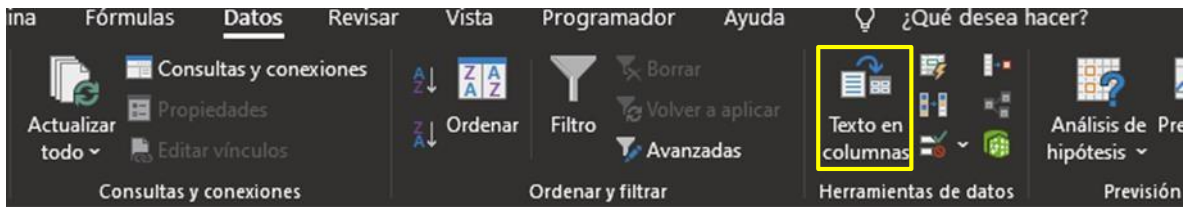


Imagen 1: Ubicación y selección de la herramienta “Texto en Columnas”

Seleccionamos la opción “De Ancho Fijo”, y pulsando clic en cada línea correspondiente, como se muestra a continuación, para separar los números de los símbolos.

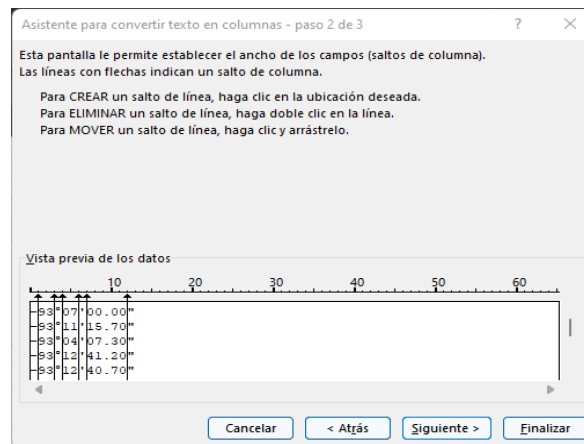


Imagen 2: Separación de datos en columnas

Una vez realizado, pulsamos clic en siguiente y después en finalizar, y tendremos separados los números de los símbolos. A continuación, se aplica la siguiente fórmula para convertir las coordenadas geográficas en su forma de decimales, esto con el fin de que los SIG puedan reconocer la información que se está ingresando. $[(G + (M/60) + (S/3600))]$.

Punto	X	Y	
1	93° 7' 0"	16° 45' 0"	$=C2+(E2/60)+(G2/3600)$
2	93° 11' 15.7"	16° 41' 17.6"	

Imagen 3: Fórmula para convertir coordenadas geográficas GMS a decimal

Posteriormente, se importó la hoja de cálculo en formato CSV (delimitado por comas) al Software ArcGIS, para re proyectar las coordenadas decimales al datum WGS 84 y con la proyección UTM Zona 15N. Para ello se usó la herramienta “Add XY Coordinates” (Imagen 4) para convertir las coordenadas decimales a UTM, que serán las que se usará en todo el proyecto”. (Imagen 5).

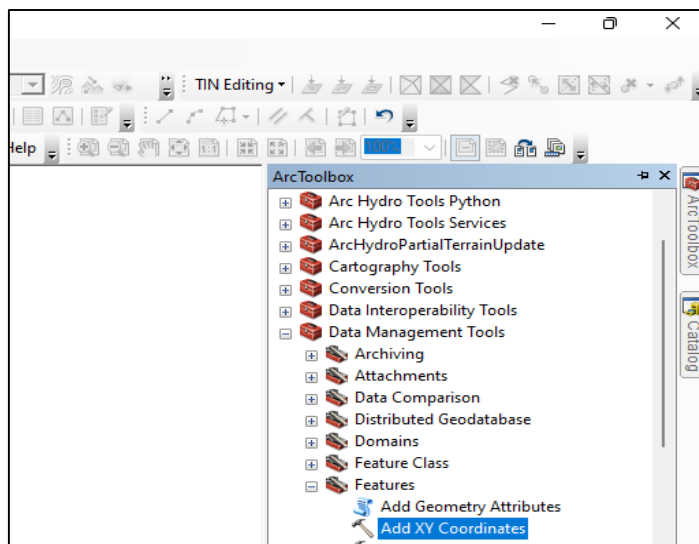


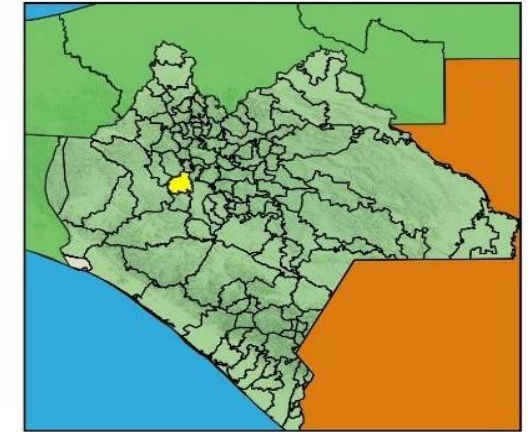
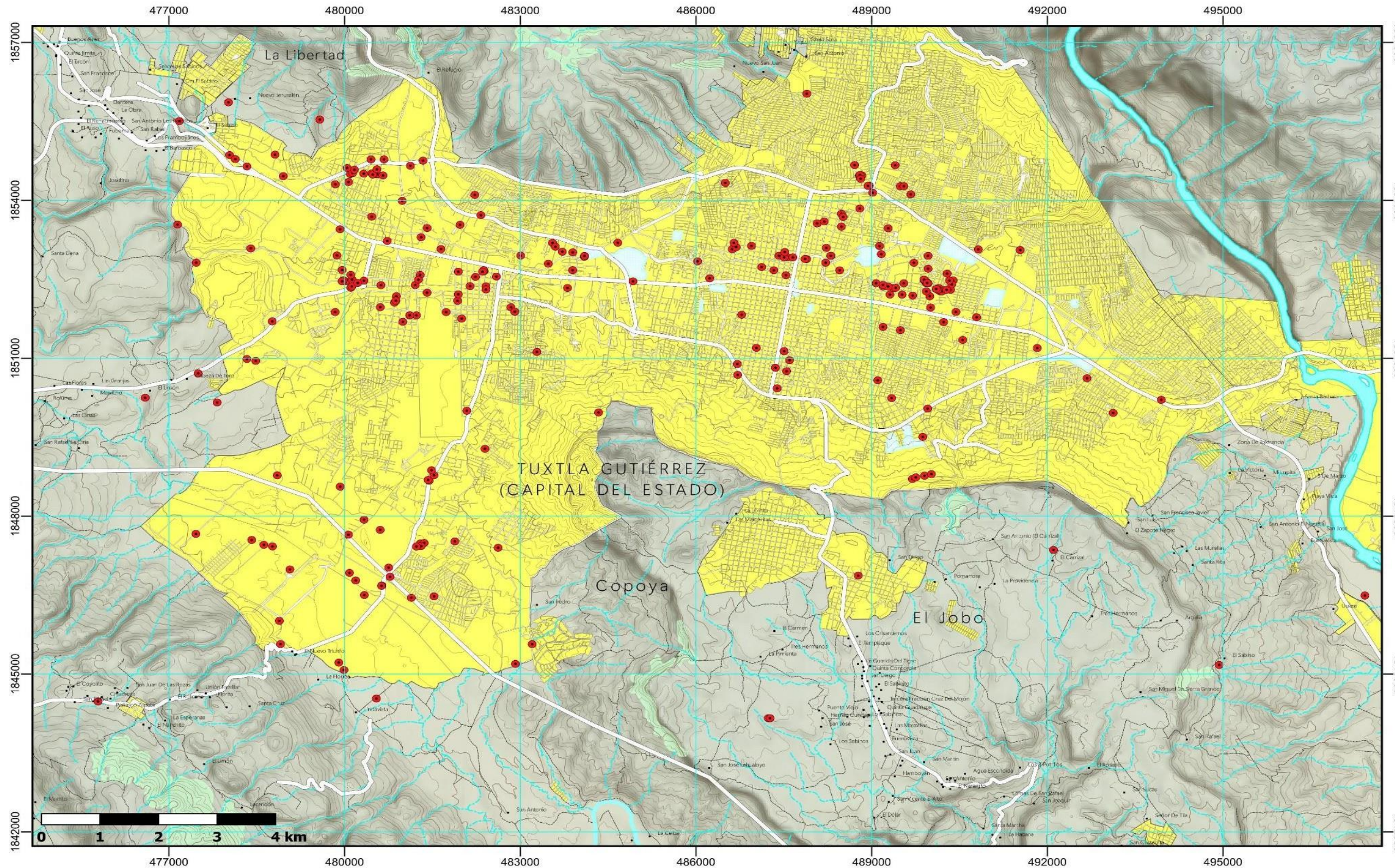
Imagen 4: Uso de ArcGIS para obtener las coordenadas UTM

Con el Sistema de Información Geográfica QGIS, se delimitó un polígono temporal que abarca la zona norte y sur del municipio de Tuxtla Gutiérrez, y con ello, deducir los pozos que estarían dentro de la zona de estudio que abarcará la mayor parte de los pozos, obteniendo un total de 256 pozos con la proyección correspondiente, como se muestra en el mapa 6.

Coordenadas en UTM			
Punto	X	Y	Z
2	479988.427	1845074.56	538.207
3	492677.872	1850619.02	544.665
4	477458.985	1847661.35	588.38
6	489312.208	1852209.11	515.884
7	487565.863	1852916.82	518.965
8	489371.483	1852331.99	514.613
9	490440.053	1851879.77	514.183
11	480751.325	1847022.04	551.257
15	489934.054	1852454.63	506.826
17	481289.272	1852583.42	582.785
21	490147.16	1852334.69	503.739
22	489409.973	1852338.12	512.894
23	491535.964	1853056.21	495.128

Tabla 3: Conversión de las coordenadas geográficas del terreno natural a coordenadas UTM

UBICACIÓN DE LOS POZOS DE LA BASE DE DATOS REPDA



ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS
 PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA UTM A CADA 1 KM
 DATUM HORIZONTAL WGS 1984

SIMBOLOGÍA

- Pozo ●
- Río —
- Cuerpo de Agua ■
- Localidades •
- Camino —
- Carretera —
- Mancha Urbana ■

ESCALA 1:70000

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000
 CONAGUA (2021) Base de Datos REPDA
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Ubicación de Pozos



Mapa 5: Ubicación de los Pozos de la Base de Datos REPDA (Hernández, M. 2022)

TRAZO DE LA DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO RESPECTO AL RÍO SABINAL

DEPURACIÓN DE LA BASE DE DATOS REPDA

Posteriormente, usando el Sistema de Información Geográfica QGIS, se realizó un búfer con un radio de 500 metros a cada pozo para tener una distancia de 1 km entre pozo y pozo, de esta manera se descartan aquellos que se encuentren dentro del radio del pozo seleccionado, es decir, solo un pozo que cumpla los requisitos se tomará en cuenta.

(Véase el mapa 7)

Una vez realizado la selección del pozo y descartando los que se encuentren dentro del búfer, se obtiene como resultado una segunda depuración de ahora 82 pozos, los cuales son con los que se procederá a realizar la búsqueda y recorrido durante el servicio social.

(Véase el mapa 8)

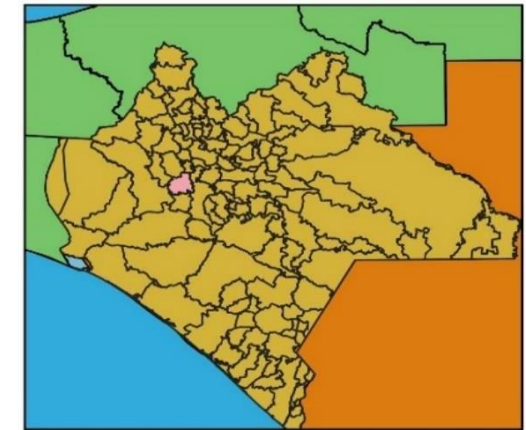
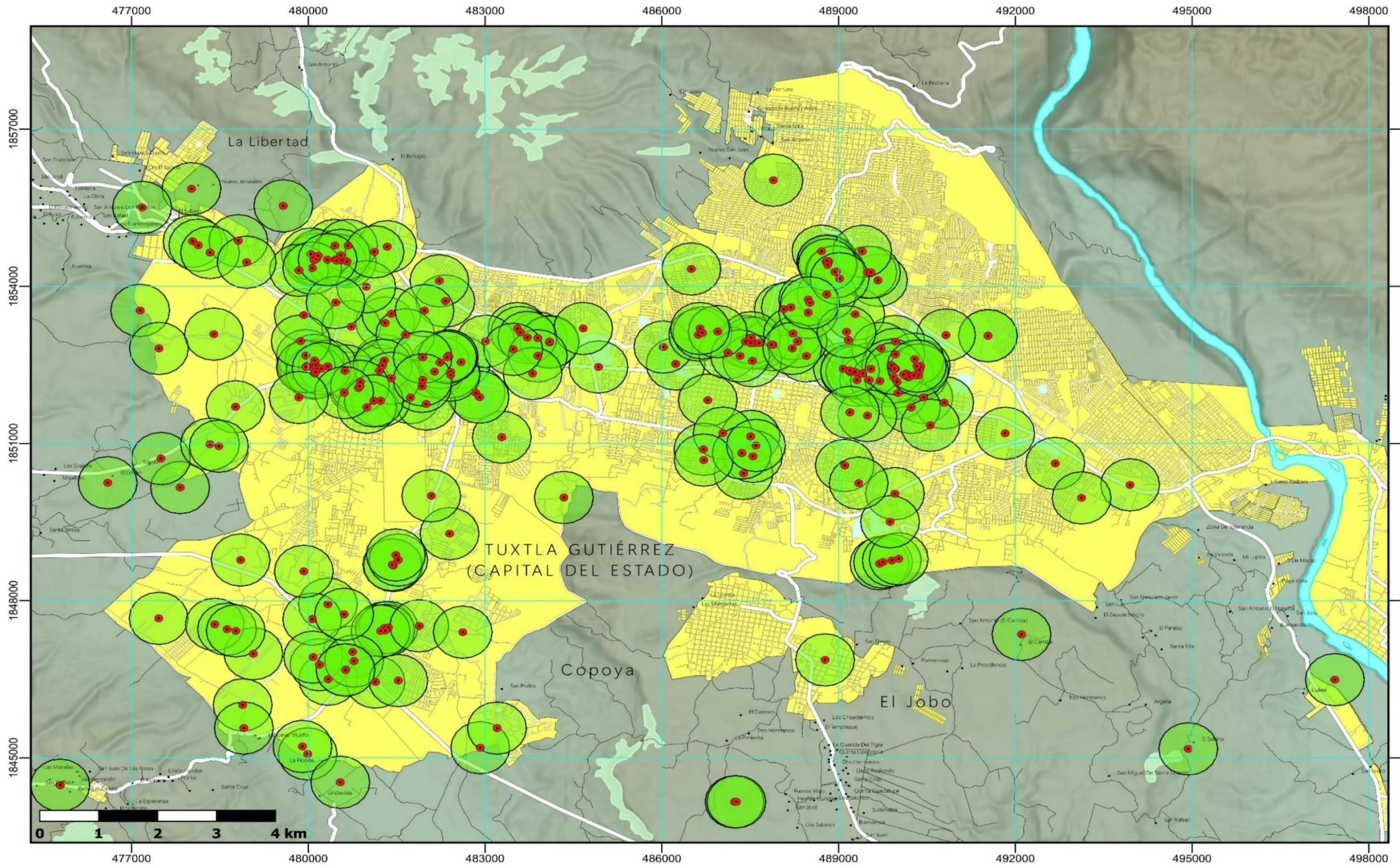
CENSO DE APROVECHAMIENTO

Con la base de datos depurada y conociendo el total de pozos, se creó por medio de una hoja de cálculo una planilla a la cual llamamos “Censo de Aprovechamiento” (Imagen 5), donde se recabará toda la información de los pozos, tales como el número del pozo respecto a la base de datos REPDA, titular, uso que se le da, tipo de extracción, la extracción por mes, el diámetro con el que cuenta y observaciones. Dicha planilla contiene una numeración extra respecto a la base de datos, con el objetivo de verificar si el pozo existe, si se encuentra seco, o la ubicación no sea la correcta.

p	Uso	Titular	Extracción	Tipo de Extracción	Diámetro	Observaciones
3						
4						
24						
26						
31						
36						
37						
41						
42						
51						
61						
66						
67						
69						
82						
87						
94						
106						

Imagen 5: Censo de aprovechamiento para la recopilación de datos (Hernández, M.A., 2021)

UBICACIÓN DE LOS POZOS DE LA BASE DE DATOS REPDA



ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 3 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

- Pozo ●
- Río —
- Cuerpo de Agua ■
- Localidades •
- Camino —
- Carretera —
- Mancha Urbana ■
- Búffer con radio de 500m ○

ESCALA 1:70000

Fuentes

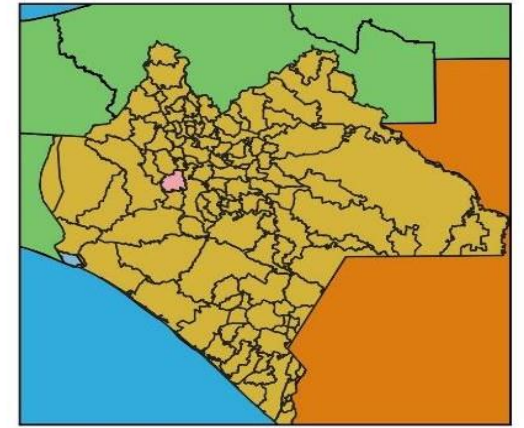
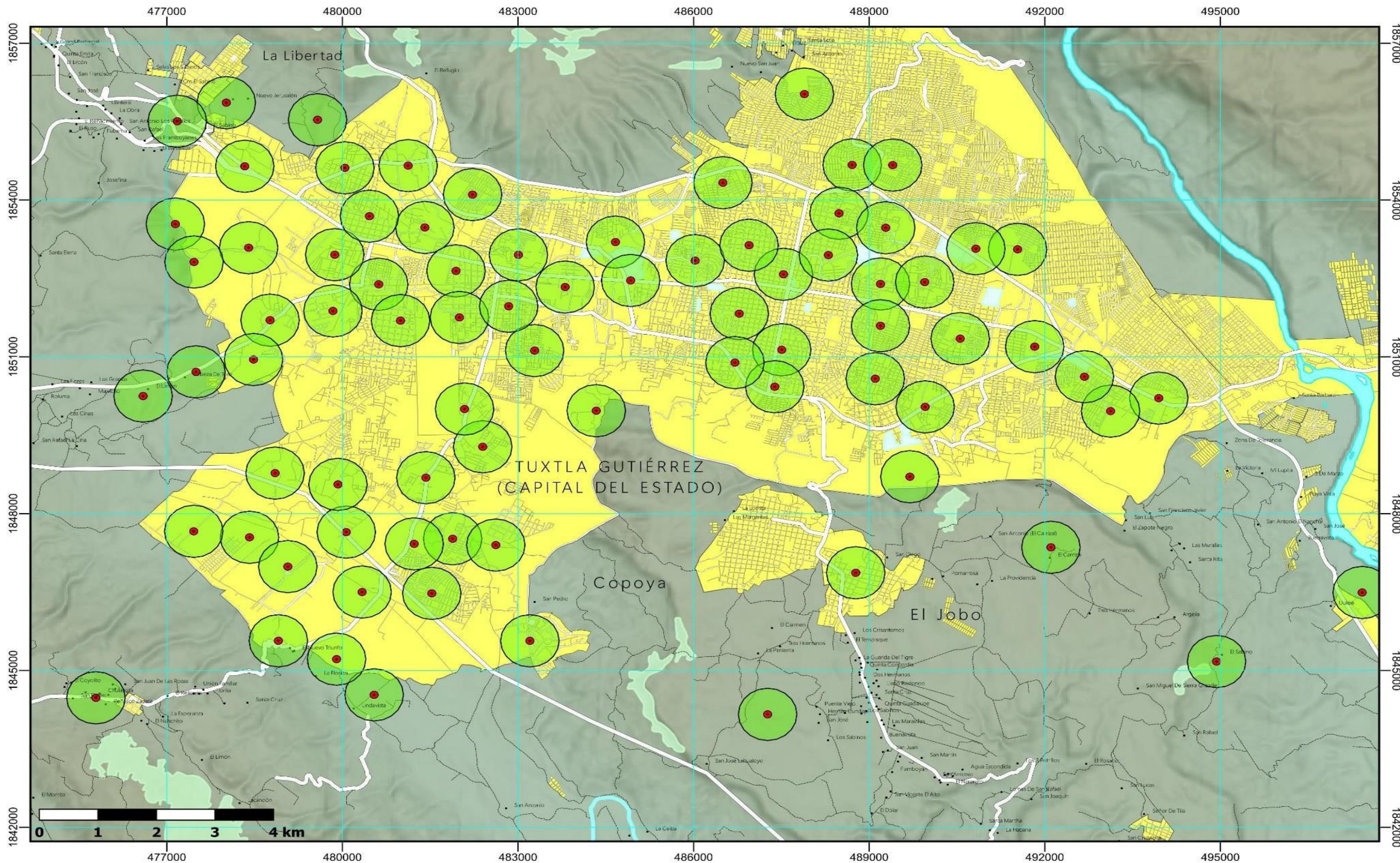
GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000
 CONAGUA (2021) Base de Datos REPDA
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Ubicación de Pozos



Mapa 6: Búffer con un radio de 500 metros (Hernández, M. 2022)

TRAZO DE LA DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO RESPECTO AL RÍO SABINAL

DEPURACIÓN DE LOS POZOS DE LA BASE DE DATOS REPDA



ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 3 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

- Pozo ●
- Búffer con radio de 500m
- Río
- Cuerpo de Agua
- Localidades ●
- Camino
- Carretera
- Mancha Urbana

ESCALA 1:70000

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000
 CONAGUA (2021) Base de Datos REPDA
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Depuración de los pozos de la base de datos REPDA



Mapa 7: Depuración de los Pozos de la base de datos (Hernández, M. 2022)

TRAZO DE LA DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO RESPECTO AL RÍO SABINAL

RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO

El primer trabajo de campo que se hizo fue el reconocimiento de la zona, el cual consistió en cerciorarnos que la información de los pozos fuese verídica. Se trazaron rutas en QGIS para tener una idea más clara de dónde tenemos que dirigirnos y ahorrar tiempo, una vez trazada la ruta y seleccionado los pozos que se visitaría por brigada y por día, se exportó en un formato KML para visualizarlo en la aplicación Google Earth y facilitar el trayecto e identificar los caminos que recorreríamos. Esto facilitó el recorrido, iniciando el 22 de octubre del 2021 y con una duración de entre 4 y 6 horas por día.

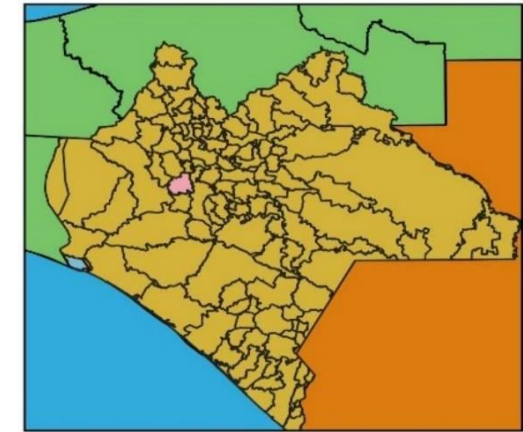
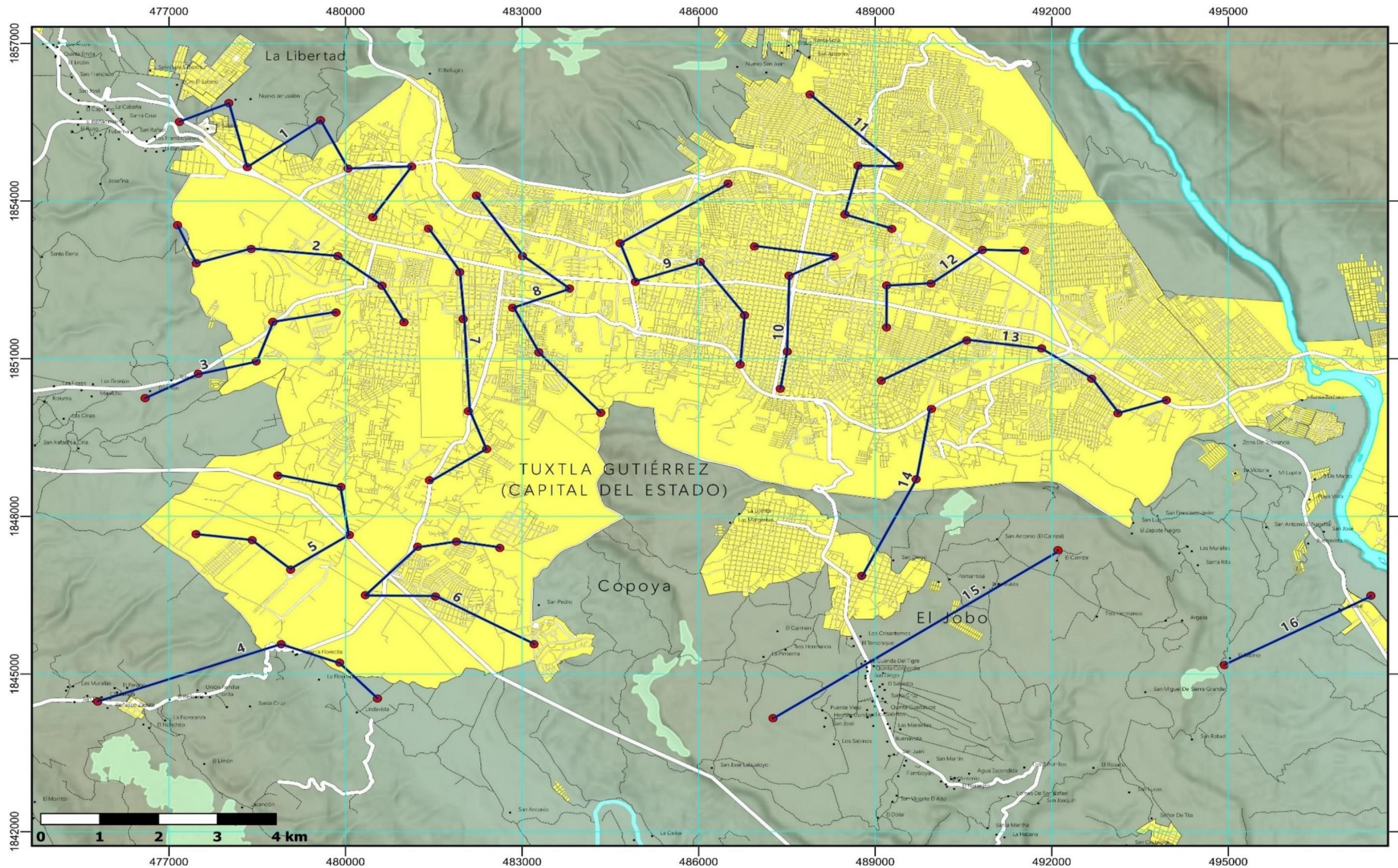
(Véase el mapa 9)

Documento de Servicio Social

Se solicitó a coordinación un documento donde avalara que éramos alumnos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH) y comprobar que el motivo de la visita y recolección de datos del pozo era con fines educativos, y la confidencialidad de los datos no se revelaría.

En dicho documento se explica y contiene el nombre de cada integrante de la brigada, aunado a ello la matrícula de cada uno, así al momento de identificarnos con los titulares, obtener la confianza de ellos y recopilar los datos del pozo o manantial. En el caso de los ejidos, nos comunicamos con los líderes ejidales y con el documento, avalar el objetivo de la visita y evitar problemas al momento de realizar el recorrido, sellando el documento por cada ejido visitado.

RUTA PARA EL RECONOCIMIENTO



ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS
 PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 3 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

Pozo	●
Ruta	—
Río	—
Cuerpo de Agua	—
Localidades	•
Camino	—
Carretera	—
Mancha Urbana	■

ESCALA 1:70000

Fuentes
 GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000
 CONAGUA (2021) Base de Datos REPDA
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Ruta para Reconocimiento



Mapa 8: Ruta para la búsqueda de los pozos (Hernández, M. 2022)

TRAZO DE LA DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO RESPECTO AL RÍO SABINAL



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERIA
P. E. INGENIERIA TOPOGRAFICA E HIDROLOGIA

SECCIÓN: ITH
OFICIO No. ITH/027/2021
TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS
21 DE OCTUBRE DE 2021

A QUIEN CORRESPONDA:
Presente.-

Por este medio me permito presentar a los Alumnos del 7o. Semestre, Grupo "A" del Programa Educativo de Ingeniería Topográfica e Hidrología, que actualmente realizan su Servicio Social en el Proyecto de la Facultad de Ingeniería, relacionado con el tema "Agua Subterránea" con fines exclusivamente Educativos, durante el periodo 2021-2022.

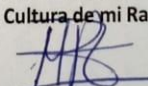
Nombre del Alumno	Matrícula
Miguel Antonio Hernández Domínguez.	63218010
Frederic Orbelín Juárez López.	63218011
Neri López Lira.	63218013
Limber de Jesús López Maza.	63218012
Karen Abigail López Pérez.	63218014
Mónica Rodríguez González.	63218021
Brenda Cecilia Sánchez Ramírez.	63218024
Isaac Vázquez .	63218028

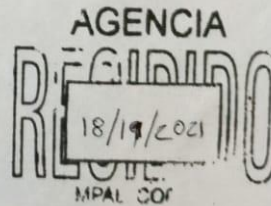
Por lo anterior, agradezco de antemano las facilidades que se les proporcione a los portadores del presente, para la realización de sus actividades encomendadas.

Sin otro particular, envío cordiales saludos.



Atentamente
"Por la Cultura de mi Raza"


Dr. Martha Patricia Vázquez Pérez.
Coordinadora del P.E. de Ingeniería
Topográfica e Hidrología.



C.c.p. Expediente.

2021, Año de la Independencia

Ciudad Universitaria Libramiento Norte Pte. #1150.
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Mexico
Tel: 01961 617044 ext.4234
facultad.ingenieria@unicach.mx

Imagen 6: Documento usado en el recorrido del servicio social

Se realizó una visita a los propietarios de los pozos que nos indica la base de datos REPDA, a quienes se les aplicaría un par de preguntas con la finalidad de llenar el Censo de Aprovechamiento. Uno de los datos que requiere la planilla son las coordenadas de los pozos, para ello se utilizó un Navegador GPS, esto con el propósito de obtener la coordenada aproximada del pozo, como cualquier navegador GPS, las coordenadas tenían un desfase de 3 a 6 metros de error. (Fotografía 1).



Fotografía 1: Uso del Navegador GPS Garmin (Hernández, M.A., 2021)

Al momento del recorrido se nos presentó el primer problema, nos percatamos que la mayoría de los datos en tanto a propietarios y ubicación de los pozos eran erróneos, esto nos llevó a buscar de casa en casa a quien tuviera en su propiedad un pozo, tratando de que no se alejara o se acercara tanto al próximo pozo, abrimos un margen de tolerancia de 200 metros más o menos del kilómetro del pozo seleccionado y que se encontrara dentro del búfer.



Fotografía 2: Visita de los pozos registrados



Fotografía 3: Registro de los datos del pozo

Al no tener pozos suficientes en ciertas zonas debido a que no existen o por la negativa de las personas, se buscaron también manantiales, como se muestran en las fotografías siguientes.



Fotografía 4: Manantial del Fraccionamiento Centenario



Fotografía 5: Manantial de la Colonia San Isidro

Procedemos a recopilar toda la información recabada, tanto de los pozos registrados, no registrados y manantiales que se encontraron, importando las coordenadas al Sistema de Información Geográfica QGIS para ubicarlos en la zona de estudio; observamos que las coordenadas no eran muy precisas, nos arrojó un error de entre 3 a 6 metros (Imagen 6) dependiendo de la zona donde nos ubicamos, dando como resultado un desfase entre el pozo y la coordenada obtenida.



Imagen 7: Coordenada desfasada de la ubicación del pozo (Google Satélite, 2021)

GEORREFERENCIACIÓN DE LOS POZOS

Debido al notable error se hizo una nueva visita a los pozos usando el Receptor GNSS para obtener coordenadas más precisas, con un margen de error de milímetros, como se muestra en la fotografía 5. Para ello se estacionó el receptor Base en un punto conocido, y con el dispositivo llamado Rover se fue arrastrando la coordenada de ese punto ya estacionado, para obtener el mínimo de error posible, de hasta 2 mm de error, y así obtener la ubicación exacta del pozo.



Fotografía 6: Obtención de las coordenadas de los pozos con el receptor GNSS (Hernández, M. 2021)

Se hizo una comparación de las coordenadas que nos proporcionó el navegador y el receptor GPS para analizar cuál de los dos es más preciso. En la imagen 7, en color amarillo se localiza la coordenada realizada con el navegador GPS y en color azul turquesa la coordenada obtenida con el receptor GNSS. Se utilizaron las coordenadas que nos marcó el receptor al ser más precisas.



Imagen 8: Comparación de las coordenadas con Navegador GPS y el receptor GNSS (Google Satélite, 2021)

Con esto se dio por terminada la primera fase de trabajo de campo el día 3 de diciembre del 2021, teniendo un lapso de mes y medio.

SONDEO Y REGISTRO DE LOS PIEZÓMETROS

El nivel freático es el límite superior de la zona saturada del agua subterránea, sube de acuerdo a la cantidad de agua que se infiltre en el suelo y se recarga el acuífero o baja según la cantidad de agua que sale de acuífero de manera artificial (pozos) o natural (manantiales, descargas a ríos y océanos) también por la cantidad de agua que es extraída del acuífero.

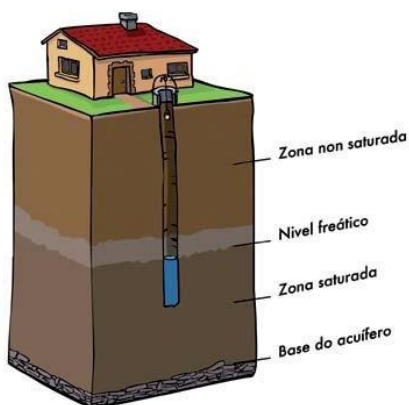
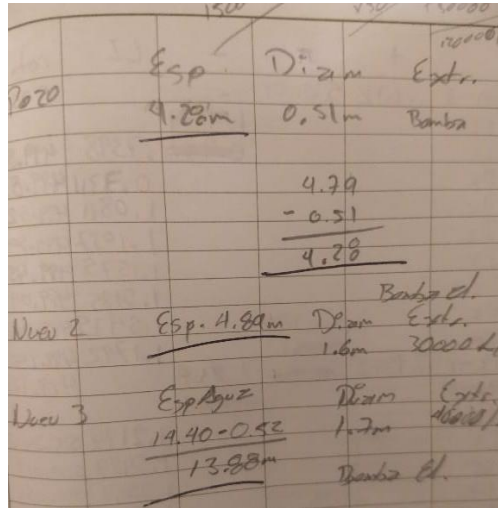


Imagen 9: Interpretación del nivel freático (Sin fuente)

Para esta investigación se necesita hacer el sondeo en el menor tiempo posible para que no existiera demasiada diferencia entre el nivel piezométrico de los pozos debido a los fenómenos ya antes mencionados.

Es por ello que, una vez terminado el reconocimiento, se estipuló un lapso de 2 semanas como máximo para hacer el sondeo de los pozos, es decir, la segunda fase de campo que dio inicio el 6 al 17 de diciembre del 2021.

Esta fase consistió en tomar lectura del espejo de agua de cada pozo, para ello se usó la sonda de medición Sonlist modelo 102, descendiendo la barra metálica hacia el nivel de agua que tiene el pozo, la sonda emite un sonido cuando la barra ha tocado el agua y la luz LED se enciende, lo cual nos indica que se ha llegado al espejo de agua, se verifica la profundidad que tiene y con un flexómetro, se mide la altura del brocal del pozo. A la medida obtenida con la sonda se le resta la altura del brocal del pozo, obteniéndose la profundidad del nivel freático.



Fotografía 7: Cálculo de espejo de agua (Hernández, M. 2021)

Se aplicó la siguiente fórmula para calcular el nivel piezométrico:

$$NP = TN - EA$$

Donde NP: Nivel Piezométrico

TN: Terreno Natural (z)

EA: Espejo de Agua (medido con sonda)



Fotografía 8: Obtención del Nivel Piezométrico con la sonda de medición Sonlist (Hernández, M. 2021)

Una vez aplicada la fórmula, obtenemos el nivel piezométrico de cada pozo que se haya localizado, a excepción de los manantiales, debido a que se encuentra en terreno natural, su altura Z queda intacto, no se aplica la fórmula.



Fotografía 9: Brigada calculando el espejo de agua de pozo en el ejido "El Jobo" (Hernández, M. 2021)

CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS REPMA

Con los datos obtenidos en campo, se comenzó a realizar el trabajo de gabinete, ingresando en una hoja de cálculo las coordenadas anotadas en la libreta de tránsito como lo de la planilla, dando forma y estilo a cada fila y celda tomando como referencia la base de datos REPDA, obteniendo como resultado la nueva base de datos, la cual nombramos como Registro de Pozos y Manantiales (REPMA).

La tabla se compone por el número del pozo, las coordenadas con proyección UTM (X Y), la altura del terreno natural (Z), el titular del pozo, el uso que se le da, su extracción por mes, el tipo de extracción, el diámetro que este tiene y el espejo de agua o nivel piezométrico, tal como se muestra en la tabla 4.

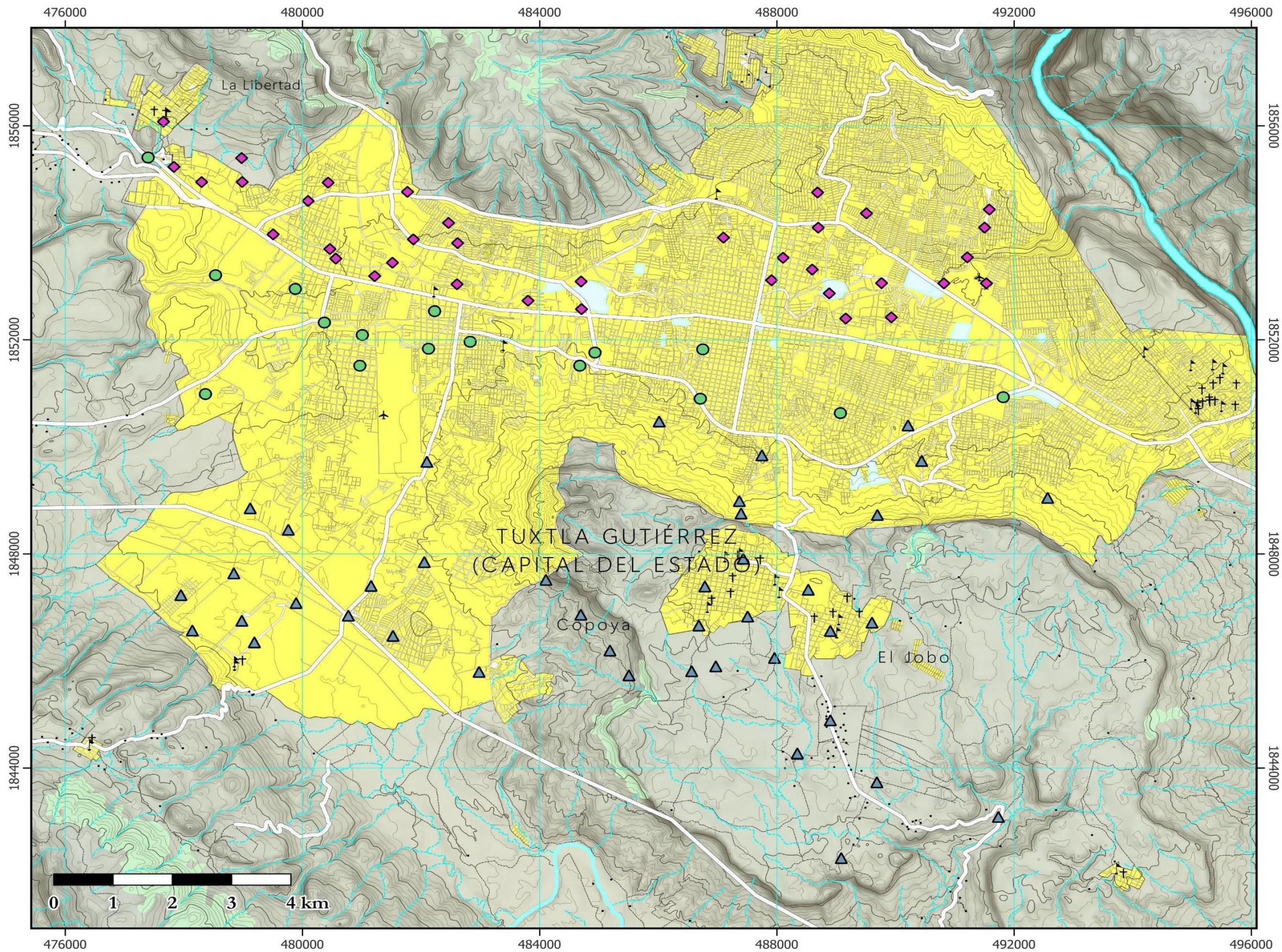
Esos datos se tienen que importar en un formato SHP, para futuros proyectos que se relacionen con el estudio que se realizó en el servicio social. Los pozos quedaron de la siguiente manera, como se puede observar en el mapa 10.

Pozo	X	Y	Z	Titular	Uso	Extraccion por Mes	Tipo de Extraccion	Diametro	Espejo de Agua	Nivel Piezométrico
<u>1</u>	491533.53	1853056.41	495.114	Alejandro Cruz Córdoba	Comercial	12000 L	Bomba eléctrica	2.50 m	2.33 m	492.784
<u>2</u>	482828.39	1851964.11	571.827	David Manzur Elias	Servicio	11000 L	Bomba eléctrica	2 m	5.2 m	566.627
<u>3</u>	490817.41	1853055.26	496.403	Eligio René Ramos Robles	Sin Uso	Desconocido	Ninguno	2 m	4.66 m	491.743
<u>4</u>	486752.22	1851821.88	556.469	Fermín Grajales Gonzalez	Servicio	90000 L	Bomba eléctrica	3 m	2.21 m	554.259
<u>5</u>	480094.92	1854595.42	618.142	Inmobiliaria Integral Tepeyac	Abandonado	Nula	Ninguno	2 m	2.32 m	615.822
<u>6</u>	486710	1850900	563.883	Jesús Solórzano Aquino	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	1.50 m	3.33 m	560.553
<u>7</u>	482228.72	1852535.78	564.238	Construcrima del Sureste	Doméstico	1700 L	Cubeta	2 m	2.72 m	561.518
<u>8</u>	481517.87	1853441.74	585.737	Noemí de los Santos Lira	Doméstico	13200 L	Bomba eléctrica	1.50 m	5.51 m	580.227
<u>9</u>	480462.82	1853696.43	607.488	María del Carmen Méndez de la Cruz	Doméstico	48000 L	Bomba eléctrica	1.50 m	3.11 m	604.378
<u>10</u>	478364.22	1850987.14	615.089	Octavio Vázquez González	Doméstico	33000 L	Bomba eléctrica	1.50 m	6.38 m	608.709
<u>11</u>	489162.14	1852398.34	509.976	Humberto Manuel Ruiz	Servicio	15500 L	Bomba eléctrica	2 m	8.44 m	501.536
<u>12</u>	480773.8	1846846.95	539.89	SMAPA	Distribución	20000L	Bomba eléctrica	5.40 m	3.85 m	536.04
<u>13</u>	481527.08	1846468.89	535.48	SMAPA	Distribución	15000 L	Bomba eléctrica	5.40 m	5.65 m	529.83
<u>14</u>	489931.62	1852420.99	506.34	Distribuidora de Agua en Pipa	Comercial	165000 L	Bomba eléctrica	2.50m	9.16 m	497.18
<u>15</u>	489072.08	1850630.78	549.559	Jose Antonio Morales López	Diferente	1800 L	Bomba eléctrica	2.90 m	1.70 m	547.859
<u>16</u>	477950.956	1847231.271	588.064	Pozo Público	Diferente	---	Cubeta	2 m	13.4	574.664
<u>17</u>	478978.046	1846751.795	553.928	Gonzalo	Domestico	90000 L	Bomba electrica	2.40 m	4.6	549.328
<u>18</u>	479189.57	1846348.1	561.033	No Asignado	Desconocido	Desconocido	Bomba eléctrica	2.80 m	3.38 m	557.653
<u>19</u>	479879.54	1852951.55	600.997	Heydi Nataren Candelaria	Doméstico	30000 L	Cubeta	1.40 m	2.65 m	598.347
<u>20</u>	482978.53	1845795.15	575.038	No Asignado	Sin Uso	Nula	Cubeta	2.20 m	5.20 m	569.838
<u>21</u>	481157.161	1847403.111	554.491	Francisco Javier	Doméstico	1800 L	Cubeta	3.10 m	5.60 m	548.891
<u>22</u>	482054.84	1847848.43	592.639	No Asignado	Doméstico	Bajo uso	Cubeta	2.50 m	8.15 m	584.489
<u>23</u>	482098.35	1849722.24	594.566	Cocina Economica	Doméstico	500 L	Cubeta	1.95 m	2.14 m	592.426
<u>24</u>	482125.71	1851834.71	568.417	Taller Mecanico	Doméstico	10000 L	Cubeta	1.95 m	3.61 m	564.807
<u>25</u>	479893.33	1847081.92	539.817	Víctor Manuel Acosta Orozco	Servicio	30000 L	Bomba eléctrica	3 m	3.10 m	536.717
<u>26</u>	478534.36	1853208.34	609.098	Hugo Alejandro García Gómez	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	2.07 m	9.35 m	599.748
<u>27</u>	480968.13	1851517.22	578.684	Julio Alberto Esponda	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	1.50 m	3.75 m	574.934
<u>28</u>	481010	1852090	574.618	Vicente Estrada	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	1.50 m	3.73 m	570.888
<u>29</u>	489511.24	1854363.01	530.592	Parque "El Manguito"	Abandonado	Sin Extracción	Ninguno	2 m	1.64 m	528.952
<u>30</u>	488104.29	1853533.38	534.317	Victorino Pérez Vargas	Doméstico	12000 L	Bomba eléctrica	1.50 m	7.64 m	526.677
<u>31</u>	477397.03	1855407.47	678.679	Vivero "Jardines"	Servicio	105000 L	Bomba eléctrica	2 m	6.17 m	672.509
<u>32</u>	477833.32	1855232.95	667.612	Agustín	Doméstico	8000 L	Bomba eléctrica	1.50 m	0.61 m	667.002

Pozo	X	Y	Z	Titular	Uso	Extraccion por Mes	Tipo de Extraccion	Diametro	Espejo de Agua	Nivel Piezométrico
33	477655.729	1856076.719	682.895	Pozo Público	Diferente	3000 L	Cubeta	2 m	3.65 m	679.245
34	478299.81	1854948.05	652.332	Brenda Anahí Saldaña Moreno	Doméstico	13200 L	Bomba eléctrica	2 m	4.59 m	647.742
35	478984.123	1854949.187	650.545	Alfredo Guillermo Hernández Bonifaz	Doméstico	15000 L	Bomba con gasolina	2 m	3.78 m	646.765
36	481870.71	1853876.8	590.79	Bonifacio Pérez Pérez	Doméstico	24000 L	Bomba eléctrica	2 m	3.14 m	587.65
37	491817.79	1850928.67	539.109	Omar Macoro	Desconocido	Desconocido	Bomba eléctrica	1.65 m	3.68 m	535.429
38	487911	1853114	522.714	Mario Ernesto Avendaño Morales	Doméstico	1500 L	Bomba eléctrica	2.20 m	4.38 m	518.334
39	484706.44	1852573.92	555.952	La Canja Hotelera S.A. de C.V.	Comercial	25000 L	Bomba eléctrica	4 m	10.64 m	545.312
40	492567.4	1849048.13	705.73	Víctor Hugo Zavaleta	Doméstico	50000 L	Bomba eléctrica	3 m	8.76 m	696.97
41	487432.96	1847912.13	831.288	Ejido	Ejido	Desconocido	Cubeta	2.60 m	4.18 m	827.108
42	486786.95	1847392.23	869.996	Gustavo Gutiérrez	Doméstico	Sin Extracción	Cubeta	1.85 m	6.92 m	863.076
43	486684.73	1846661.66	900.053	Otilio Velázquez Cundapi	Doméstico	95 L	Cubeta	2.20 m	3.20 m	896.853
44	487507.73	1846830.3	883.123	Juan Carlos Vásquez Gutiérrez	Doméstico	90000 L	Bomba eléctrica	2.90 m	4.43 m	878.693
45	488345.94	1844272.54	819.467	Luis Alberto Gómez Hernández	Servicio	540000 L	Bomba eléctrica	11.90 m	5.97 m	813.497
46	488902.18	1844891.44	841.743	Ejido	Ejido	Desconocido	Bomba eléctrica	1.60 m	12.96 m	828.783
47	487960.63	1846055.82	850.752	No Asignado	Desconocido	Desconocido	Desconocido	3.01 m	6.80 m	843.952
48	488530.24	1847331.57	894.792	No Asignado	Desconocido	Desconocido	Desconocido	1.60 m	3.76 m	891.032
49	489605.05	1846716.33	868.63	Ejido	Diferente	20000 L	Bomba y cubeta	5 m	1.40 m	867.23
50	488902.59	1846561.27	859.05	Ejido	Doméstico	45000 L	Bomba eléctrica	1.50 m	2.02 m	857.03
51	491736.64	1843086.09	713.58	Dr. Erick Ramon Roblero Pérez	Doméstico	Pendiente	Bomba eléctrica	1.50 m	18.32 m	695.26
52	489086.2	1842317.1	780.783	Pozo Público	Diferente	Desconocido	Bomba eléctrica	1.50 m	4.57 m	776.213
53	486971.01	1845899.63	878.225	No Asignado	Agrícola	Desconocido	Cubeta	1.50 m	3.80 m	874.425
54	486563.898	1845809.63	877.835	No Asignado	Diferente	Desconocido	Cubeta	2.47 m	0.78 m	877.055
55	485505.73	1845731.52	786.248	No Asignado	Agrícola	Desconocido	Cubeta	2.30 m	1.56 m	784.688
56	485185.89	1846195.36	746.927	Pozo Público	Agrícola	Desconocido	Cubeta	3 m	0.50 m	746.427
57	484694.88	1846864.76	749.216	No Asignado	Agrícola	Desconocido	Cubeta	1.20 m	2.97 m	746.246
58	489687.52	1843733.18	815.539	Ranchería y Caballeriza	Diferente	Desconocido	Bomba con gasolina	2.70 m	10.46 m	805.079
59	486015.02	1850475.3	655.656	Estela	Doméstico	Desconocido	Desconocido	2.50 m	1.60 m	654.056
60	488698.15	1854096.07	540.106	Veterinaria	Doméstico	150000 L	Bomba eléctrica	1.70 m	1.21 m	538.896
61	479761.7432	1848451.841	545.964	Jesús Sánchez	Doméstico	Desconocido	Cubeta	1.40 m	5.10 m	540.864
62	479118.6878	1848852.293	556.774	Jose Luis Ríos Jiménez	Doméstico	Desconocido	Bomba eléctrica	1.45 m	3.23 m	553.544
63	479505.98	1853971.08	618.063	No Asignado	Doméstico	14400 L	Cubeta	1.35 m	7.90 m	610.163
64	480562.62	1853518.32	602.25	No Asignado	Abandonado	Sin Extracción	Desconocido	2.10 m	1.50 m	600.75

Pozo	X	Y	Z	Titular	Uso	Extraccion por Mes	Tipo de Extraccion	Diametro	Espejo de Agua	Nivel Piezométrico
65	481218.1	1853191.66	588.439	No Asignado	Doméstico	6000 L	Bomba eléctrica	2.10 m	0.45 m	587.989
66	480369.72	1852323.09	585.857	No Asignado	Servicio	90000 L	Bomba eléctrica	1.38 m	4.57 m	581.287
67	490212.38	1850400.78	553.349	No Asignado	Doméstico	Desconocido	Bomba electrica	2.20 m	1.07 m	552.279
68	490442.69	1849738.37	606.507	Cerro Hueco	Manantial	----	----	----	0 m	606.507
69	489695.865	1848728.568	768.885	ZooMAT	Manantial	----	----	----	0 m	768.885
70	484699.233	1853090.208	550.522	Joyyo Mayu	Manantial	----	----	----	0 m	550.522
71	487396.54	1848755.24	735.908	El Zapote	Manantial	----	----	----	0 m	735.908
72	487368.07	1848987.93	704.217	Colonia 7 de Abril	Manantial	----	----	----	0 m	704.217
73	487748.45	1849842.71	594.765	Colonia 2 de Febrero	Manantial	----	----	----	0 m	594.765
74	478143.027	1846569.727	572.065	No Asignado	Diferente	--	Cubeta	1.5 m	14.2	557.865
75	491212.139	1853542.279	496.121	Unidad Chiapaneca	Manantial	----	----	----	0 m	496.121
76	491503.4	1854097.997	543.684	Colonia San Isidro	Manantial	----	----	----	0 m	543.684
77	488884.1	1852868.38	524.199	Convivencia Infantil	Diferente	300000 L	Bomba electrica	2 m	2.85 m	521.349
78	491583.787	1854435.182	553.838	Colonia Paulino Aguilar Paniagua	Manantial	----	----	----	0 m	553.838
79	487099.39	1853910.6	547.249	Flor de María Jiménez Jonapa	Doméstico	152000 L	Bomba eléctrica	1.30 m	1.50 m	545.749
80	478843.375	1847637.054	549.831	Manuel Hernández López	Domestico	4400 L	Cubeta	1.85 m	2.1 m	547.731
81	483803.945	1852732.294	556.552	UNACH	Particular	----	----	1.44 m	5.78 m	550.772
82	484105.593	1847516.524	759.264	Manantial	Manantial	----	----	----	0 m	759.264
83	484932.665	1851762.184	571.804	Pozo Rama gas	Diferente	----	----	2.5	5.30 m	566.504
84	484678.062	1851517.285	614.784	country	Diferente	----	----	1.10 m	19.3	595.484
85	488686.85	1854753.8	561.993	Asuncion Chanona Diaz	Servicio	120000 L	Bomba eléctrica	3 m	2.26 m	559.733
86	478974.18	1855396.49	666.664	Balneario Ejidal "Plan de Ayala"	Natural	----	----	----	0 m	666.664
87	488597.28	1853313.23	521.173	No Asignado	Doméstico	75000 L	Bomba eléctrica	1.8 m	1.02 m	520.153
88	489766.01	1853059.64	518.542	No Asignado	Doméstico	120000 L	Bomba eléctrica	1.6 m	3.21 m	515.332
89	480433.05	1854937.81	622.155	No Asignado	Doméstico	30000 L	Bomba eléctrica	1.6 m	3.89 m	618.265
90	481771.19	1854764.82	629.599	Ferre Norte	Diferente	40000 L	Bomba eléctrica	1.7 m	14.21 m	615.389
91	482463.47	1854184.79	607.679	Canchas Deportivas Fraccionamiento Centenario	Natural	-----	-----	-----	0 m	607.679
92	482616.53	1853808.79	587.409	Canal de la colonia Atenas	Natural	-----	-----	-----	0 m	587.409
93	482606.82	1853039.14	574.506	Foviste 2 Jardín Corona	Público	Nulo	Bomba eléctrica	3.03 m	2.47 m	572.036

Tabla 4: Base de datos Registro Piezométrico de la Zona Tuxtla Gutiérrez (REPMA)



MAPA DE LOS POZOS RECABADOS

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 4 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

Escala 1:70000

SIMBOLOGÍA

- Pozos de la Zona Norte ◆
- Pozos de la Zona Sur ▲
- Pozos Compartidos ●

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Delimitación de las zonas de estudio de los pozos en la zona Sur de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 9: Localización de los pozos finales a trabajar (Hernández, M. 2022)

TRAZO DE LA DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO RESPECTO AL RÍO SABINAL

TRAZO DE LA DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO

Una superficie equipotencial es el lugar geométrico de los puntos del espacio que tienen un mismo potencial hidráulico. Por tanto, el flujo se producirá perpendicularmente a las superficies equipotenciales, buscando el máximo gradiente (Imagen 10).

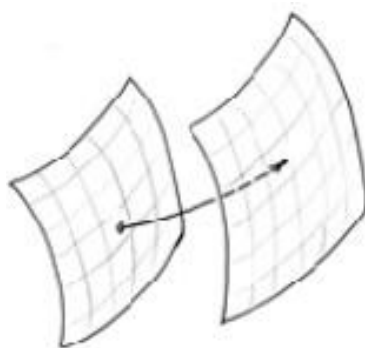


Imagen 10: Las superficies equipotenciales pueden presentar cualquier forma y disposición, y la dirección de flujo será perpendicular a estas superficies

Para dibujar la dirección del flujo subterráneo se hizo uso de la herramienta Polilínea, después según el reglamento de Werner menciona que el flujo es perpendicular a las isopiezas, y a medida de lo posible crear cuadrados entre los mismos flujos.

TRIANGULACIÓN

Se realizó una triangulación donde se hizo uso del Software AutoCAD en su versión 2017 y su extensión CivilCAD, introduciendo las coordenadas UTM (X Y Z) de los piezómetros, después se convierte a proyecto para poderlas trabajar, usamos la herramienta CivilCAD - Altimetría – Triangulación – Proyecto, donde seleccionamos los puntos de los pozos y nos genera una triangulación entre ellos.

(Véase mapa 11)

TRAZO DE LAS ISOLÍNEAS, ISOPIEZAS O ISOFREÁTICAS

Posterior a ello con el uso de la herramienta CivilCAD – Altimetría – Curvas de Nivel – Proyecto, se selecciona la triangulación, para las curvas secundarias, se calcularon a cada 5 metros y las maestras a cada 25 metros, de esa forma se generan las isolíneas.

(Véase mapa 12)

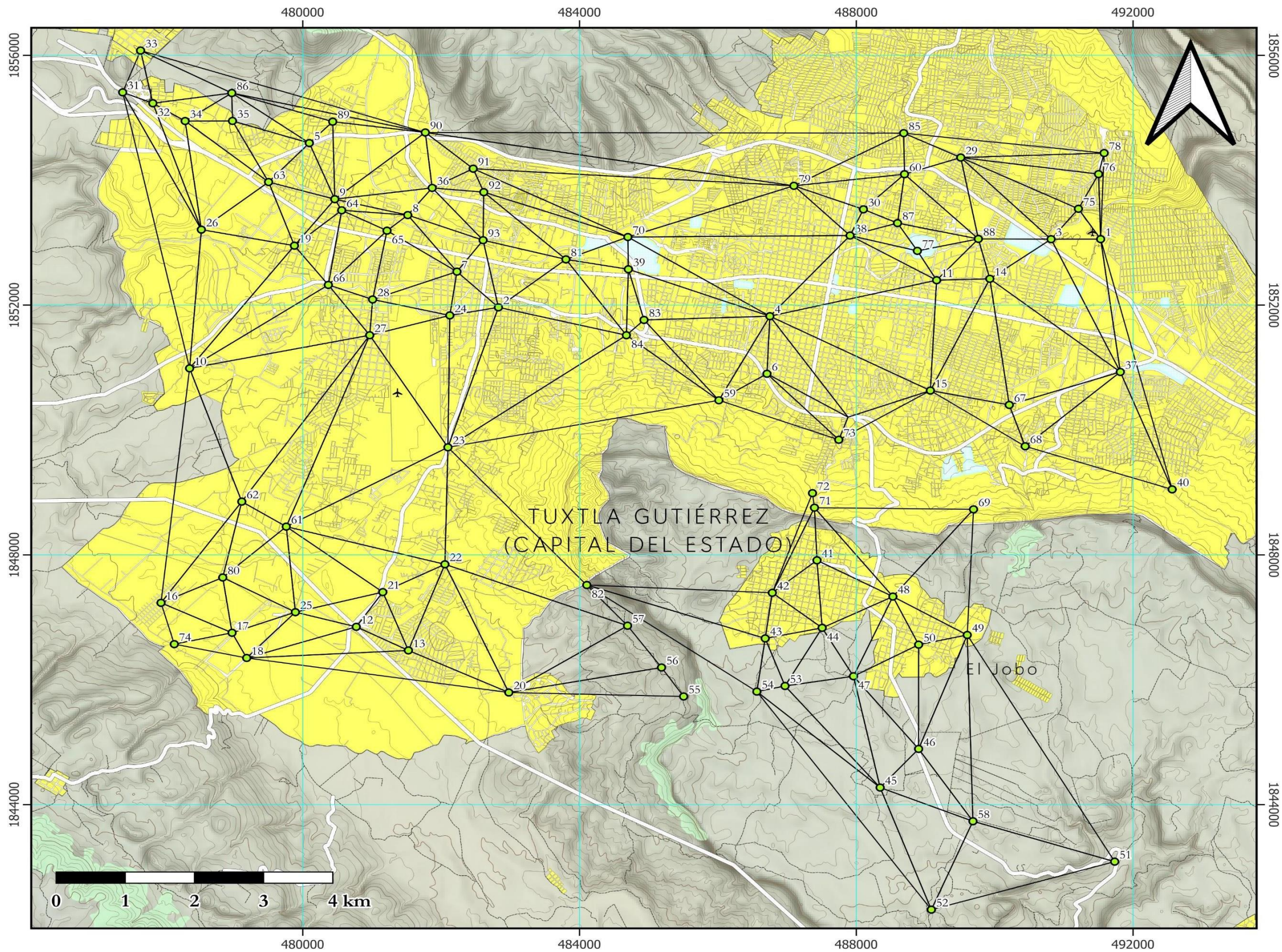
TRAZO DE LA DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO

Para dibujar la dirección del flujo subterráneo se hizo uso de la herramienta Polilínea, después según el reglamento de Werner menciona que el flujo es perpendicular a las isopiezas, y a medida de lo posible crear cuadrados entre los mismos flujos.

Cuando la densidad de flujo aumentaba se entiende que hay un flujo principal en el lugar y se unen a este, por lo que se le considera un flujo principal. Se traza el flujo perpendicularmente a las isolíneas, quedando un cuadrado entre flujo y flujo. De esa manera, el trazo de la dirección del flujo subterráneo se ha realizado, donde se observa la dirección que esta lleva.

(Véase mapa 13)

Los 8 integrantes de la brigada diseñaron una cartografía base para todos los mapas, principalmente para representar la dirección del flujo subterráneo del la Zona Tuxtla Gutiérrez, en una hoja de 90 x 60 de dimensión con más claridad el rumbo que esta recorre, desde su zona de carga como la zona donde se descarga, apreciándose la red de flujo de aguas subterráneas (superficie piezométrica) en el valle de Tuxtla Gutiérrez. Chiapas . (Véase mapa 18 en Anexos).



TRIANGULACIÓN

Escala 1:60000

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 4 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

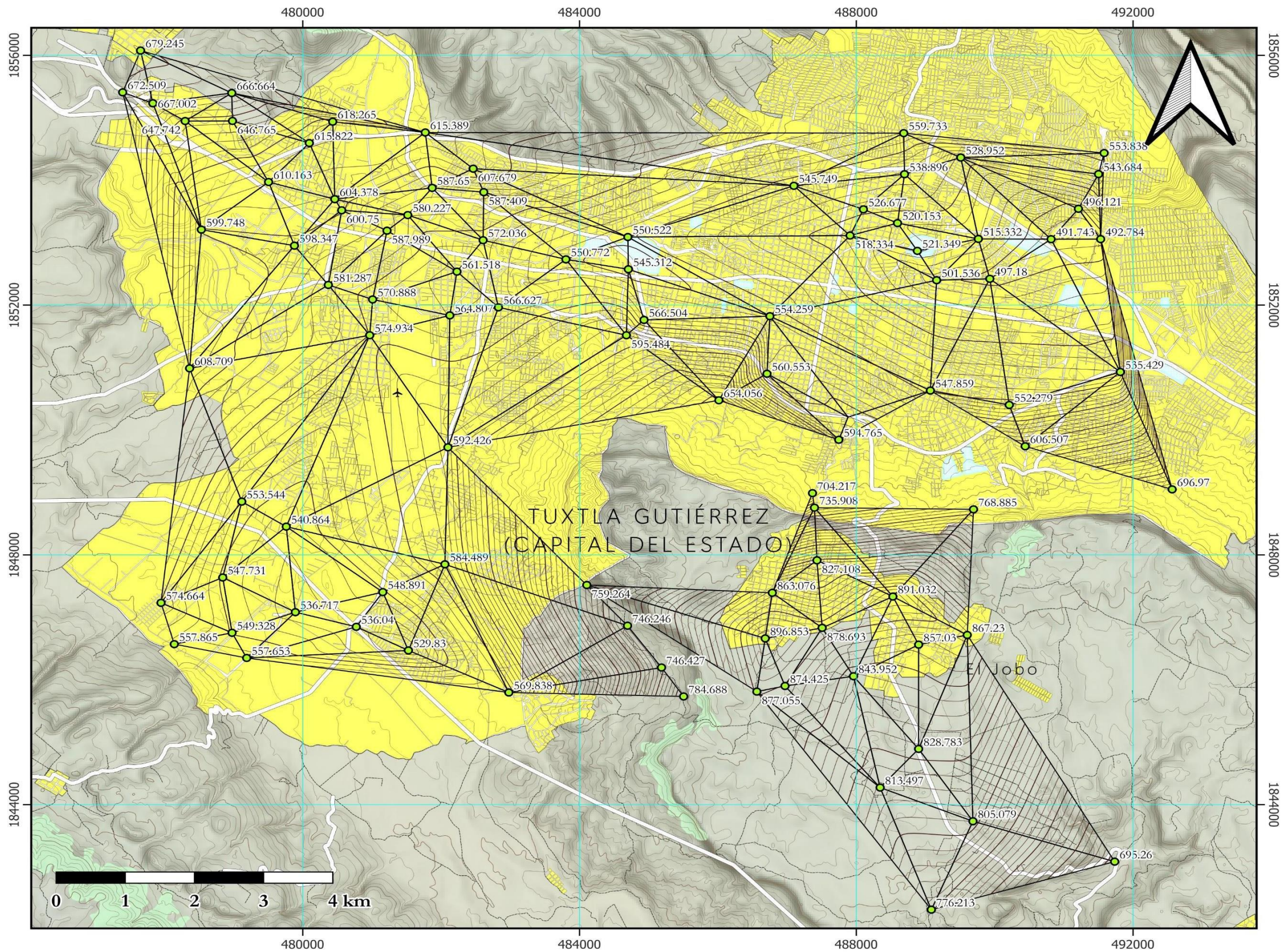
- Triangulación
- Piezómetros 492.784

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales.
 INEGI (2019) Red Hidrográfica Escala 1:50000.
 UNICACH (2022) Trazo Triangulación de Pozos y Manantiales de la Zona Tuxtla Gutiérrez.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Triangulación del Municipio de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 10: Triangulación de los piezómetros (Hernández, M. 2022)



ISOLÍNEAS

Escala 1:60000

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 4 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

- Triangulación
- Piezómetros 492.784
- Isolíneas a cada 5m
- Isolíneas Maestra a cada 25m

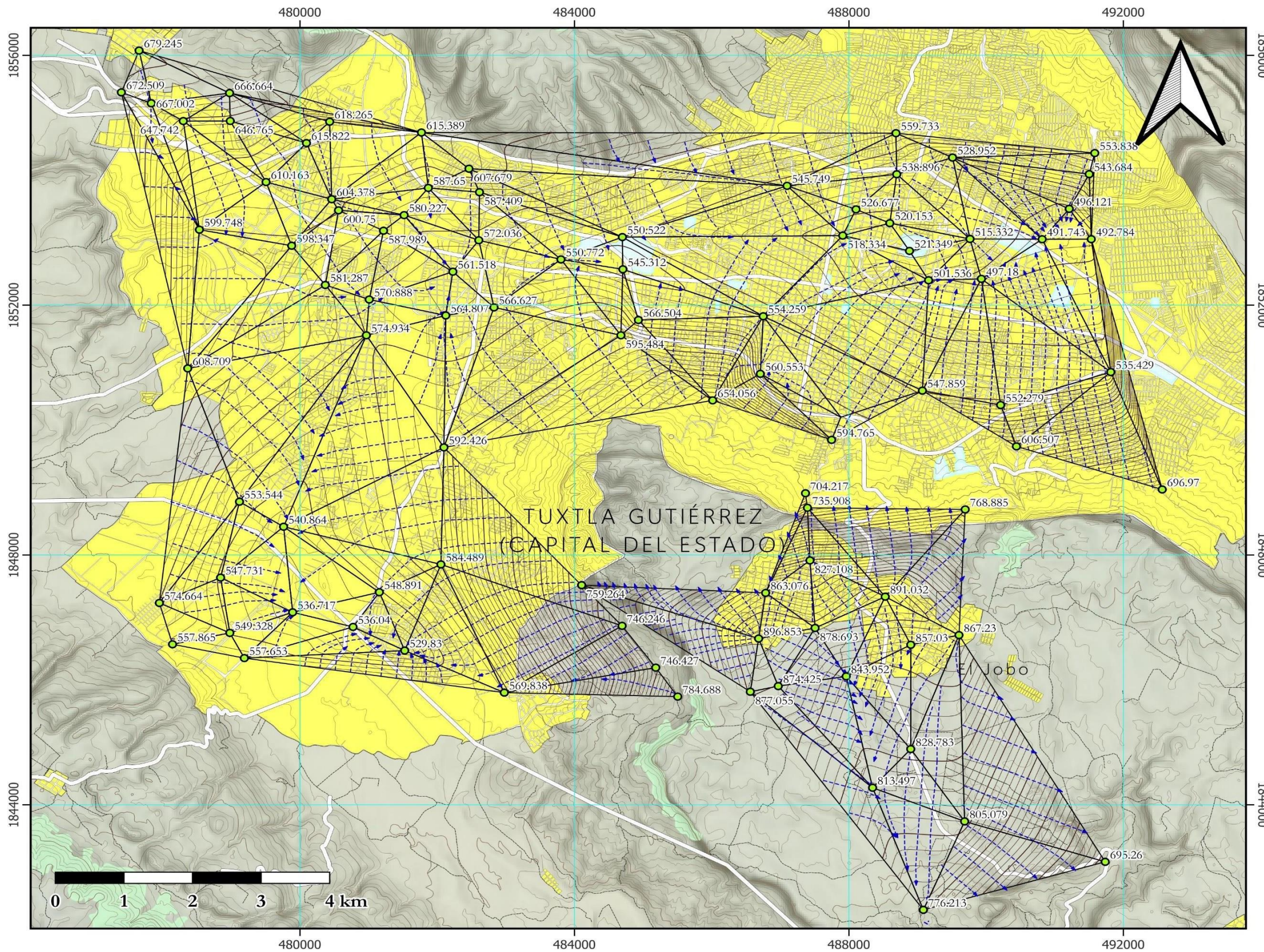
Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales.
 INEGI (2019) Red Hidrográfica Escala 1:50000.
 UNICACH (2022) Trazo Triangulación de Pozos y Manantiales de la Zona Tuxtla Gutiérrez.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Isolíneas del Municipio de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 11: Isolíneas a cada 5 y 25 metros (Hernández, M. 2022)

TRAZO DE LA DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO RESPECTO AL RÍO SABINAL



DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO

Escala 1:60000

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 4 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

SIMBOLOGÍA

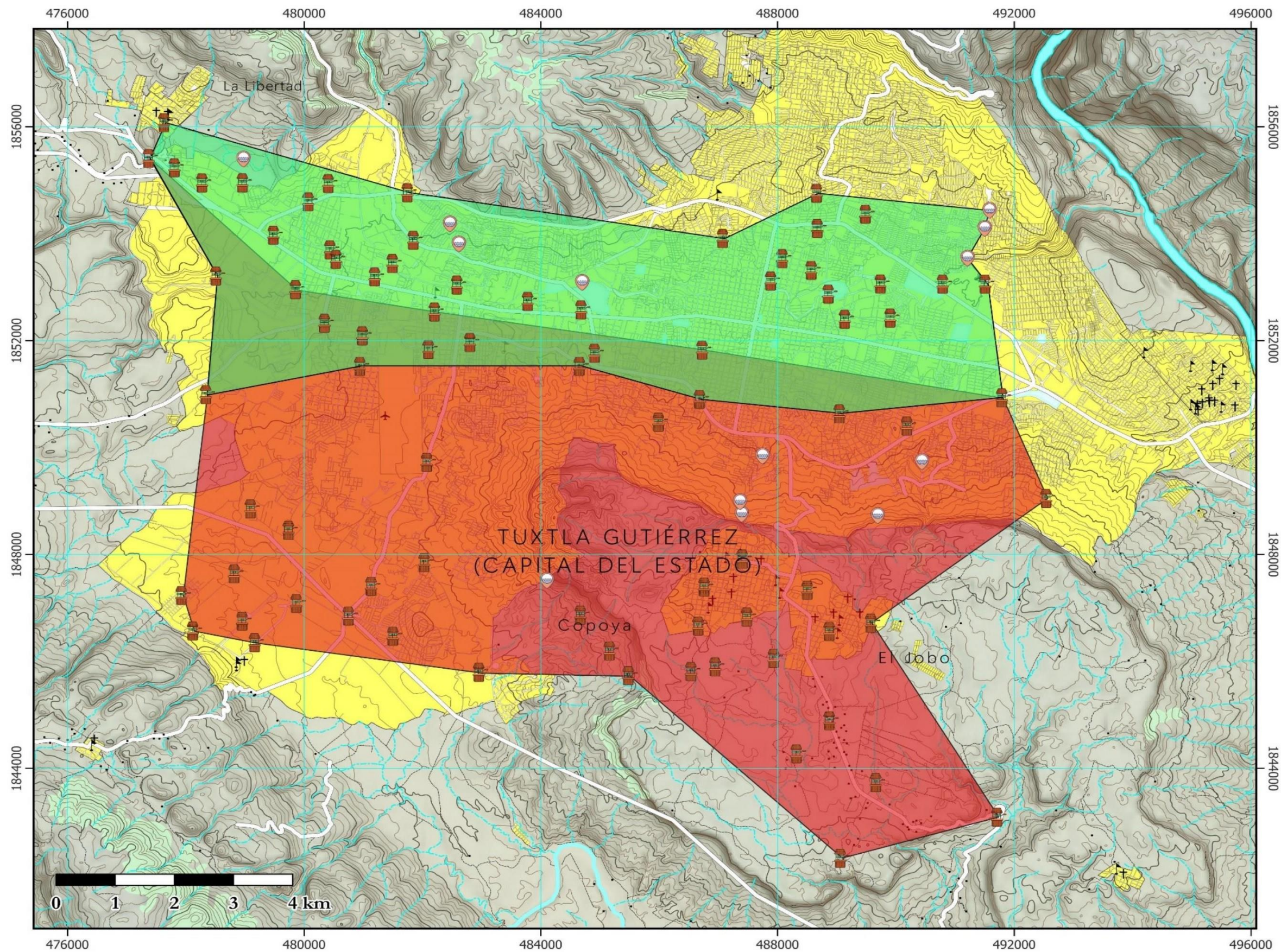
- Triangulación
- Piezómetros 492.784
- Isolíneas a cada 5m
- Isolíneas Maestra a cada 25m
- Dirección del Flujo Subterráneo

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales.
 INEGI (2019) Red Hidrográfica Escala 1:50000.
 UNICACH (2022) Trazo Triangulación de Pozos y Manantiales de la Zona Tuxtla Gutiérrez.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Dirección de Flujo Subterráneo del Municipio de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 12: Trazo del flujo subterráneo perpendicular a las Isolíneas (Hernández, M. 2022)



ZONAS DE ESTUDIO 1:70000

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
 CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 4 KM
 DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

Escala 1:70000

SIMBOLOGÍA

- Pozos
- Manantiales
- Zona Río Sabinal
- Zona Sur

Fuentes

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Delimitación de las zonas de estudio de los pozos en la zona Sur de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 13: Trazo del flujo subterráneo perpendicular a las Isolíneas (Hernández, M. 2022)

TRAZO DE LA DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO RESPECTO AL RÍO SABINAL

CAPÍTULO IV

DESARROLLO EN LA ZONA DE ESTUDIO

En el caso del Servicio Social, con base a la investigación realizada, se importaron las isolíneas y el trazo del flujo subterráneo a QGIS y con la cartografía ya diseñada se obtuvo el trazo de la dirección del flujo subterráneo de la Zona de Tuxtla Gutiérrez.

Para nuestra zona de estudio, que es la zona norte respecto al Río Sabinal (Mapa 14), se recopiló la información que se realizó en el Servicio Social, usando el software QGIS, se delimita un nuevo polígono con base a los pozos y la trayectoria del Río Sabinal, con el objetivo de usar los pozos necesarios para trabajar en la zona de estudio denominada “Valle de Tuxtla Gutiérrez”. Respecto a la Base de Datos REPDA y la zona de estudio, se seleccionaron 191 pozos de los 258 que abarca toda la zona de Tuxtla Gutiérrez.

(Véase mapa 15)

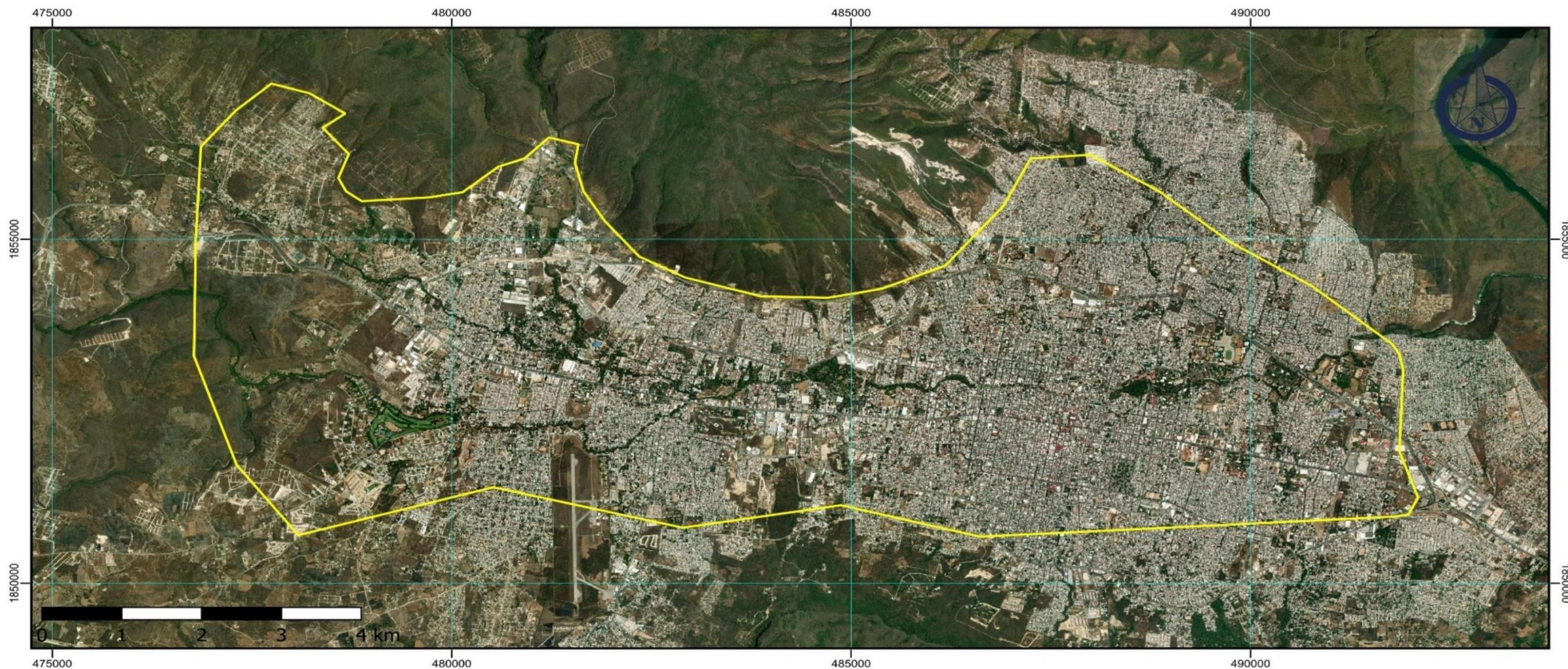
Se aplica igual por medio del Sistema de Información Geográfica QGIS, un búfer con un radio de 500 metros y 1 km de diámetro, para depurar los pozos que no cumplan los requisitos y se seleccione el que sí cumple, dejando un total de 49 pozos que se usarán para la zona de estudio.

(Véase mapa 16 y 17)

El primer trabajo de campo que se hizo fue el reconocimiento de la zona, el cual consistió en cerciorarnos que la información de los pozos fuese verídica. Se trazaron rutas en QGIS para tener una idea más clara de dónde tenemos que dirigirnos y ahorrar tiempo, una vez trazada la ruta y seleccionado los pozos que se visitaría por brigada y por día, se exportó en un formato KML para visualizarlo en la aplicación Google Earth y facilitar el trayecto e identificar los caminos que recorreríamos.

Realizando el recorrido y visitando los pozos, la mayoría de los pozos ya no estaban disponibles, esto es por factores como el hecho de que estaban secos, la negativa de las personas y el hecho de que las coordenadas estaban mal o no existían.

Con ayuda del búfer se buscaron más pozos que no se encontraban registrados ante alguna dependencia y manantiales, esto se logró al preguntar a personas y vecinos información de algún pozo en existencia cercano al lugar donde se encontraba el búfer o la ubicación del pozo que ya se había seleccionado previamente. Durante el recorrido, en la Zona Norte y línea del Río Sabinal, se encontraron 52 pozos y manantiales.



UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zona 15Q

Proyección: Transversal de Mercator

Datum: WGS 1984

Cuadrícula: UTM a cada 5 Km

ESCALA 1: 60000



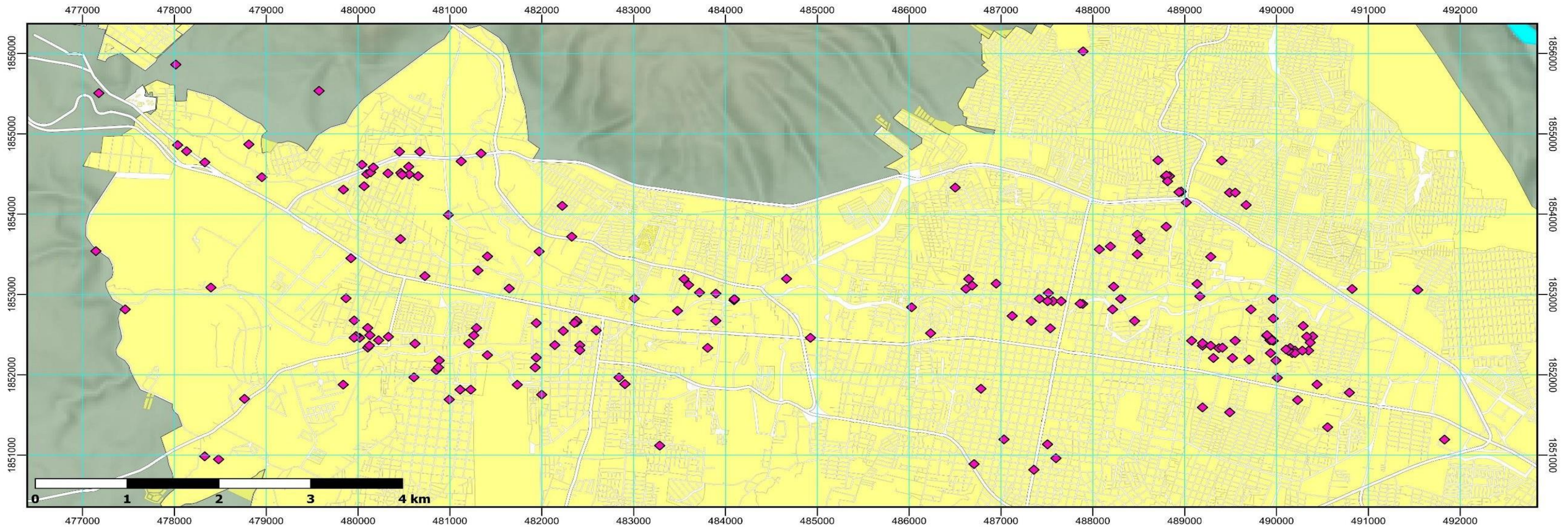
MAPA ELABORADO POR EL ALUMNO

MIGUEL ANTONIO HERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ



Mapa 14: Localización de la Zona Norte de Tuxtla Gutiérrez (Hernández, M. 2022)

UBICACIÓN DE LOS POZOS DE LA BASE DE DATOS REPDA



SIMBOLOGÍA

RASGOS DE ESTUDIO

Pozo
Carretera
Cuerpos de Agua



ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 1 KM
DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

ESCALA 1:40000

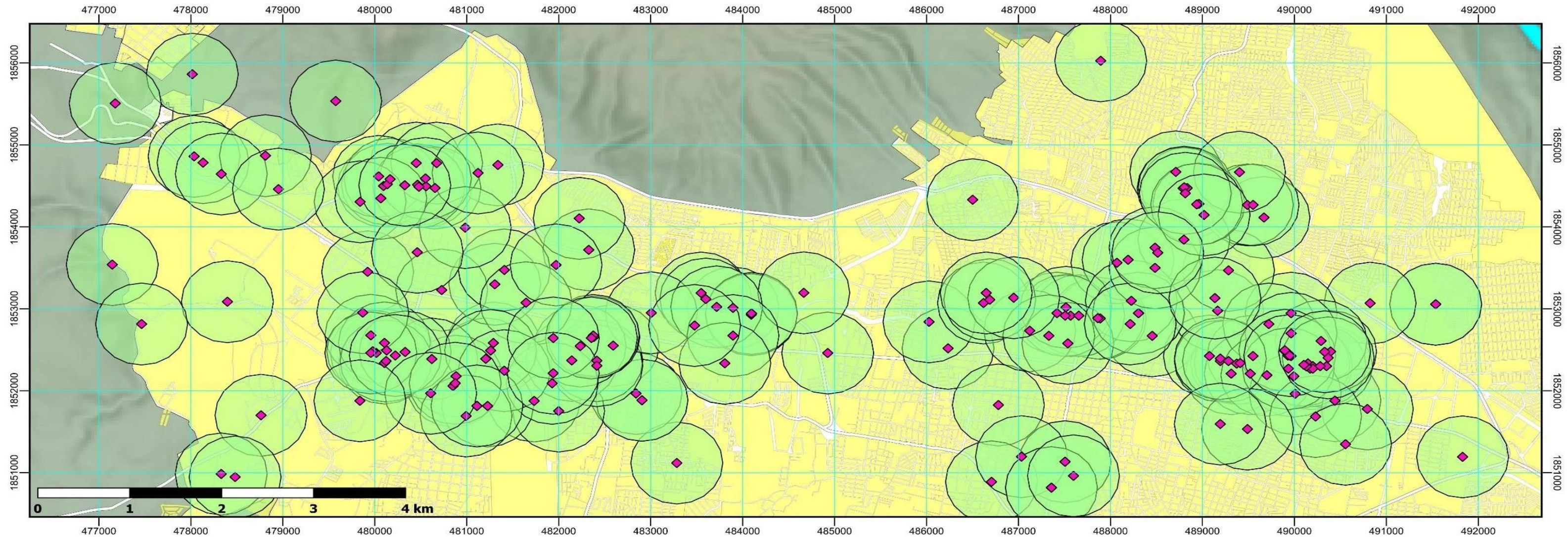
Fuente

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000
INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000
INEGI (2010) Cartografía Geoestadística Urbana
Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Ubicación de Pozos de la Zona Norte de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 15: Ubicación de los pozos de la base de datos REPDA para la Zona Norte (Hernández, M. 2022)

BÚFFER DE LOS POZOS DE LA BASE DE DATOS REPDA



SIMBOLOGÍA

RASGOS DE ESTUDIO

- Pozo ◆
- Carretera
- Cuerpo de Agua
- Triangulación

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

- PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
- CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 1 KM
- DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

ESCALA 1:40000

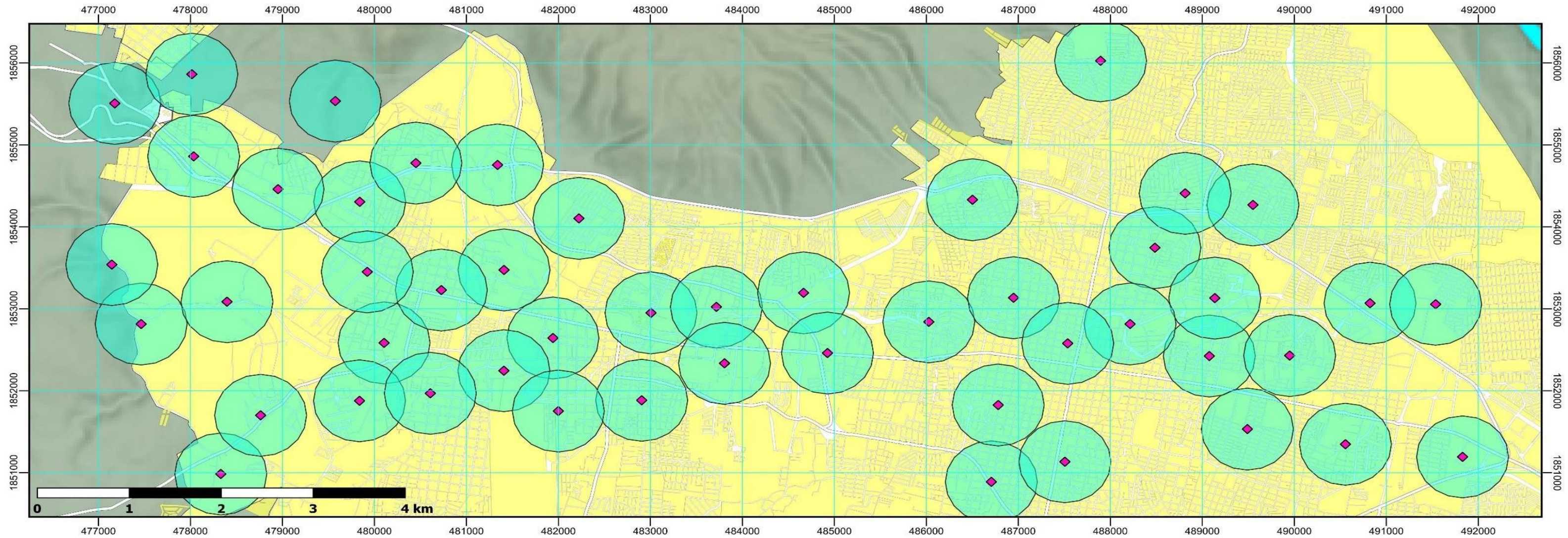
Fuente

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Búffer de la Zona Norte de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 16: Búffer aplicado a los pozos para su depuración (Hernández, M. 2022)

DEPURACIÓN DE LOS POZOS DE LA BASE DE DATOS REPDA



SIMBOLOGÍA

RASGOS DE ESTUDIO

- Pozo
- Carretera
- Cuerpo de Agua
- Triangulación

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

- PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
- CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 1 KM
- DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

ESCALA 1:40000

Fuente

GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000.
 INEGI (2010) Cartografía Geoestadística Urbana.
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Pozos Depurado de la Zona Norte de Tuxtla Gutiérrez.



Mapa 17: Depuración de los pozos en la Zona Norte (Hernández, M. 2022)

Los datos y lo que se realizó en el servicio social se aplicó igual para la Zona Norte y el Recorrido del Río Sabinal, por lo tanto, tanto el uso del receptor GNSS como el uso de la Sonda Eléctrica Sonlist, quedando de la siguiente manera los pozos y manantiales que se encontraron en el recorrido de la Zona de estudio, dando un total de 43 pozos y 9 manantiales.

Al igual que en todos los pozos y manantiales encontrados en la Zona de Tuxtla Gutiérrez se realizó una base de datos REPMA, lo mismo se aplicó en la Zona Norte de Tuxtla Gutiérrez, con la diferencia que este lleva el nombre REPZONTUG (Registro de Piezómetros de la Zona Norte de Tuxtla Gutiérrez) donde lleva las mismas características y diseño de la base de datos del servicio social REPMA.

Con base a la triangulación, isolíneas y la dirección del flujo subterráneo de la Zona de Tuxtla Gutiérrez, se hizo el corte mediante un polígono en el Sistema de Información Geográfica QGIS, importado todo desde AutoCAD y realizando la conversión con el Sistema de Información Geográfica Global Mapper, para apreciar la dirección que el flujo subterráneo lleva respecto al Río Sabinal en el valle de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

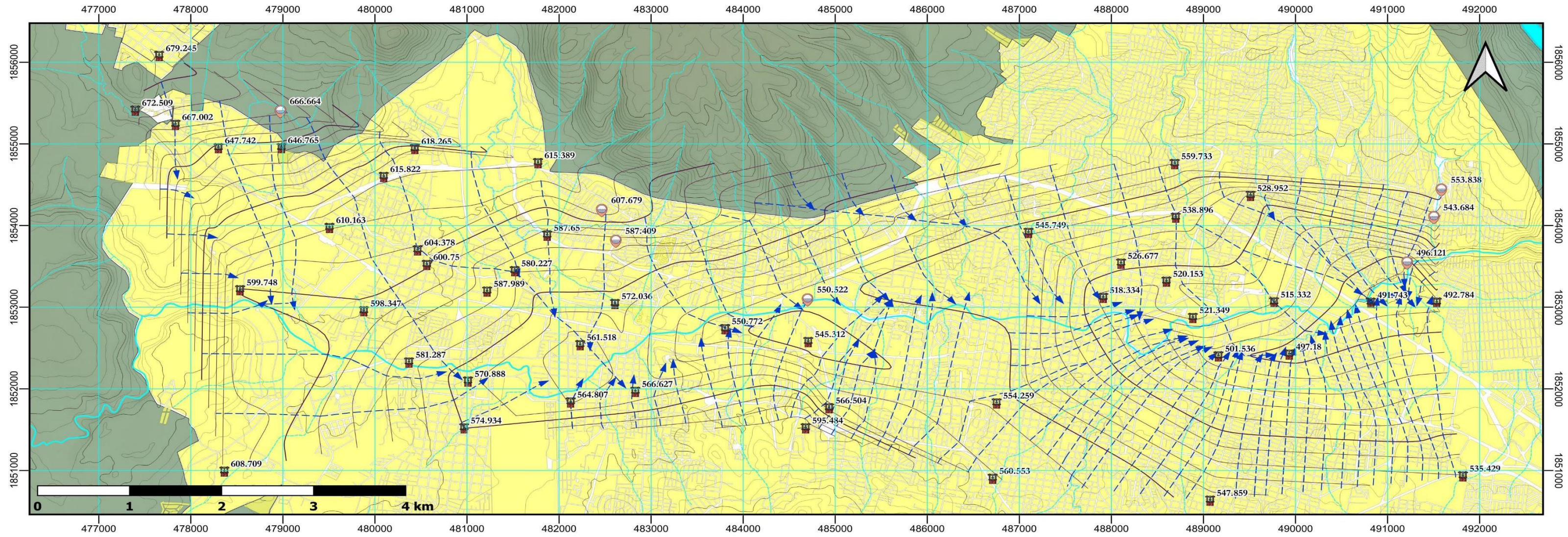
(Ver mapa 18)

Pozo	X	Y	Z	Titular	Uso	Extracción por Mes	Tipo de Extracción	Diámetro	Espejo de Agua	Nivel Piezométrico
1	491533.53	1853056.41	495.114	Alejandro Cruz Córdoba	Comercial	12000 L	Bomba Eléctrica	2.50 m	2.33 m	492.784
2	482828.39	1851964.11	571.827	David Manzur Elías	Servicio	11000 L	Bomba Eléctrica	2 m	5.2 m	566.627
3	490817.41	1853055.26	496.403	Eligio René Ramos Robles	Sin Uso	Desconocido	Ninguno	2 m	4.66 m	491.743
4	486752.22	1851821.88	556.469	Fermín Grajales Gonzalez	Servicio	90000 L	Bomba Eléctrica	3 m	2.21 m	554.259
5	480094.92	1854595.42	618.142	Inmobiliaria Integral Tepeyac	Abandonado	Nula	Ninguno	2 m	2.32 m	615.822
6	486710	1850900	563.883	Jesús Solórzano Aquino	Doméstico	Desconocido	Bomba Eléctrica	1.50 m	3.33 m	560.553
7	482228.72	1852535.78	564.238	Construcrima del Sureste	Doméstico	1700 L	Cubeta	2 m	2.72 m	561.518
8	481517.87	1853441.74	585.737	Noemí de los Santos Lira	Doméstico	13200 L	Bomba Eléctrica	1.50 m	5.51 m	580.227
9	480462.82	1853696.43	607.488	María del Carmen Méndez de la Cruz	Doméstico	48000 L	Bomba Eléctrica	1.50 m	3.11 m	604.378
10	478364.22	1850987.14	615.089	Octavio Vázquez González	Doméstico	33000 L	Bomba Eléctrica	1.50 m	6.38 m	608.709
11	489162.14	1852398.34	509.976	Humberto Manuel Ruiz	Servicio	15500 L	Bomba Eléctrica	2 m	8.44 m	501.536
12	489931.62	1852420.99	506.34	Distribuidora de Agua en Pipa	Comercial	165000 L	Bomba Eléctrica	2.50m	9.16 m	497.18
13	489072.08	1850630.78	549.559	Jose Antonio Morales López	Diferente	1800 L	Bomba Eléctrica	2.90 m	1.70 m	547.859
14	479879.54	1852951.55	600.997	Heydi Nataren Candelaria	Doméstico	30000 L	Cubeta	1.40 m	2.65 m	598.347
15	482125.71	1851834.71	568.417	Taller Mecanico	Doméstico	10000 L	Cubeta	1.95 m	3.61 m	564.807
16	478534.36	1853208.34	609.098	Hugo Alejandro García Gómez	Doméstico	Desconocido	Bomba Eléctrica	2.07 m	9.35 m	599.748
17	480968.13	1851517.22	578.684	Julio Alberto Esponda	Doméstico	Desconocido	Bomba Eléctrica	1.50 m	3.75 m	574.934
18	481010	1852090	574.618	Vicente Estrada	Doméstico	Desconocido	Bomba Eléctrica	1.50 m	3.73 m	570.888
19	489511.24	1854363.01	530.592	Parque "El Manguito"	Abandonado	Sin Extracción	Ninguno	2 m	1.64 m	528.952
20	488104.29	1853533.38	534.317	Victorino Pérez Vargas	Doméstico	12000 L	Bomba Eléctrica	1.50 m	7.64 m	526.677
21	477397.03	1855407.47	678.679	Vivero "Jardines"	Servicio	105000 L	Bomba Eléctrica	2 m	6.17 m	672.509
22	477833.32	1855232.95	667.612	Agustín	Doméstico	8000 L	Bomba Eléctrica	1.50 m	0.61 m	667.002
23	477655.729	1856076.719	682.895	Pozo Público	Diferente	3000 L	Cubeta	2 m	3.65 m	679.245
24	478299.81	1854948.05	652.332	Brenda Anahí Saldaña Moreno	Doméstico	13200 L	Bomba Eléctrica	2 m	4.59 m	647.742
25	478984.123	1854949.187	650.545	Alfredo Guillermo Hernández Bonifaz	Doméstico	15000 L	Bomba con gasolina	2 m	3.78 m	646.765
26	481870.71	1853876.8	590.79	Bonifacio Pérez Pérez	Doméstico	24000 L	Bomba Eléctrica	2 m	3.14 m	587.65
27	491817.79	1850928.67	539.109	Omar Macoro	Desconocido	Desconocido	Bomba Eléctrica	1.65 m	3.68 m	535.429
28	487911	1853114	522.714	Mario Ernesto Avendaño Morales	Doméstico	1500 L	Bomba Eléctrica	2.20 m	4.38 m	518.334
29	484706.44	1852573.92	555.952	La Canja Hotelera S.A. de C.V.	Comercial	25000 L	Bomba Eléctrica	4 m	10.64 m	545.312
30	488698.15	1854096.07	540.106	Veterinaria	Doméstico	150000 L	Bomba Eléctrica	1.70 m	1.21 m	538.896

Pozo	X	Y	Z	Titular	Uso	Extracción por Mes	Tipo de Extraccion	Diámetro	Espejo de Agua	Nivel Piezométrico
31	479505.98	1853971.08	618.063	No Asignado	Doméstico	14400 L	Cubeta	1.35 m	7.90 m	610.163
32	480562.62	1853518.32	602.25	No Asignado	Abandonado	Sin Extracción	Desconocido	2.10 m	1.50 m	600.75
33	481218.1	1853191.66	588.439	No Asignado	Doméstico	6000 L	Bomba Eléctrica	2.10 m	0.45 m	587.989
34	480369.72	1852323.09	585.857	No Asignado	Servicio	90000 L	Bomba Eléctrica	1.38 m	4.57 m	581.287
35	488884.1	1852868.38	524.199	Convivencia Infantil	Diferente	300000 L	Bomba Eléctrica	2 m	2.85 m	521.349
36	487099.39	1853910.6	547.249	Flor de María Jiménez Jonapa	Doméstico	152000 L	Bomba Eléctrica	1.30 m	1.50 m	545.749
37	483803.945	1852732.294	556.552	UNACH	Particular	----	----	1.44 m	5.78 m	550.772
38	484932.665	1851762.184	571.804	Pozo Rama gas	Diferente	-----	-----	2.5	5.30 m	566.504
39	484678.062	1851517.285	614.784	country	Diferente			1.10 m	19.3	595.484
40	488686.85	1854753.8	561.993	Asuncion Chanona Diaz	Servicio	120000 L	Bomba Eléctrica	3 m	2.26 m	559.733
41	488597.28	1853313.23	521.173	No Asignado	Doméstico	75000 L	Bomba Eléctrica	1.8 m	1.02 m	520.153
42	489766.01	1853059.64	518.542	No Asignado	Doméstico	120000 L	Bomba Eléctrica	1.6 m	3.21 m	515.332
43	480433.05	1854937.81	622.155	No Asignado	Doméstico	30000 L	Bomba Eléctrica	1.6 m	3.89 m	618.265
44	481771.19	1854764.82	629.599	Ferre Norte	Diferente	40000 L	Bomba Eléctrica	1.7 m	14.21 m	615.389
45	482606.82	1853039.14	574.506	Fovisste 2 Jardín Corona	Público	Nulo	Bomba Eléctrica	3.03 m	2.47 m	572.036
46	484699.233	1853090.208	550.522	Joyyo Mayu	Manantial	-----	-----	-----	0 m	550.522
47	491212.139	1853542.279	496.121	Unidad Chiapaneca	Manantial	-----	-----	-----	0 m	496.121
48	491503.4	1854097.997	543.684	Colonia San Isidro	Manantial	-----	-----	-----	0 m	543.684
49	491583.787	1854435.182	553.838	Colonia Paulino Aguilar Paniagua	Manantial	-----	-----	-----	0 m	553.838
50	478974.18	1855396.49	666.664	Balneario Ejidal "Plan de Ayala"	Natural	-----	-----	-----	0 m	666.664
51	482463.47	1854184.79	607.679	Canchas Deportivas Fraccionamiento Centenario	Natural	-----	-----	-----	0 m	607.679
52	482616.53	1853808.79	587.409	Canal de la colonia Atenas	Natural	-----	-----	-----	0 m	587.409





Tabla 5: Base de datos Registro Piezométrico de la Zona Norte de Tuxtla Gutiérrez (REPZONTUG)

DIRECCION DEL FLUJO SUBTERRÁNEO RESPECTO AL RÍO SABINAL



SIMBOLOGÍA

RASGOS DE ESTUDIO

- Pozo  646.765
- Manantial  496.121
- Flujo Subterráneo 
- Corriente Intermitente 

ESPECIFICACIONES CARTOGRÁFICAS

- PROYECCIÓN ----- UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR
- CUADRÍCULA ----- UTM A CADA 1 KM
- DATUM HORIZONTAL ----- WGS 1984

ESCALA 1:40000

Mapa 18: Dirección del Flujo Subterráneo en la Zona Norte respecto al Río Sabinal (Hernández, M. 2022)

Fuente

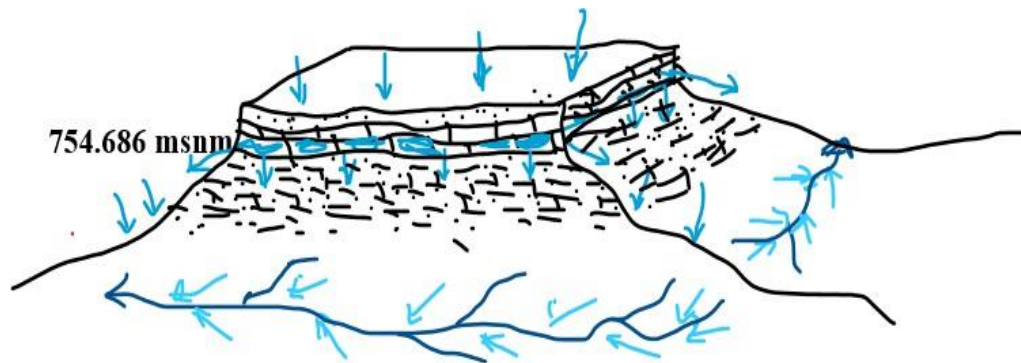
GEOWEB CHIAPAS (2020) Modelo Digital de Elevación de Alta resolución.
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C59 (Chicoasén) Escala 1:50000
 INEGI (2019) Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica E15C69 (Tuxtla Gutiérrez) Escala 1:50000
 INEGI (2010) Cartografía Geoestadística Urbana
 Hernández Domínguez, M.A. (2022) Mapa de Trazo de Flujo Subterráneo de la Zona Norte de Tuxtla Gutiérrez



CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

En el mapa de flujo subterráneo de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas se pueden apreciar que los valores más altos de las cargas hidráulicas (zona de recarga) se tienen en la parte Noroeste de la Mesa de Copoya con valores de 896.853 y 891.032 msnm formando un acuífero colgado que descarga a una elevación promedio de 742.068 msnm en el contacto de calizas arrecifales con rocas arcillosas que conforman un Acuitardo. Este cuerpo de agua (Acuífero colgado) se encuentra hidrogeológicamente conectado al Acuitardo cediéndole agua; convirtiéndose, la descarga del Acuífero Colgado de Copoya, en recarga del Acuitardo del Valle de Tuxtla Gutiérrez.



En el valle de Tuxtla la recarga se ve afectada debido a que las rocas son arcillosas y por lo tanto se ve disminuida su permeabilidad. Estas recargas son originadas por la infiltración de agua de lluvias y las descargas del acuífero colgado de Copoya, generalmente.

En la configuración de flujo subterráneo se puede apreciar que las equipotenciales (isolíneas) se encuentran acotadas a cada 5 unidades, que los valores más altos de cargas hidráulicas se tienen en la parte Sureste del valle de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas con valores de 696.970 y 654.056 metros sobre nivel del mar, en el Noroeste muestra valores de 679.245 y 672.509 metros sobre nivel del

mar, mientras que en el Noreste se tienen los valores más bajos, siendo el menor de 491.743 y 492.7840 metros sobre el nivel del mar. Hacia la parte Suroeste del valle de Tuxtla se tienen cargas hidráulicas de bajo valor que van de 536.04 a 529.83 metros sobre nivel del mar.

El valor promedio de las cargas hidráulicas en el valle de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas es de 572.523 metros sobre el nivel del mar. El flujo subterráneo en el Valle de Tuxtla sigue dos trayectorias con parteaguas a la altura del Aeropuerto Francisco Sarabia:

Una con dirección general de poniente a oriente reconociendo la trayectoria del río Sabinal que descarga al Río Grijalva; encontrándose concentraciones en las zonas de Terán, Joyo Mayu y Paso Limón.

La segunda con dirección norte-sur siguiendo la trayectoria del Arroyo Sabinal afluente del Río Suchiapa. La carga hidráulica con valor más alto se encuentra en la zona de recarga y es de 574.934 msnm en las inmediaciones del Aeropuerto Francisco Sarabia y la más baja de 529.83 msnm.

El trazo de la dirección del flujo subterráneo permitirá a la población identificar las zonas de recarga y tomar decisiones acertadas para procurar la conservación y protección evitando su contaminación.

En el caso del Servicio Social, con base a la investigación realizada, se importaron las isolíneas y el trazo del flujo subterráneo a QGIS y con la cartografía ya diseñada se obtuvo el trazo de la dirección del flujo subterráneo de la Zona de Tuxtla Gutiérrez.

CONCLUSIONES, PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

El flujo subterráneo tiene una similitud a las corrientes de flujos superficiales, siguiendo su trayectoria, con la diferencia de que el flujo subterráneo es constante y el superficial se presenta cuando hay precipitación. El análisis de la dirección del flujo subterráneo permitirá a la población tomar decisiones acertadas cuando requieran realizar una excavación para el alumbramiento de este vital líquido. Es importante identificar áreas contaminantes para poder preservar el agua subterránea.

Este proyecto de Dirección del Flujo Subterráneo puede llegar a ser una pieza fundamental para futuros proyectos de cualquier índole, ya sea para verificar la calidad del agua subterránea o de

pozos en ciertas áreas, si se desea realizar una construcción, si algún basurero o granjas puedan llegar a contaminar el agua subterránea, pueda ser de mucha utilidad.

BIBLIOGRAFÍA

Antalia Gómez Abraham . (2011). Determinación de los sistemas de flujo del agua subterránea y caracterización de sus componentes en regiones desérticas: El caso de Loreto, Baja California Sur. 20 de Julio de 2022. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, SC. Disponible en <http://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1001/1057>

Hernández Juárez, R. A., Martínez Rivera, L. M., Peñuela-Arévalo, L. A., y Rivera-Reyes, S. (2019). Gestión del agua subterránea en los acuíferos de la cuenca del río Ayuquila-Armería en Jalisco y Colima, México. región y sociedad, 31, e1093. Disponible en <https://regionysociedad.colson.edu.mx:8086/index.php/rys/article/view/1093/1545>

Betancur Vargas T., García-Giraldo D. A., Vélez-Duque A. J., Gómez A. M., Flórez Ayala C., Ortiz Tamayo J.P. y J.A. (2017). Aguas subterráneas, humedales y servicios ecosistémicos en Colombia. 20 de julio de 2022. Disponible en <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/33628>

Abril Orellana O.A., Montalvo Montenegro C.I. (2014). Modelización del Flujo Subterráneo de dos Cuencas de Tamaño Medio Empleando dos Estructuras (Modelos) Distintas. 20 de julio de 2022, de Universidad de Cuenca. Disponible en <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5346/1/TESIS.pdf>

Fernández Cirelli, Alicia (2012). El agua: un recurso esencial. Química Viva, 11(3),147-170. 17 de junio de 2022. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090002>

Andrés G. Martínez (2018) Hidrología del Estado de Chiapas. 01 de mayo de 2018. Disponible en <https://paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-chiapas/hidrologia-chiapas.html>

Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México. Chiapas. Disponible en <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/mediofisico.html#:~:text=los%20tipos%20de%20suelos%20predominantes,%2C%20luvisol%2C%20vertisol%20y%20nitosol.>

ANEXO

