



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

T E S I S

**“ANÁLISIS DE RIESGO EN LAS AGUAS
SUBTERRÁNEAS POR CONTAMINACIÓN
DE AGROQUÍMICOS EN LA LOCALIDAD
RIBERA DE MONTEERRICO, MPIO. DE
CHIAPA DE CORZO, CHIAPAS”.**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO EN
TOPOGRAFÍA E HIDROLOGÍA

PRESENTA:

DANIELA HERNÁNDEZ VARGAS

JESÚS DAVID VÁZQUEZ GUERRA

DIRECTOR DE TESIS

DR. FRANCISCO FÉLIX DOMÍNGUEZ SALAZAR

CODIRECTOR

**MTRO. BENITO JAVIER VILLANUEVA
DOMÍNGUEZ**



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

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
07 de diciembre de 2023

C. Daniela Hernández Vargas

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Topográfica e Hidrología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
"Análisis de riesgo en las aguas subterráneas por contaminación de agroquímicos en la

localidad Ribera de Monterrico, Mpio. de Chiapa de Corzo, Chiapas"

En la modalidad de: Tesis Profesional

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

Ing. Reynol Magdaleno González

Mtro. Leopoldo Emmanuel Hernández Vázquez

Dr. Francisco Félix Domínguez Salazar

Firmas:

C.c.p. Expediente



Pág 1 de 1
Revisión 4



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

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
07 de diciembre de 2023

C. Jesús David Vázquez Guerra

Pasante del Programa Educativo de: Ingeniería Topográfica e Hidrología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:
"Análisis de riesgo en las aguas subterráneas por contaminación de agroquímicos en la

localidad Ribera de Monterrico, Mpio. de Chiapa de Corzo, Chiapas"

En la modalidad de: Tesis Profesional

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

Ing. Reynol Magdaleno González

Mtro. Leopoldo Emmanuel Hernández Vázquez

Dr. Francisco Félix Domínguez Salazar

Firmas:

C.c.p. Expediente



SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

Pág. 1 de 1
Revisión 4

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría y fortaleza a lo largo de mi carrera universitaria, así mismo por brindarme la fuerza para poder culminar mis estudios y obtener un logro más en mi vida.

A mis padres por su inquebrantable apoyo y sacrificios que hicieron en este largo camino; donde con su ejemplo de perseverancia, esfuerzo y superación han sabido forjarme en todo momento para superar esta etapa de estudio que me ha dejado con una gran satisfacción personal y profesional.

A mis hermanos y abuelos por ser mi fuente de apoyo, gracias por sus palabras de motivación y consejos en esta travesía académica.

A todas aquellas personas que han colaborado y me han brindado su apoyo durante esta etapa de mi vida, gracias por qué fueron fundamentales en los momentos más desafiantes.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a todos aquellos que han contribuido a un logro más de mi meta en la vida, por su invaluable orientación y apoyo durante todo el proceso de elaboración de esta tesis. Su experiencia y dedicación han sido fundamentales para mi desarrollo académico.

Mí más grande y profundo agradecimiento a mi familia, por ser parte vital en mi vida, por representar el mayor apoyo que he recibido siempre y por permitirme formar parte de ellos: a mis padres, hermanos, abuelos y tíos.

Toda mi gratitud a mi director de tesis Dr. Francisco Félix Domínguez Salazar por su asesoría durante todo este proceso de mi formación y durante el desarrollo de esta tesis. Un agradecimiento especial por las revisiones de este trabajo y por su invaluable ayuda.

Este logro no habría sido posible sin la colaboración y contribuciones de cada persona que ha cruzado mi camino. Gracias a todos los que formaron parte de este viaje académico.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. GENERALIDADES	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 GENERAL.....	4
1.3.2 PARTICULARES.....	4
1.4 HIPÓTESIS	4
1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA EN ESTUDIO.....	5
1.5.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	5
1.5.2 CLIMATOLOGÍA.....	6
1.5.3 EDAFOLOGÍA.....	7
1.5.4 HIDROGRAFÍA	8
1.5.5 GEOLOGÍA	9
1.5.6 VEGETACIÓN Y USO DE SUELO.....	10
CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL	11
2.1 ANTECEDENTES.....	11
2.2 MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL.....	14
2.2.1 ACUÍFERO.....	14
2.2.2 AGUA SUBTERRÁNEA.....	14
2.2.3 CONDICIONES DEL SISTEMA ACUÍFERO.....	14
2.2.3.1 Profundidad del Nivel del Agua Subterránea	14
2.2.3.2 Recarga neta que recibe el acuífero.	15
2.2.3.3 Conductividad Hidráulica.	15
2.2.3.4 Material del acuífero.....	15
2.2.4 CALIDAD DEL AGUA.....	15
2.2.5 CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	16
2.2.6 CONTAMINACIÓN POR ACTIVIDADES AGRÍCOLAS.....	16
2.2.6.1 Fertilizantes	17
2.2.6.2 Aplicación de productos fitosanitarios	17

2.2.6.3	Riego.....	17
2.2.7	CONTAMINACIÓN DE UN ACUÍFERO POR LIXIVIADO DE RESIDUOS DEPOSITADOS EN SUPERFICIE.....	18
2.2.8	FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS	19
2.2.8.1	Localización.....	19
2.2.8.2	Tipo de contaminante.....	19
2.2.9	MANERAS PARA QUE LA CONTAMINACIÓN LLEGUE A LOS ACUÍFEROS.....	19
2.2.9.1	Infiltración.....	19
2.2.9.2	Recarga.....	20
2.2.9.3	Migración directa.....	20
2.2.10	MOVIMIENTO DE LOS AGROQUÍMICOS	20
2.2.11	NIVEL FREÁTICO	21
2.2.12	NIVEL PIEZOMÉTRICO	21
2.2.13	POZO	21
2.2.14	RIESGOS AMBIENTALES POR EL USO DE AGROQUÍMICOS.....	22
2.2.15	RIESGO A LA SALUD POR USO DE AGROQUÍMICOS.....	22
2.2.16	TOPOGRAFÍA.....	23
2.3	TIPOS DE AGROQUÍMICOS	23
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		24
3.1 RECONOCIMIENTO Y RECOPIACIÓN DE DATOS DE LA ZONA EN ESTUDIO.....		24
3.1.1	ENCUESTA	25
3.1.2	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA EN ESTUDIO.....	27
3.1.2.1	Ejecución de Trabajo en Campo	28
3.1.2.2	Coordenadas UTM de los Pozos en Estudio de la Localidad Ribera de Monterrico.....	29
3.2 MEDICIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA.....		30
3.3 DETERMINACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE FLUJO DEL CONTAMINANTE		34
3.3.1	LÍNEAS DE FLUJO	35
3.3.2	POTENCIAL HIDRÁULICO	36

3.3.3	DIRECCIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA	37
3.4	IDENTIFICAR LOS AGROQUÍMICOS UTILIZADOS CONTRA LAS PLAGAS EN EL CULTIVO DE LA GUAYABA.....	38
3.4.1	INFORMACIÓN SOBRE SU CLASIFICACIÓN EN CUANTO A PELIGROS	38
3.4.1.1	Propiedades toxicológicas.....	39
3.4.1.1.1	Dimetoato.....	39
3.4.1.1.2	Fipronil.....	39
3.4.1.2	Propiedades ecotoxicológicas.....	39
3.4.1.2.1	Dimetoato.....	39
3.4.1.2.2	Fipronil.....	40
3.5	ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA POR EL MÉTODO DE TIRAS REACTIVAS	41
3.5.1	DETALLES DE PRODUCTO.....	41
3.5.2	PROCEDIMIENTO DE CAMPO.....	42
	RESULTADOS.....	45
	CONCLUSIONES	48
	ANEXOS	49
	REFERENCIAS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.- CLASIFICACIÓN DE LOS AGROQUÍMICOS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	23
TABLA 2.- COORDENADAS UTM DE LOS POZOS EN ESTUDIO DE LAS PARCELAS DE RIBERA DE MONTEERRICO. (FUENTE: PROPIA).	29
TABLA 3.- CARACTERÍSTICAS DE LOS AGROQUÍMICOS ENCONTRADOS EN LA ZONA EN ESTUDIO. (FUENTE: PROPIA).	38
TABLA 4.- CALIDAD DE LA FUENTE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DEL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, 2019).	45

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CONTAMINACIÓN POR ACTIVIDADES AGRÍCOLAS (FERTILIZANTES, PESTICIDAS Y RIEGOS) (FUENTE: PORRAS ET AL., 1985).	17
FIGURA 2.- CONTAMINACIÓN DE UN ACUÍFERO POR LIXIVIADO DE RESIDUOS DEPOSITADOS EN SUPERFICIE (FUENTE: PORRAS ET AL., 1985).	18
FIGURA 3.- VÍAS DE MOVIMIENTO DE LOS AGROQUÍMICOS (ORTA ARRAZCAETA , 2002).	20
FIGURA 4.- UBICACIÓN DE LOS POZOS EN ESTUDIO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE DE GOOGLE EARTH).	28
FIGURA 5.- REPRESENTACIÓN DEL POTENCIAL HIDRÁULICA. (FUENTE: SANCHEZ, F.J. 2022).	32
FIGURA 6.- REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PERFIL DEL TERRENO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	33
FIGURA 7.- REDES DE FLUJO. (FUENTE: SÁNCHEZ, F.J. 2022).	35
FIGURA 8.- REPRESENTACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO DE ACUERDO CON LOS NIVELES ESTÁTICOS DE CADA POZO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	35
FIGURA 9.- LA COMPARACIÓN DE LOS NIVELES DE SONDEOS NOS INDICA SI ESTAMOS EN ÁREAS DE RECARGA, INTERMEDIA O DESCARGA. (FUENTE: SÁNCHEZ, F.J. 2022).	36
FIGURA 10.- COMPARACIÓN VERTICAL DE LOS SONDEOS A, B, C, D, E Y F. (FUENTE: SÁNCHEZ, F.J. 2022).	36
FIGURA 11.- FLUJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPAS DE SUELO Y ROCA. (FUENTE: SANCHES, F.J (2022).	37
FIGURA 12.- KIT DE PRUEBA DE AGUA POTABLE MARCA SJ WAVE. (DISPONIBLE EN AMAZON: HTTPS://A.CO/D/ABUfBkU).	41
FIGURA 13.- CARTA DE COLORES. (DISPONIBLE EN EL KIT DE TIRAS REACTIVAS DE LA MARCA SJ WAVE).	42

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE RIBERA DE MONTEERRICO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS DE INEGI, 2023 Y SINIB.2023).	5
MAPA 2.- CLIMAS DOMINANTES DE CHIAPA DE CORZO, CHIAPAS. (FUENTE: INEGI, 2010).	6
MAPA 3.- SUELOS DOMINANTES DE CHIAPA DE CORZO, CHIAPAS. (FUENTE: INEGI, 2010).	7
MAPA 4.- PRINCIPALES RÍOS Y AFLUENTES DEL ESTADO DE CHIAPAS. (FUENTE: PORTAL DEL ESTADO DE CHIAPAS (S.F).	8
MAPA 5.- GEOLÓGICA DE CHIAPA DE CORZO, CHIAPAS. (FUENTE: INEGI, 2010).	9
MAPA 6.- TIPOS DE SUELO Y VEGETACIÓN DE CHIAPAS DE CORZO, CHIAPAS. (FUENTE: INEGI,2010).	10
MAPA 7.- DISTRIBUCIÓN DEL USO DE PLAGUICIDAS SEGÚN LOS MUNICIPIOS DONDE SE REALIZARON ESTUDIOS Y LA ACTIVIDAD DE USO; DE ACUERDO CON ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS SOBRE EL USO DE PLAGUICIDAS EN MÉXICO. COMPILACIÓN 1980-2018. (FUENTE: INECC, 2022).	12
MAPA 8.- MAPA DE ISOPIEZAS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE DE ARCGIS).	34

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICA 1.- INSECTICIDA MÁS UTILIZADO POR LOS AGRICULTORES EN EL MPIO. DE RIBERA DE MONTEERRICO, CHIAPA DE CORZO. (FUENTE: PROPIA).	25
GRÁFICA 2.- LA ADICIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO Y LA PROFUNDIDAD CORRESPONDE A LA PROFUNDIDAD TOTAL DEL POZO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	32
GRÁFICA 3.- RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS PARA LA CALIDAD DE LA FUENTE SUBTERRÁNEA (FUENTE: PROPIA).	46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.- CARTERA DE CAMPO PÁG. 1,2. (FUENTE: PROPIA).	49
ANEXO 2.- CARTERA DE CAMPO PÁG. 3,4,5. (FUENTE: PROPIA).	50
ANEXO 3.- CARTERA DE CAMPO PÁG. 7 Y 8. (FUENTE: PROPIA).	51

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1.- PLANO ALTIMÉTRICO Y PLANIMÉTRICO DE LA ZONA EN ESTUDIO. (FUENTE: PROPIA)	52
---	----

RESUMEN

En la localidad Ribera de Monterrico, municipio de Chiapa de Corzo se realizó el análisis de riesgo de las aguas subterráneas a partir de un análisis semicuantitativo utilizando tiras reactivas sobre las muestras de agua extraído de los pozos que abastecen agua para el riego de los cultivos de la guayaba, con el objetivo de determinar la calidad de las aguas subterráneas debido al uso de agroquímicos utilizados en la agricultura. Los resultados obtenidos del análisis de la calidad de las fuentes de abastecimiento mostraron que los pozos 1 y 6 contienen sustancias químicas (Nitratos).

La delimitación e información general de la zona en estudio, se complementó con un levantamiento topográfico. Se realizó un inventario de los pozos que se encuentran dentro del área, asimismo se midieron los niveles estáticos de cada abastecimiento.

Con base al comportamiento de la hidrogeología de la zona, se determinó la dirección del flujo del agua subterránea contaminada por agroquímicos y su posible descarga hacia otros cursos de agua.

Este análisis es el primero en analizar la calidad del agua subterránea que hay en los pozos de aprovechamiento de la zona en estudio.

Palabras Claves: Análisis, aguas subterráneas, pozos, dirección de flujo, agroquímicos.

ABSTRACT

In the town of Ribera de Monterrico, municipality of Chiapa de Corzo, the risk analysis of groundwater was carried out based on a semiquantitative analysis using reagent strips on water samples extracted from the wells that supply water for irrigation of crops. guava, with the objective of determining the quality of groundwater due to the use of agrochemicals used in agriculture. The results obtained from the analysis of the quality of the supply sources showed that wells 1 and 6 contain chemical substances (Nitrates).

The delimitation and general information of the study area was complemented with a topographic survey. An inventory of the wells found within the area was carried out, and the static levels of each supply were measured.

Based on the behavior of the hydrogeology of the area, the direction of the flow of groundwater contaminated by agrochemicals and its possible discharge to other water courses was determined.

This analysis is the first to analyze the quality of the groundwater in the exploitation wells in the study area.

Keywords: Analysis, groundwater, wells, flow direction, agrochemicals.

INTRODUCCIÓN

Las aguas subterráneas son muy importantes como recurso hídrico ya que constituyen la mayor reserva de agua dulce accesible, por lo que son un recurso importante que amerita de mucho cuidado. La química natural del agua subterránea es determinada por la naturaleza del subsuelo y de las rocas que lo atraviesan. Sin embargo, esto no garantiza la pureza del líquido, ya que pueden sufrir problemas de contaminación atribuidas a las actividades humanas (Loor, Á.C; Carrión, R.A & Mantilla, G.V, 2019).

En las zonas de gran actividad agrícola, como es el caso de la localidad Ribera de Monterrico municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. Se puede generar contaminación por el uso constante de agroquímicos (productos que prevén o controlan cualquier plaga de origen animal o vegetal que afectan a los cultivos); con el fin de lograr y mantener rendimientos superiores en los alimentos. Esto ha llevado a generar una vulnerabilidad en las aguas subterráneas, debido a la percolación de contaminantes y sedimentos en las aguas superficiales (ríos, lagos, manantiales, arroyos, entre otros) y subterráneas; lo cual ha ido afectando severamente la calidad del agua, esto debido a la escasa o nula percepción que tiene la población acerca del tema y la despreocupación que existe por la protección de las aguas subterráneas.

Por lo expuesto, el siguiente trabajo de tesis está enmarcada en determinar la calidad del agua por el método de Tiras Reactivas ¹, los resultados de este análisis metodológico proveerán conciencia para la localidad sobre el estado que se encuentra el agua subterránea al usar los agroquímicos de manera irresponsable. Los resultados de este estudio permitirán en un futuro analizar a más detalle los diferentes escenarios de contaminación asociados a la zona.

¹ Este método se refiere a unas tiras reactivas que se utilizan una solo vez y que cambia de color para indicar el nivel de concentración de un producto químico (PH, Nitratos, Nitritos, Sodio, Plomo, Cobre, entre otros).

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la agricultura intensiva el agua juega un papel importante, debido a que es uno de los recursos usados para la producción agrícola, por lo tanto, las parcelas agrícolas de la localidad Ribera de Monterrico, municipio de Chiapa de Corzo ha implementado por muchos años el riego por bombeo para aportar la cantidad necesaria de agua que requiera el cultivo de la guayaba, ya que al ser un árbol que consume mucha agua debe regarse casi a diario.

La guayaba padece de problemas de plagas dejando la fruta afectada, lo que lleva a la utilización de sustancias químicas como los pesticidas, fertilizantes o herbicidas. Esto en su mayoría se incorporan a los acuíferos a través de la filtración por el suelo, generando con el paso de los años una disminución de la calidad de estas aguas, lo cual puede afectar a la potabilidad del recurso y, por tanto, al consumo que hacemos del mismo.

Esto trae consecuencias negativas para la salud humana debido a que las personas de la localidad salen a pescar en el Rio Grijalva que se encuentra en la zona, en donde existe la probabilidad que consuman pescados contaminados.

Todos tenemos derecho a utilizar el recurso hídrico subterráneo, pero también es nuestra responsabilidad preservarlo y conservarlo para las futuras generaciones.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP], 2021. “Los agroquímicos cumplen un rol importante en el actual modelo de agricultura, ya que permite mejorar la producción al eliminar cualquier plaga que los ataca. Sin embargo, hoy se sabe que el uso excesivo de estos químicos tiene un alto impacto en el ambiente”. Como consecuencia de ello, trae problemas de carácter irreversible para la naturaleza como: pérdida en la fertilidad de los suelos, aparición de nuevas plagas, enfermedades por intoxicación y los principales problemas de contaminación de las aguas subterráneas.

Con base a ello es muy importante utilizar los agroquímicos adecuadamente, ya que los excesos que no pueden ser absorbidos por los cultivos pueden ser arrastrados por la lluvia o el viento hacia cursos de aguas cercanos. Por lo tanto, existirá una vulnerabilidad alta donde se ubiquen invernaderos y parcelas agrícolas; esto debido a la constante actividad agrícola y el uso de fertilizantes; por otra parte, si el tipo de suelo es permeable, hará mucha mayor rápida la infiltración del contaminante.

En este sentido, es muy importante utilizar los agroquímicos adecuadamente, ya que los excesos que no pueden ser absorbidos por los cultivos pueden ser arrastrados por la lluvia o el viento hacia cursos de aguas cercanos. Lo cual ocasiona que si en un futuro se necesita consumir de estas aguas no podrán utilizarlas por el hecho que están contaminadas, y al hacerlo ocasiona enfermedades con el paso del tiempo.

Por lo tanto, el análisis de riesgo por la contaminación de agroquímicos sirve como base para generar conciencia de la problemática actual para tener una visión sustentable del recurso hídrico y un mejor manejo óptimo de ello.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Realizar un análisis de riesgo por contaminación del agua subterránea, debido al uso de agroquímicos en el cultivo de la guayaba, en la Localidad Ribera de Monterrico perteneciente al municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas.

1.3.2 Particulares

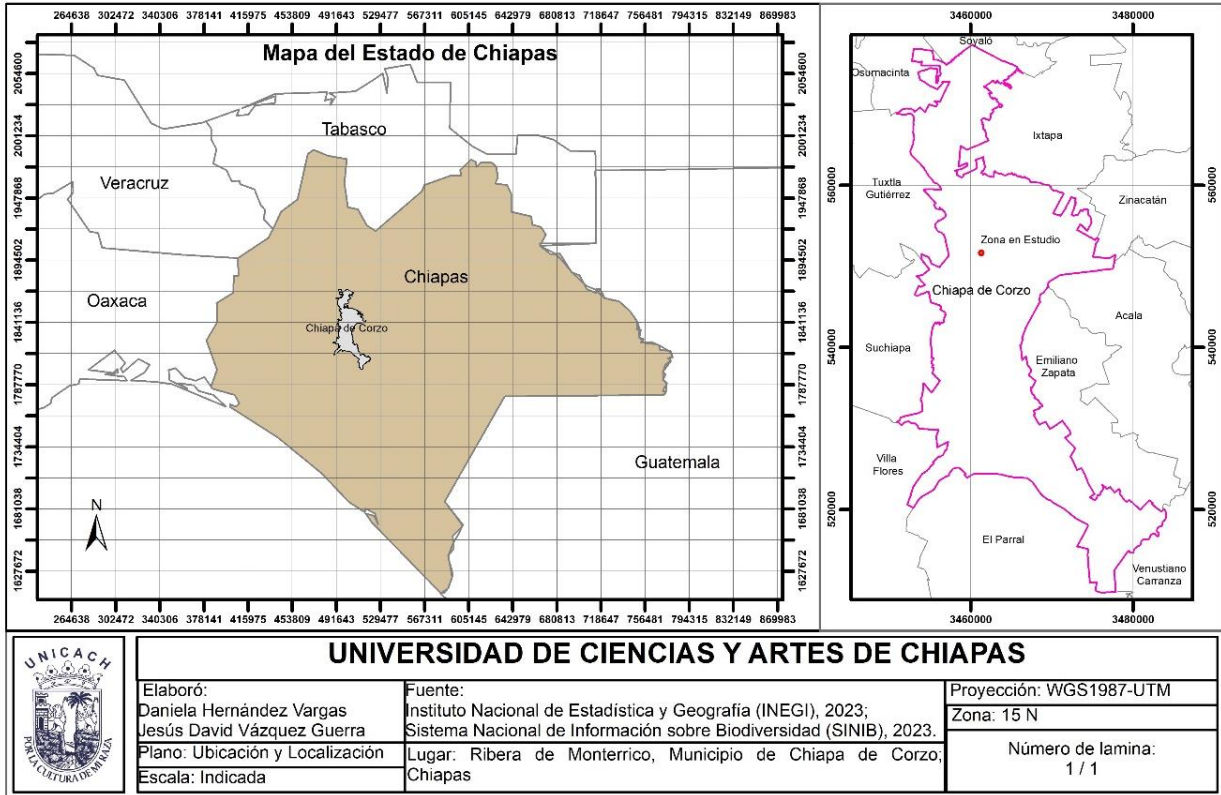
- Realizar una encuesta y el levantamiento topográfico de la zona en estudio.
- Medir los niveles estáticos de los pozos.
- Obtener las curvas isopiezas para determinar la dirección del flujo del contaminante.
- Analizar los parámetros químicos del agua subterránea.

1.4 HIPÓTESIS

El sistema actual de producción agrícola en la Ribera de Monterrico está provocando la degradación de la calidad del agua subterránea, llegando a contaminar otros cursos de agua cercanos debido a la amplia variedad de agroquímicos.

1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA EN ESTUDIO

1.5.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

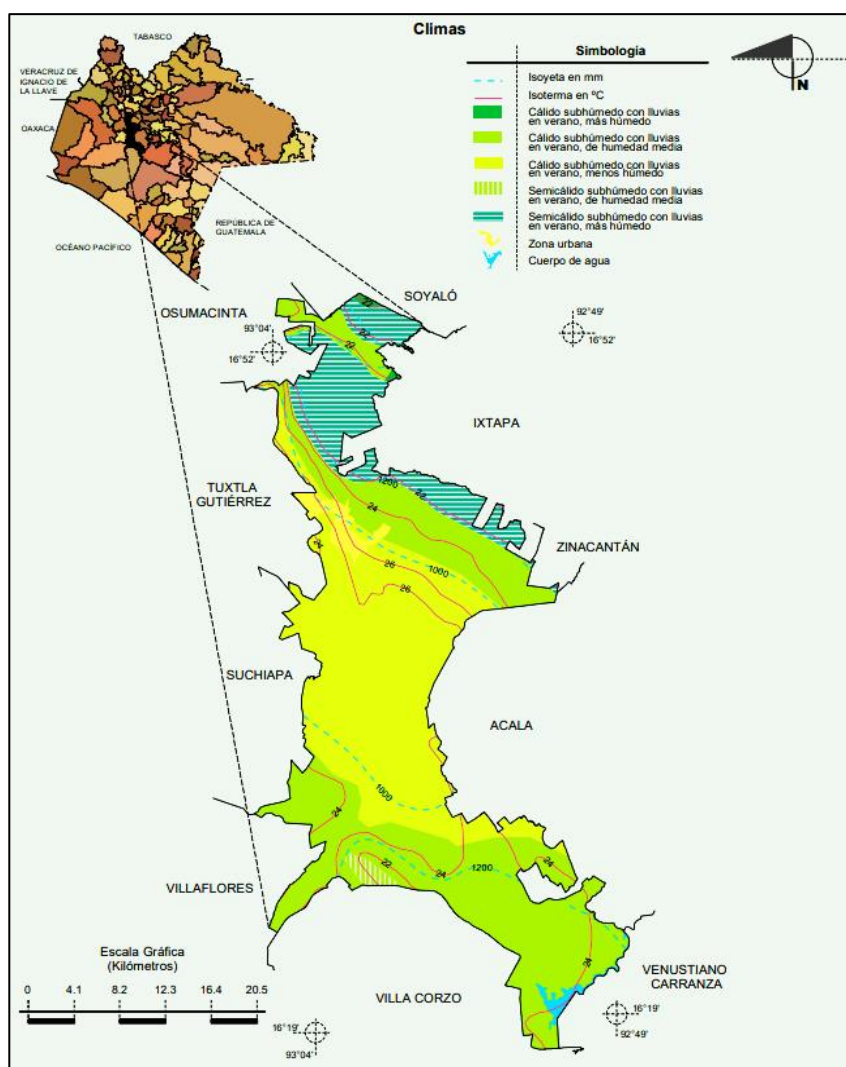


Mapa 1.- Ubicación geográfica del municipio de Ribera de Monterrico. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2023 y SINIB.2023).

La localidad Ribera de Monterrico (Nacamucuyi), está ubicada a una latitud de 16°40'45.678" N y longitud de 92°59'25.957" W, se encuentra a una mediana altura de 391 metros sobre el nivel del mar, la cual se encuentra situada 9.4 kilómetros, en dirección Noreste, de la localidad de Chiapa de Corzo.

1.5.2 CLIMATOLOGÍA

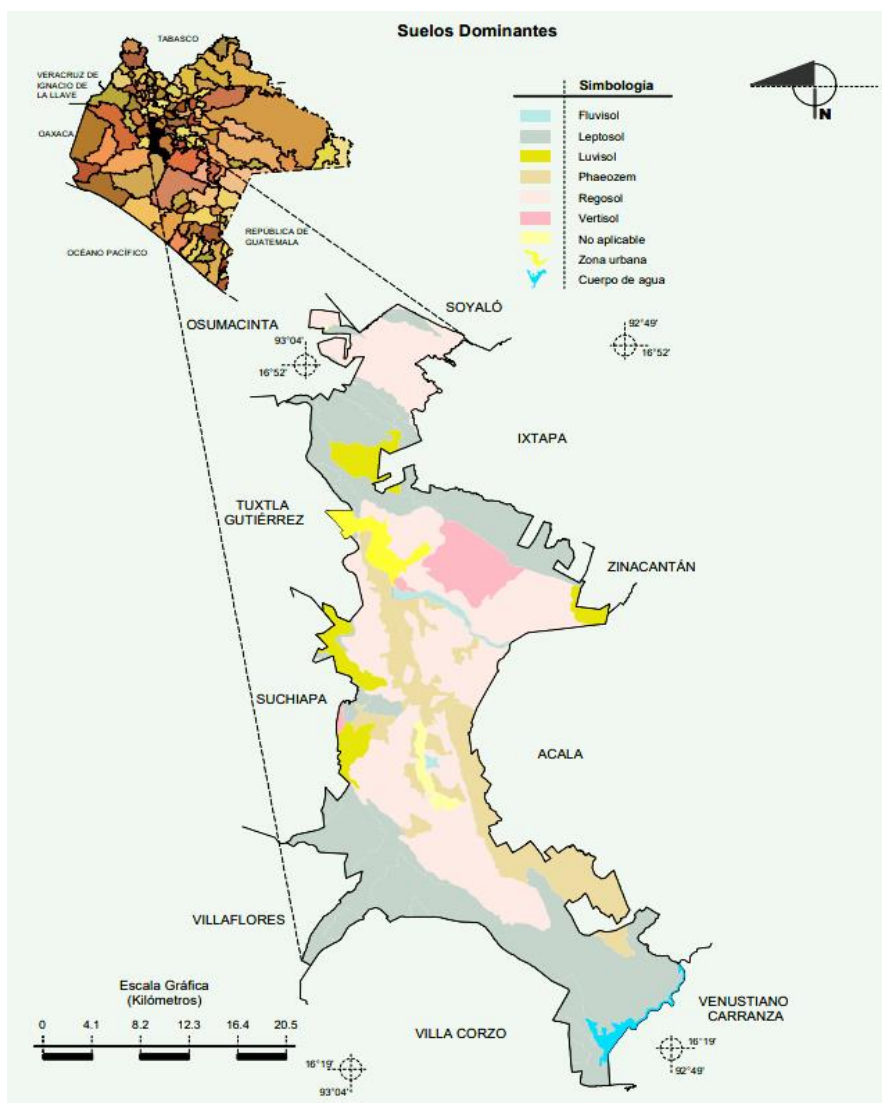
El Municipio de Chiapa de Corzo tiene un rango de temperatura que oscila de los 18 – 28 °C. En cuanto a su rango de precipitación es de 800 – 1500 mm. Se encuentra influenciado por los climas cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (44.97 %), cálido subhúmedo con lluvias en verano, menos húmedo (40.36 %), semicálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo (13.55%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (0.82%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, más húmedo (0.30%) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2010).



Mapa 2.- Climas dominantes de Chiapa de Corzo, Chiapas. (Fuente: INEGI, 2010).

1.5.3 EDAFOLOGÍA

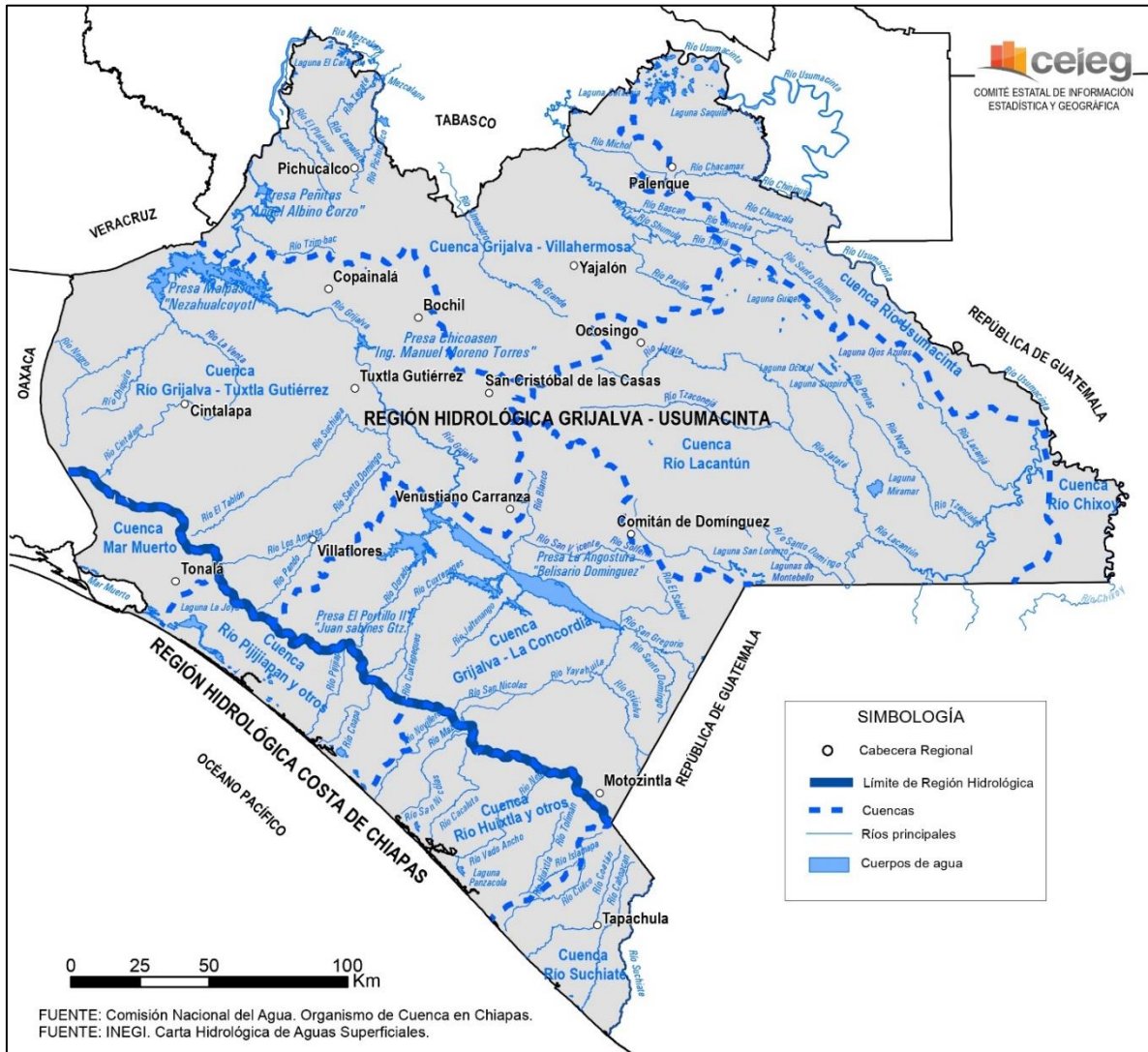
De acuerdo con datos del INEGI, 2010. El tipo de suelo que domina en esta zona corresponde a: Leptosol (38.90%), Regosol (33.97%), Phaeozem (13.80%), Luvisol (4.76%), Vertisol (4.31%) y Fluvisol (0.65%). Los porcentajes faltantes corresponden a zona urbana (1.90 %), cuerpos de agua (0.76 %) y no aplicable (0.95 %) (INEGI, 2010).



Mapa 3.- Suelos dominantes de Chiapa de Corzo, Chiapas. (Fuente: INEGI, 2010).

1.5.4 HIDROGRAFÍA

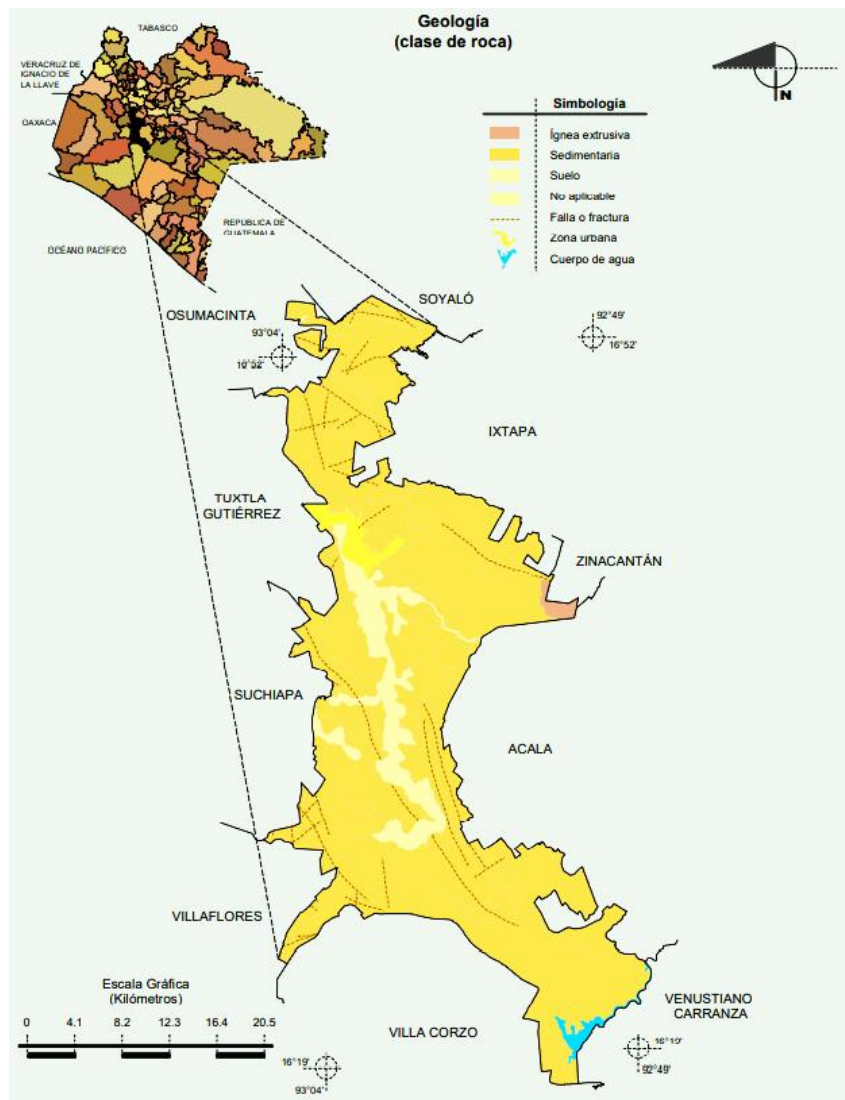
La región hidrológica del municipio nace del Río Grijalva al Río Usumacinta; la cual se conforma de las cuencas R. Grijalva – Tuxtla Gutiérrez y R. Grijalva – La Concordia. Sus corrientes de agua son perennes: Santo Domingo, Grijalva y Nandayapa; Intermitentes: Nandabure, Nandalumi y Nandalume. Lo conforman los cuerpos de agua Perennes de la presa Belisario Domínguez (La Angostura) (INEGI, 2010).



Mapa 4.- Principales ríos y afluentes del estado de Chiapas. (Fuente: Portal del estado de Chiapas (s.f)).

1.5.5 GEOLOGÍA

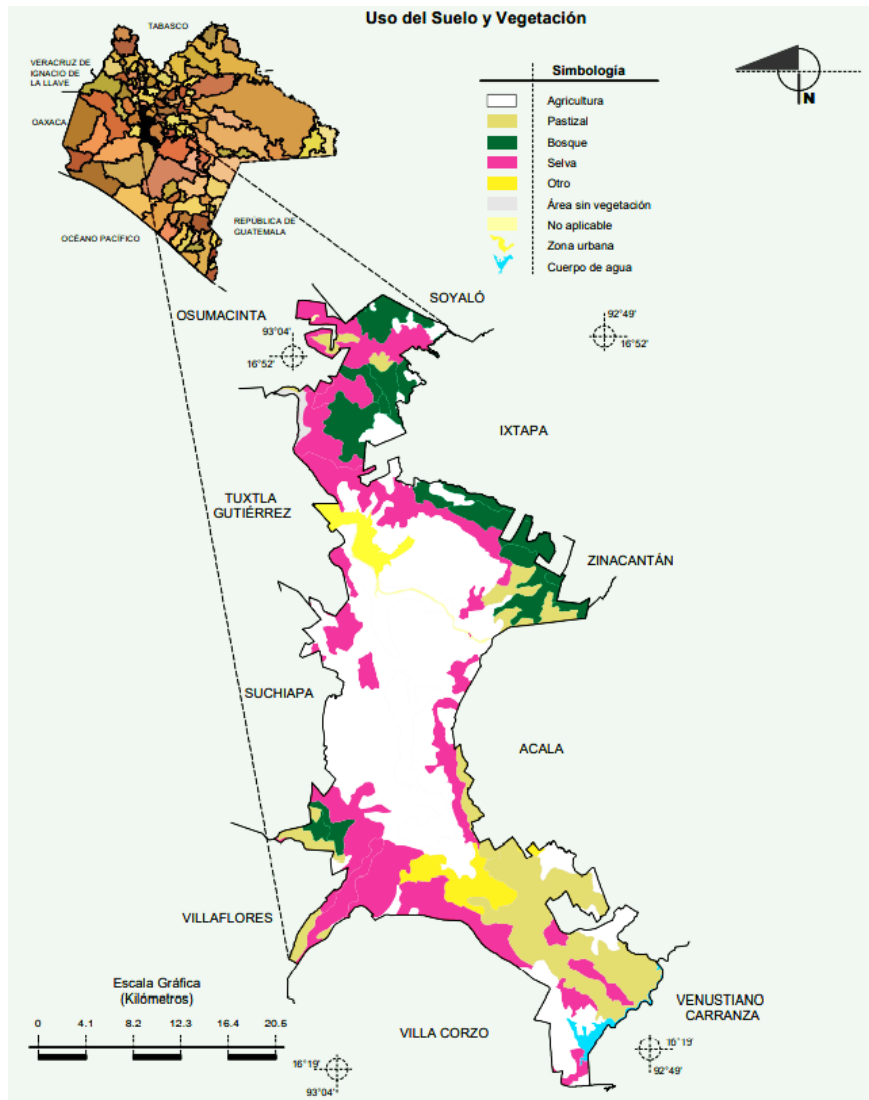
En la localidad abundan depósitos del periodo Cretácico (49.24%), Paleógeno (30.34%), Cuaternario (16.76%) y Neógeno (0.63%). Las rocas de la región pertenecen al grupo de las rocas Ígnea extrusiva: Toba intermedia (0.61 %); Sedimentaria: Caliza (40.21%), Lutita - Arenisca (20.32%), Caliza - Lutita (10.52%), Conglomerado (8.87%) y Limolita – Arenisca (8.55%); y Suelo: Aluvial (7.89%). Los porcentajes faltantes corresponden a cuerpos de agua (0.76%) y no aplicable (0.37%) (INEGI, 2010).



Mapa 5.- Geológica de Chiapas de Corzo, Chiapas. (Fuente: INEGI, 2010).

1.5.6 VEGETACIÓN Y USO DE SUELO

Los usos del suelo de la localidad se enfocan en la agricultura (41.52%), pastizal cultivado (11.63%) y zona urbana (1.90%). En la variedad de tipos de vegetación las que más predominan, es la selva (26.05%), bosque (11.15%), pastizal inducido (3.39%), sabana (2.81%) y área sin vegetación (0.42%). Los porcentajes faltantes corresponden a cuerpos de agua (0.76%) y no aplicable (0.37%) (INEGI, 2010).



Mapa 6.- Tipos de suelo y Vegetación de Chiapas de Corzo, Chiapas. (Fuente: INEGI,2010).

CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES

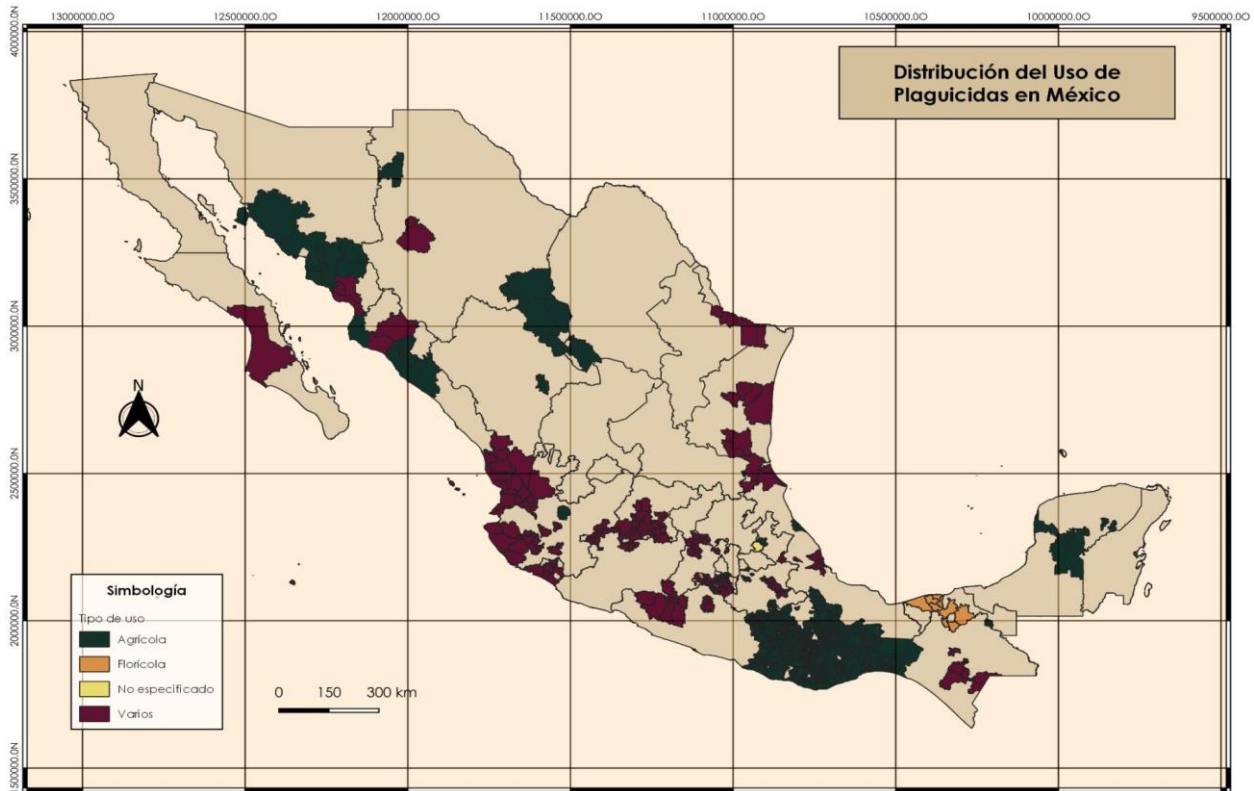
Según el Senador Zoé Robledo, por el Grupo Parlamentario sometió a consideración la problemática actual de la falta del agua en muchos estados, donde expone que Chiapas cuenta con un gran patrimonio en el agua, más sin embargo actualmente el 90 por ciento de los ríos están contaminados, esta situación se presenta en toda la entidad y se debe a gran medida a la actividad agrícola, industrial y de servicios en las que, desafortunadamente, persisten malas prácticas aún, especialmente en torno al reciclaje de los recipientes que contienen agroquímicos. En particular los principales contaminantes al agua son los hidrocarburos, plaguicidas y los solventes, los cuales son prueba fehaciente de contaminación del recurso hídrico en el estado que están en peligro de su degradación de la calidad del agua superficial y subterránea (Robledo, Z. 2017).

México ocupa el onceavo lugar mundial como productor de cultivos agrícolas, cuenta con 32.4 millones de hectáreas destinadas a la cosecha, de los cuales el 21% del campo cuenta con riego y el 79% restante depende de las lluvias para mantener la cosecha de pie (Encuesta Nacional Agropecuaria [ENA], 2017; como se citó en Soto, M. 2021). Por otra parte, cuenta con tratados con 160 países del mundo con quienes comercializa sus productos.

La Sen. Silvia Guadalupe Garza Galván, (2016) señala que, en México la Asociación Mexicana de Fabricantes de Plaguicidas y Fertilizantes afirmó que en el año 1955 se consumían alrededor de 55 mil toneladas anuales de plaguicidas y, en 2008, la SEMARNAT calculó que se usaban unas 93 mil toneladas por año. Según los datos disponibles, las regiones con mayor uso de plaguicidas son: Sinaloa, Jalisco, Nayarit, Colima, Sonora, Baja California, Tamaulipas, Chiapas, Veracruz, Michoacán, Tabasco, el Estado de México, Puebla y Oaxaca. Se calcula que en ellas se aplica 80% del total de plaguicidas usados en el país.

Por otra parte, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC], (2022) realizó un estudio en 22 estados de la República Mexicana por uso de plaguicidas, en donde se reportó que en el estado de Chiapas los estudios realizados reportan 5 sitios por uso de

plaguicidas: Municipio de Amatenango del Valle, Municipio de Chamula, Municipio de Cintalapa, Municipio de Zinacatán y la Localidad Nueva Libertad, Municipio de la Concordia.



Mapa 7.- Distribución del uso de plaguicidas según los municipios donde se realizaron estudios y la actividad de uso; de acuerdo con análisis de los estudios sobre el uso de plaguicidas en México. Compilación 1980-2018. (Fuente: INECC, 2022).

En esta investigación Barbieri, S., et al. (2017) abarco el objetivo de investigar la presencia de contaminantes en sistemas acuáticos subterráneos, para generar información georreferenciada de la producción agrícola en la región mesopotámica, así como la ponderación del riesgo asociado a esos resultados, donde emplea una metodología que se basa en el muestreo de las aguas subterráneas que recolectaron directamente de la salida del pozo por bombeo directo, el cual llevo un proceso en laboratorio donde se determinaron parámetros de calidad y nutrientes: alcalinidad, dureza, nitratos; obteniendo como resultado los valores de Alcalinidad y Dureza se encontraron dentro de los valores aceptados para agua de consumo, con respecto a los Nitratos, 10% de las muestras superan el límite permitido establecido por el Código Alimentario Argentino para agua potable que es de 45 mg/L, por lo cual se concluyó que la variable de

Nitratos supero los niveles de la normativa de agua consumo , respondiendo a escenarios de contaminación puntual.

Martínez et al. (2004) menciona en su artículo científico el estudio de los niveles de contaminación por plaguicidas en las aguas subterráneas de la provincia de Almería. Donde emplea una metodología analítica donde se tomaron muestras de aguas subterráneas procedentes de pozos superficiales de las principales áreas agrícolas, que fueron analizadas en laboratorio, obteniendo como resultado se encontraron plaguicidas en 10 de las 16 muestras analizadas, donde algunas presentaron valores superiores al máximo nivel permitido según el Real Decreto 140/2003 de calidad de aguas de consumo establecido, tuvo como conclusión que los resultados obtenidos muestran como las prácticas agrícolas desarrolladas en la provincia de Almería han degradado la calidad de las aguas subterráneas, en consecuencia, resulta evidente la necesidad de un control sistemático de plaguicidas, así como la protección del mismo frente a la contaminación es de interés desde el punto de vista medioambiental.

2.2 Marco Teórico – Conceptual

2.2.1 ACUÍFERO

Medio rocoso en que se mueve el agua subterránea a través de poros, grietas o canales formados en los estratos geológicos. Esta formación geológica a su vez permite el movimiento de esta misma, bajo la acción de las fuerzas de la gravedad.

Cuando la explotación de un acuífero es muy intensa pueden aparecer dos efectos indeseables; el descenso del nivel piezométrico de los sondeos y la salinización del agua. Para tener una gestión racional de los recursos hidráulicos es necesario tener un conocimiento de los acuíferos, un control del agua bombeada y la adopción de medidas precisas cuando se produzcan graves problemas de subsistencia.

2.2.2 AGUA SUBTERRÁNEA

Puede definirse como agua subterránea el agua subsuperficial que aparece justo bajo el nivel freático en suelos y formaciones geológicas completamente saturadas (Arizabalo & Díaz, 1991).

Este recurso se ve afectado en gran magnitud por factores antrópicos, generando una alteración de su calidad natural, de tal modo que queda total o parcialmente inutilizable. Una de las causas más importantes y generalizadas de la contaminación de estas aguas es originada por las actividades agrícolas y ganaderas; las cuales una vez que se aplican y se produce la contaminación, resulta difícil detectarla a tiempo y conocer su evolución.

2.2.3 CONDICIONES DEL SISTEMA ACUÍFERO

Los factores que juegan un papel importante en la contaminación potencial de acuíferos por plaguicidas son:

2.2.3.1 PROFUNDIDAD DEL NIVEL DEL AGUA SUBTERRÁNEA

A mayor profundidad el plaguicida tarda más tiempo en alcanzarla y será más factible su degradación (Lopez Geta et al., 1992a, p.56).

Es importante determinar el espesor de material que un contaminante tiene que atravesar antes de alcanzar el acuífero, y así poder ayudar a determinar el tiempo en que el plaguicida este en contacto con el medio que lo rodea. Así que la profundidad en la que se encuentra el agua es

importante, ya que, si es suficientemente grande, es probable que los compuestos químicos se oxiden al entrar en contacto con el oxígeno atmosférico, y así poder atenuar los plaguicidas antes de llegar al agua.

2.2.3.2 *RECARGA NETA QUE RECIBE EL ACUÍFERO.*

Lopez Geta et al., (1992a, p.56) define que cuanto mayor sea la recarga, mayor será el arrastre de plaguicida hacia el acuífero. Este factor considera el agua de lluvia y la de riego.

Es relevante prestar atención a las estimaciones de recargas en los acuíferos, para determinar la cantidad de agua que llega a ellos, como la calidad, procedencia y zonas donde presenta descarga o recarga del flujo subterráneo para controlar la cantidad de agua disponible para la dispersión y dilución de contaminantes en zonas saturadas y no saturadas.

2.2.3.3 *CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA.*

Se refiere a la capacidad de los materiales del acuífero para transmitir agua, lo que a su vez controla la velocidad a la que fluye el agua, bajo la acción de un gradiente hidráulico.

Cuanto menor sea la conductividad, menor es la velocidad del flujo de agua y mayor el tiempo para que el plaguicida se degrade (López Geta et al., 1992a, p.56).

En general cuando estas conductividades son elevadas, están asociadas a tener una vulnerabilidad alta, debido a que el contaminante se puede mover con más facilidad en el acuífero de un punto a otro.

2.2.3.4 *MATERIAL DEL ACUÍFERO.*

Según (López Geta et al. 1992a, p.56). “Principalmente el contenido de arcillas, por su influencia en la adsorción de plaguicida”. Los materiales que de preferencia son propicios como medios permeables son los depósitos sedimentarios fluviales, aluviales, coluviales, lacustres, y lagunares. Donde la permeabilidad de estos depende de la cantidad de arcilla que presenten y secundariamente del grado de compactación y cementación que tengan.

2.2.4 CALIDAD DEL AGUA

(Decreto 1575, 2007), como se citó en (Gómez & Basto, 2016). Es definida por su composición al cumplir con características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua de modo que se pueda clasificar de acuerdo con los límites establecidos los cuales se

encuentran contenidos en las normas que regulan la materia, así determinando los usos para los cuales puede ser apta, consumo humano, agrícola, industrial, o abrevadero para ganado o rebaños.

Con el fin de evaluar la calidad o grado de contaminación del agua se han desarrollado diversos índices de calidad tanto generales como de uso específico. El uso de fertilizantes en la agricultura puede resultar en un exceso de nitrógeno y fósforo en el agua superficial y el agua subterránea. Estos excedentes químicos llamados "nutrientes" porque actúan como alimento para las plantas, pueden bajar la calidad del agua.

2.2.5 CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Las afectaciones al agua subterránea son debido a las actividades que se desarrollan en la superficie por la acción antrópica. Según Secretaria Distrital de Ambiente (s.f.), menciona las actividades que generan contaminación y dentro de las cuales sobresalen: "I) Derrame o fuga de sustancias tóxicas en la superficie. II) Hidrocarburos por filtración de tanques de almacenamiento subterráneo o derrames accidentales. III) Sobre explotación de los acuíferos poniendo en riesgo la recarga y normal funcionamiento de este. IV) Inadecuado mantenimiento de los sistemas de extracción de los pozos. V) Contaminación biológica de las aguas subterráneas por sobrealimentación o mal funcionamiento de sistemas sépticos. VI) Eliminación, impermeabilización o urbanización de las zonas de recarga de los acuíferos".

La contaminación del agua subterránea pone en riesgo la salud de personas o animales que la consuman o que ingieran productos irrigados o manufacturados con agua contaminada (Secretaria Distrital de Ambiente, s.f.).

2.2.6 CONTAMINACIÓN POR ACTIVIDADES AGRÍCOLAS

Fuentes (1993) menciona que la contaminación originada por las actividades agrícolas es seguramente la causa más importante y generalizada de la contaminación de acuíferos. Las actividades que generan los principales problemas son las siguientes:

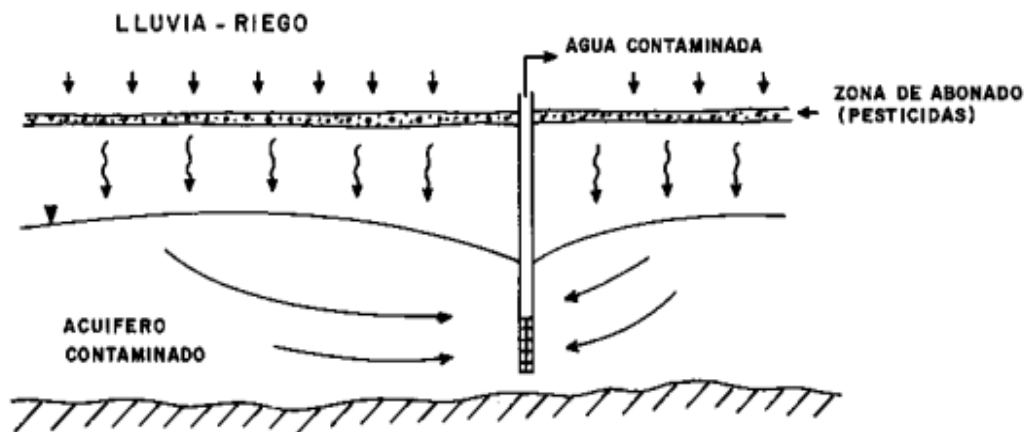


Figura 1. Contaminación por actividades agrícolas (Fertilizantes, pesticidas y riegos) (Fuente: Porras et al., 1985).

2.2.6.1 FERTILIZANTES

Los fertilizantes nitrogenados son los que originan mayor grado de contaminación. En condiciones normales de cultivo, los compuestos nitrogenados, tanto orgánicos como inorgánicos, evolucionan rápidamente a nitratos, que no son adsorbidos por el suelo y pueden, por tanto, ser lixiviados por el agua de drenaje. La mayor concentración de nitratos ocurre en la parte superior de la zona saturada, por lo que la profundidad de la captación influye en la concentración de contaminante. Cuando la zona saturada tiene poco espesor, el contaminante se distribuye, al cabo de más o menos tiempo, por todo el acuífero (Fuentes, J., 1993b).

2.2.6.2 APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS

Según Fuentes (1993b) los productos fitosanitarios aplicados al suelo o a las plantas son contaminantes en cuanto que pueden ser lixiviados por el agua de drenaje. El grado de contaminación viene en función de varios factores: toxicidad, persistencia en el suelo, grado de solubilidad, concentración del producto, etc.

2.2.6.3 RIEGO

Las plantas absorben únicamente una mínima parte de las sales aportadas por el agua de riego, por lo que dichas sales son lixiviadas, en última instancia, por el agua de drenaje, pasando a formar parte del agua subterránea. La cantidad de sales que pasan al acuífero por este concepto viene en función de varios factores: calidad del agua, dosis de riego, contenido de sales del suelo,

etc. EL riesgo de aumento de salinización se incrementa con la reutilización, aguas abajo, del agua de riego sobrante. En zonas de regadío intensivo es frecuente la contaminación por nitratos, especialmente cuando se utilizan sistemas de riego con poca eficiencia (riego por gravedad) (Fuentes, J., 1993b).

2.2.7 CONTAMINACIÓN DE UN ACUÍFERO POR LIXIVIADO DE RESIDUOS DEPOSITADOS EN SUPERFICIE.

Esta situación puede corresponder a la eliminación de residuos sólidos o efluentes de plantas de tratamiento vertidos a cauces secos, vertederos incontrolados, acumulación de diferentes sustancias en superficie, escombreras, etc. Si los residuos acumulados contienen material soluble, éste será lixiviado por el agua de lluvia y se infiltrará hasta la zona saturada incorporándose al flujo subterráneo pudiendo llegar eventualmente a las captaciones de aguas subterráneas (Porras et al., 1985).

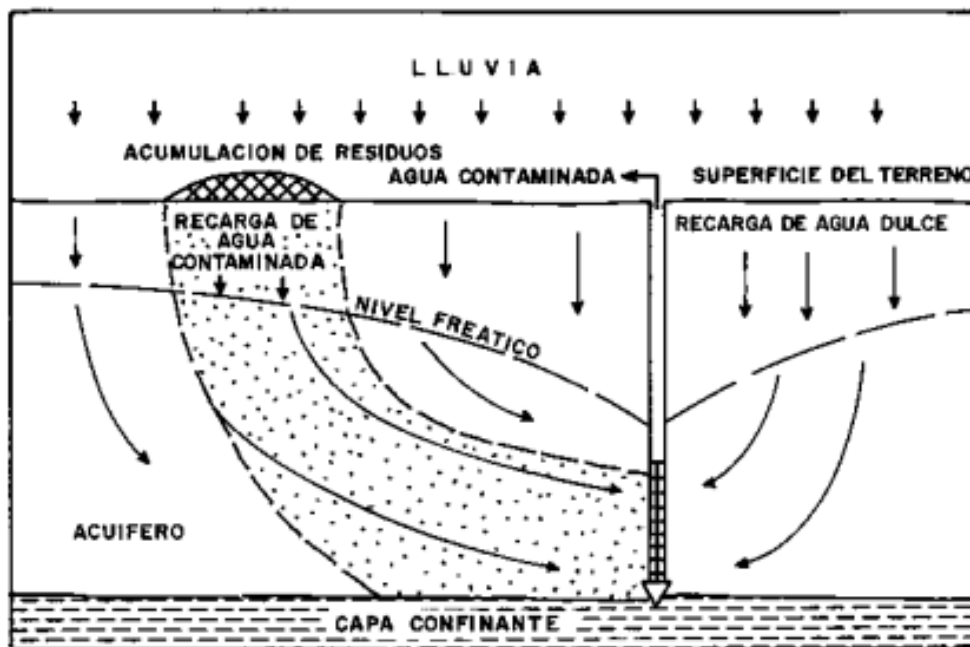


Figura 2.- Contaminación de un acuífero por lixiviado de residuos depositados en superficie (Fuente: Porrás et al., 1985).

2.2.8 FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS

Vélez (1999) señala que las fuentes de contaminación y tipos de contaminantes son muy numerosas; por ende, existen atributos que son característicos de las fuentes de contaminación que afectan a la calidad del agua:

2.2.8.1 LOCALIZACIÓN

Puede ser puntual o difusa. Una fuente puntual se presenta por el escape de un tanque, un relleno sanitario o una laguna. Cuando se produce una contaminación proveniente de puntos de difícil localización, como es el caso de contaminación por pesticidas, fertilizantes, etc., se dice que se tiene una fuente difusa (Vélez, 1999, pp. 134 - 151).

Así mismo hay otra distinción entre las actividades que generan contaminación; la directa, que se caracteriza por no tener dilución ya que los contaminantes son introducidos directamente al acuífero y la indirecta, por presentar dilución cuando intervienen sustancias contaminantes que ingresan al acuífero a través de la recarga.

2.2.8.2 TIPO DE CONTAMINANTE

Puede ser sustancias radioactivas, metales trazas, nutrientes, sustancias orgánicas o inorgánicas, contaminación de tipo biológica (Vélez, 1999, pp. 134 - 151).

Resulta difícil realizar una clasificación homogénea de los eventuales contaminantes de las aguas subterráneas tanto por su diversidad, naturaleza y comportamiento como por la importancia de cada uno y de sus efectos o riesgos derivados de su presencia en el agua.

2.2.9 MANERAS PARA QUE LA CONTAMINACIÓN LLEGUE A LOS ACUÍFEROS

2.2.9.1 INFILTRACIÓN

Según Springall (1980) “es el proceso por el cual el agua penetra en los estratos de la superficie del suelo y se mueve hacia el manto freático” (pp. 136 - 160).

Esta infiltración trae sustancias químicas que pasan por el acuífero hasta llegar a contaminar las aguas subterráneas. Este suceso en acuíferos profundos es un proceso lento porque el recurso subterráneo se mueve lentamente a través de la zona no saturada y el acuífero.

2.2.9.2 RECARGA

Esta constituido, generalmente, por el agua infiltrada procedente de precipitaciones, aguas superficiales, riego, aguas residuales, etc (Fuentes Yagüe, J. L., 1992a).

Esto sucede dentro de la zona saturada donde comienza a hacer parte de las reservas subterráneas, que puede darse de dos maneras, por un movimiento descendente del agua debido a las fuerzas de gravedad y por presentar un movimiento horizontal del flujo debido a las diferentes condiciones hidráulicas que presenten las capas del suelo.

2.2.9.3 MIGRACIÓN DIRECTA

El contaminante alcanza la zona saturada sin haber atravesado otro medio físico (Shamrock Water Treatment, s.f.).

2.2.10 MOVIMIENTO DE LOS AGROQUÍMICOS

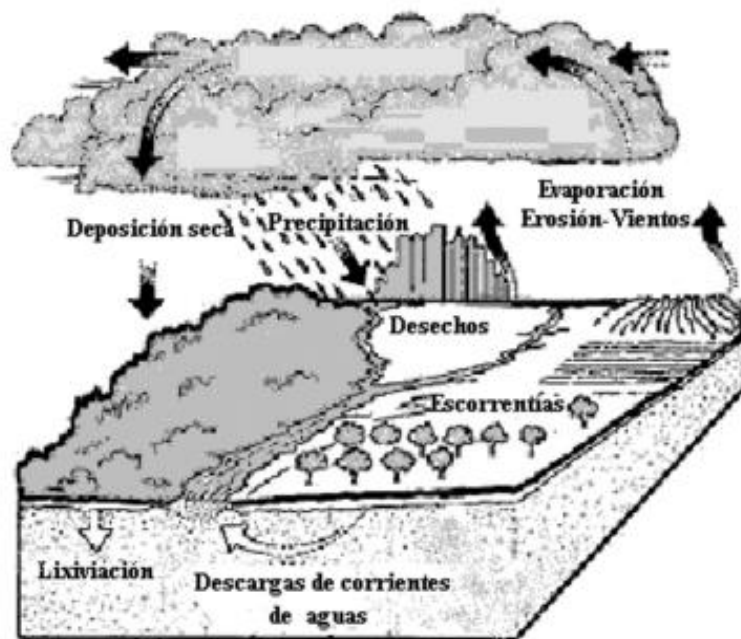


Figura 3.- Vías de movimiento de los agroquímicos (Orta Arrazcaeta , 2002).

Según (Criswell , 1998) como se cito en (Orta Arrazcaeta, L., 2002) los plaguicidas pueden llegar por diferentes vías , en donde se desplazan por la superficie terrestre o penetran en el suelo, arrastrados por el agua y el viento. Estos contaminantes consiguen abrirse paso hasta

las aguas subterráneas, tierras húmedas , ríos , lagos y finalmente hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas transportadas por los ríos.

Las aguas que fluyen sobre la superficie de la tierra , ya sean por las lluvias , irrigación u otras fuentes y que corren hacia las zonas bajas, en su avance disuelven los plaguicidas presentes en el suelo (Criswell , 1998) como se cito en (Orta Arrazcaeta, L., 2002). Así mismo el autor menciona que el movimiento tanto en el agua como el viento erosionan los suelos y arrastran consigo partículas, las cuales pueden llevar plaguicidas absorbidos. A esto se le suma el hecho de que muchos agricultores indebidamente lavan los contenedores y otros medios que utilizan en la aplicación de los plaguicidas en lagos, presas o ríos cercanos, causando su contaminación.

2.2.11 NIVEL FREÁTICO

Es el nivel a partir del cual los materiales se encuentran totalmente saturados de agua. Este nivel corresponde a la parte superior de la zona de saturación de un acuífero libre, donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica.

Donde en épocas de lluvias permite que se recargue el acuífero y el nivel freático suba, en cambio en épocas de estiaje el nivel desciende.

2.2.12 NIVEL PIEZOMÉTRICO

Altura del nivel freático o de la superficie piezométrica cuando no está influenciada por el bombeo o alimentación (Ortiz Aguirre, R., 1996) .

Este nivel corresponde a la presión de la capa acuífera, donde el nivel coincide con la cota del agua en el terreno, con el confinamiento a presión por debajo del nivel y por debajo de cotas que son superiores del agua. Controlando el nivel piezométrico en excavaciones por su efecto negativo sobre la estabilidad, las filtraciones y el ataque químico a las estructuras.

2.2.13 POZO

Se define como “pozo” una perforación vertical en general de forma cilíndrica y de diámetro menor que su profundidad. Así, el agua disponible en el subsuelo penetra a lo largo de las paredes creando un flujo de tipo radial (Sistema intermunicipal de los servicios de agua potable y alcantarillado [SIAPA], s.f.) .

2.2.14 RIESGOS AMBIENTALES POR EL USO DE AGROQUÍMICOS

Como mencionan los autores(Geissen et al., 2010; Varo et al., 2002; Castillo et al., 2006), como se citó en (Ríos González, A., 2013) el excesivo uso de los plaguicidas en la agricultura representa una amenaza grave para el equilibrio ecológico, de manera particular para los ecosistemas acuáticos y terrestres aledaños a las áreas de cultivo. Después de ser aplicados a los cultivos, el plaguicida cae directamente y se acumula en el suelo y cuerpos de agua aledaños a la zona de cultivos. El plaguicida remanente en el suelo provoca pérdida de biodiversidad, lo cual deteriora su calidad productiva, ya que se mueren los microorganismos de la materia orgánica. La acumulación de plaguicidas en agua puede afectar la vida de la flora y fauna acuática que sirve de base de la cadena alimentaria.

Por otra parte, (Waldron 1992), como se citó en (Orta, 2002) menciona que “todo esto trae consecuencias negativas en la salud humana debido al consumo de pescado contaminado. A esto se le suma el hecho de que algunos plaguicidas pueden lixiviar y llegar a las aguas subterráneas, contaminando pozos de agua de consumo humano.”

2.2.15 RIESGO A LA SALUD POR USO DE AGROQUÍMICOS

Según (Azzarof et al., 1999), como se cito en (Ríos González, A., 2013). La exposición a plaguicidas utilizados en cultivos tiene efectos negativos en la salud de campesinos, trabajadores agrícolas y familias que viven en áreas agrícolas. Por otra parte, Savage et al., 1988, Rosenstock et al., 1999 señalan que “los efectos que los plaguicidas tienen en la salud dependen de la dosis de exposición y el tiempo que la persona está expuesta a la sustancia. Cuando una persona se expone a altas dosis en poco tiempo, puede sufrir intoxicaciones agudas que pueden llevar a la muerte u ocasionar daño definitivo en su sistema nervioso”

Entre los elementos más comunes que afectan la salud humana a través del consumo de aguas subterráneas contaminadas destacan el arsénico, nitratos, cianuro y microbios patógenos fecales. Sus repercusiones en la población son amplias: problemas renales, endurecimiento de las articulaciones, envenenamiento, afecciones en la piel y huesos, enfermedades gastrointestinales, cáncer y otros (Smith et al. 2000; Shrestha et al. 2003; Yang et al. 2011; Chowdhury et al. 2000; Böhlke 2002; Ortega, 2009, como se cito Rodríguez Sosa, M. R., 2015).

2.2.16 TOPOGRAFÍA.

López et al., (1992a) escribió que el término topografía se utiliza aquí referido a la pendiente y a la variación de la pendiente del terreno. Según sea la pendiente del terreno así será la probabilidad de que un contaminante permanezca en el sitio donde ha sido depositado o se aleje del lugar por efecto de la escorrentía superficial, y por consiguiente no se infiltre a través del terreno en una zona donde podría alcanzar el nivel de agua de un acuífero. También señala en general, el gradiente y dirección del flujo del agua subterránea se puede inferir de la pendiente del terreno, y en este sentido se puede decir que cuanto más pronunciada sea la pendiente, mayor será la velocidad del agua subterránea (pp. 76-77).

2.3 TIPOS DE AGROQUÍMICOS

Los agroquímicos son productos químicos que se usan para mejorar la calidad de la tierra, propiciar el crecimiento de los cultivos, se clasifican en plaguicidas y fertilizantes.

Tabla 1.- Clasificación de los agroquímicos. (Fuente: Elaboración propia).

Plaguicidas	Insecticidas Son los agroquímicos más conocidos por su importancia en la erradicación de plagas de insectos nocivos para los cultivos.
	Fungicidas Se usan para acabar con hongos perjudiciales tanto para animales como para plantas y se clasifican con base en su composición química, área de empleo en el cultivo y modo de actuación.
	Nematicidas Son plaguicidas utilizados para matar a los parásitos de las plantas y gusanos del suelo que se alimentan de los cultivos.
	Racticidas Utilizados para el control de roedores como ratas y ratones que pueden ingresar al campo para comerse los cultivos.
Fertilizantes	Herbicidas Se utilizan para eliminar plantas nocivas para los cultivos y se encuentran de varios tipos con base en sus cualidades, periodos de aplicación, grado de afectación de las plantas y tipo de planta que se quiere controlar.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 RECONOCIMIENTO Y RECOPIACIÓN DE DATOS DE LA ZONA EN ESTUDIO

Se realizó varias visitas de campo en donde se recopiló información de la zona en estudio por medio de una encuesta. Para ello se visitó en particular a ciertas personas con quienes se trabajó en mayor profundidad y detalle en la tesis.

Esto como propósito de identificar las parcelas y los pozos que se ubican en la zona en estudio, con el fin de saber el uso que le dan al agua que extraen de los pozos, también pedir permisos a los dueños de cada parcela para realizar el levantamiento topográfico correspondiente y tomar un registro fotográfico que evidenciara el estado en que se encuentran los pozos existentes., ya que en esta zona predomina el cultivo de la guayaba. Por último y los más importante que tipo de insecticidas utilizan para controlar las plagas.



Ubicación de los pozos en estudio



Realización de encuestas

Fotografía 1.- Reconocimiento de la zona en estudio. (Fuente: Propia).

3.1.1 ENCUESTA

Para la implementación de la encuesta se recurrió a la visita de las parcelas en estudio, como en las viviendas de los dueños a lo cual se plantearon las siguientes preguntas.

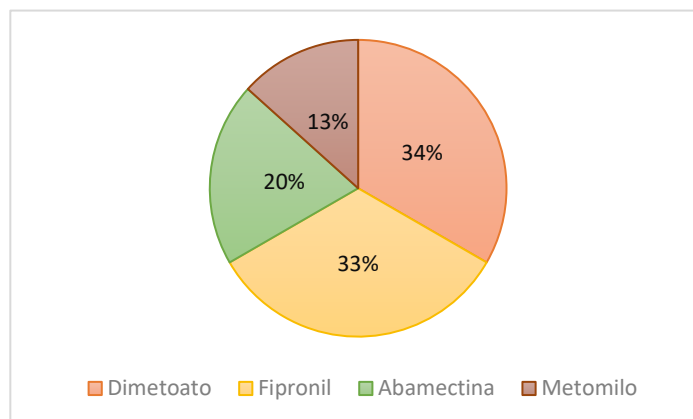
1.- ¿Cuántos años de construcción tienen los pozos? la mayoría de los pozos llevan más de 25 años de construcción en las parcelas de estudio.

2. ¿Cuál es el uso que le dan al agua de los pozos? toda el agua extraída va destinado únicamente al riego de la guayaba, en donde riegan de cuatro a cinco veces a la semana.



Fotografía 2.- Uso del agua extraída para el riego de cultivos. (Fuente: Propia).

3.- ¿Cuál es el insecticida que más utilizan?



Gráfica 1.- Insecticida más utilizado por los agricultores en el Mpio. de Ribera de Monterrico, Chiapa de Corzo. (Fuente: Propia).

Con respecto a la pregunta formulada, la mayoría de los campesinos utilizan el ingrediente activo dimetoato y fipronil, como insecticida para sus cultivos ocupando esto el mayor porcentaje de utilización en plagas. También utilizan la marca Yara para la floración de los cultivos, entre otros agroquímicos orgánicos. Estos son utilizados cada tres meses dependiendo la propagación de las plagas.



Fotografía 3.- Residuos de los productos químicos contra las plagas. (Fuente: Propia).

3.1.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA EN ESTUDIO

Se realizó el levantamiento topográfico de las parcelas en estudio para proveer información sobre las características del terreno mediante curvas de nivel que servirán para conocer la pendiente del terreno y obtener la dirección del flujo del contaminante, ya que cerca de la zona se encuentra el río Grijalva, estos datos serán de gran utilidad para determinar hacia donde llega a descargar el contaminante.

El levantamiento topográfico se realizó con la Estación Total Sokkia CX-105, partiendo de dos puntos de control previamente establecido en trompos a partir de un navegador GPS (pág. 52).



Fotografía 4.- Levantamiento topográfico de la zona en estudio. (Fuente: Propia).

3.1.2.1 EJECUCIÓN DE TRABAJO EN CAMPO

Con el levantamiento topográfico se realizó el siguiente mapa de ubicación utilizando los sistemas de información geográfica (SIG) para corroborar que el levantamiento previamente se encuentra en las coordenadas referenciadas, también sirve para representar la topología del terreno y tener una perspectiva más amplia de la zona y los elementos que lo rodean.



Figura 4.- Ubicación de los pozos en estudio. (Fuente: Elaboración propia con el software de Google Earth).

Los pozos están distribuidos en dos secciones de tres, la primera sección de la parte inferior corresponde a los pozos 1, 2 y 3, y en la parte superior los pozos 4, 5 y 6.

3.1.2.2 COORDENADAS UTM DE LOS POZOS EN ESTUDIO DE LA LOCALIDAD RIBERA DE MONTEERRICO

En la siguiente tabla se muestra las coordenadas de los pozos en estudio, así como sus características.

Tabla 2.- Coordenadas UTM de los pozos en estudio de las parcelas de Ribera de Monterrico. (Fuente: Propia).



POZO I

Coordenadas UTM
 N= 1843860.000 m
 E= 500332.202 m
 Z= 402.837 m

 NE= 396.737 m
 P= 395.497 m



POZO II

Coordenadas UTM
 N= 1843885.732 m
 E= 500454.369 m
 Z= 403.457 m

 NE= 396.507 m
 P= 395.057 m



POZO III

Coordenadas UTM
 N= 1843925.369 m
 E= 500545.936 m
 Z= 403.916 m

 NE= 396.316 m
 P= 396.116 m



POZO IV

Coordenadas UTM
 N= 1844074.860 m
 E= 500479.232 m
 Z= 402.521

 NE= 396.201 m
 P= 394.091 m



POZO V

Coordenadas UTM
 N= 1844059.731 m
 E= 500423.714 m
 Z= 401.045 m

 NE= 395.105 m
 P= 393.595 m



POZO VI

Coordenadas UTM
 N= 1844051.081 m
 E= 500407.025 m
 Z= 401.226 m

 NE= 395.226 m
 P= 393.726 m

3.2 MEDICIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO DEL AGUA

En todo estudio de hidrogeología es importante conocer la elevación del nivel estático para determinar la dirección del flujo del agua subterránea. En cuanto a nivel estático se refiere a la posición que ocupa el agua subterránea en estado natural, pero en un pozo corresponde a la distancia que se encuentra el agua cuando el equipo de bombeo no se encuentra funcionando.

El nivel estático y la profundidad aproximada de los pozos se obtuvo a partir de un método casero, donde se utilizó una plomada de latón (albañil), en el cual se sujetó con un hilo para pesca y una cinta de 30 metros de tipo cruceta para medir la distancia que descendió el plomo.

El nivel estático de cada pozo se obtuvo introduciendo el plomo dentro del pozo hasta que este tocara el agua, una vez teniendo la distancia en la cual descendió el hilo se procedió a medirlo con la cinta. Y para la profundidad se dejó caer la plomada hasta que este tocara el fondo del pozo, y posteriormente se midió la distancia con la cinta.

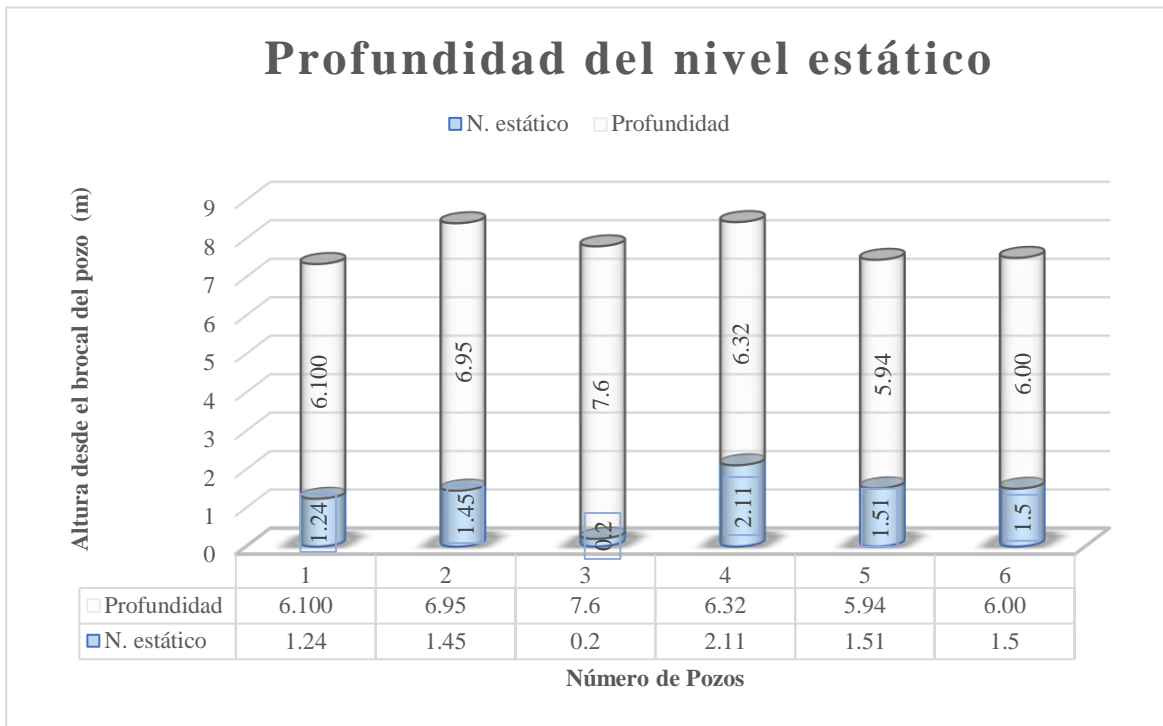


Fotografía 5.- Medición del nivel estático de los pozos y su profundidad, a partir de un método casero.

(Fuente: Propia).

Con los datos obtenidos en campo se obtuvo la representación gráfica de los diferentes niveles estáticos de los pozos, como podemos ver en la Gráfica 2, se puede observar como el nivel del agua varía dependiendo de la posición de los pozos.

Gráfica 2.- La adición del nivel estático y la profundidad corresponde a la profundidad total del pozo. (Fuente: Elaboración propia).



La diferencia de agua captada por cada pozo es diferente, esto se debe a que cada pozo tiene un potencial hidráulico diferente en excepción de los pozos 5 y 6, al tener el mismo nivel de agua podemos deducir que poseen el mismo potencial hidráulico.

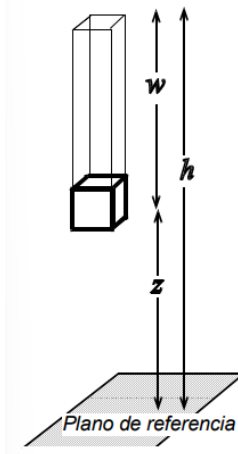


Figura 5.- Representación del Potencial hidráulica. (Fuente: Sanchez, F.J. 2022).

Sánchez, F.J (2022) define que “La energía total por unidad de masa se denomina Potencial Hidráulico, y es igual a la altura de la columna de agua (h), multiplicada por la aceleración de gravedad. Como g (aceleración de gravedad) es prácticamente constante en una zona, por lo tanto, la variación de (h) refleja exactamente la variación de potencial hidráulico” (Pág.2).

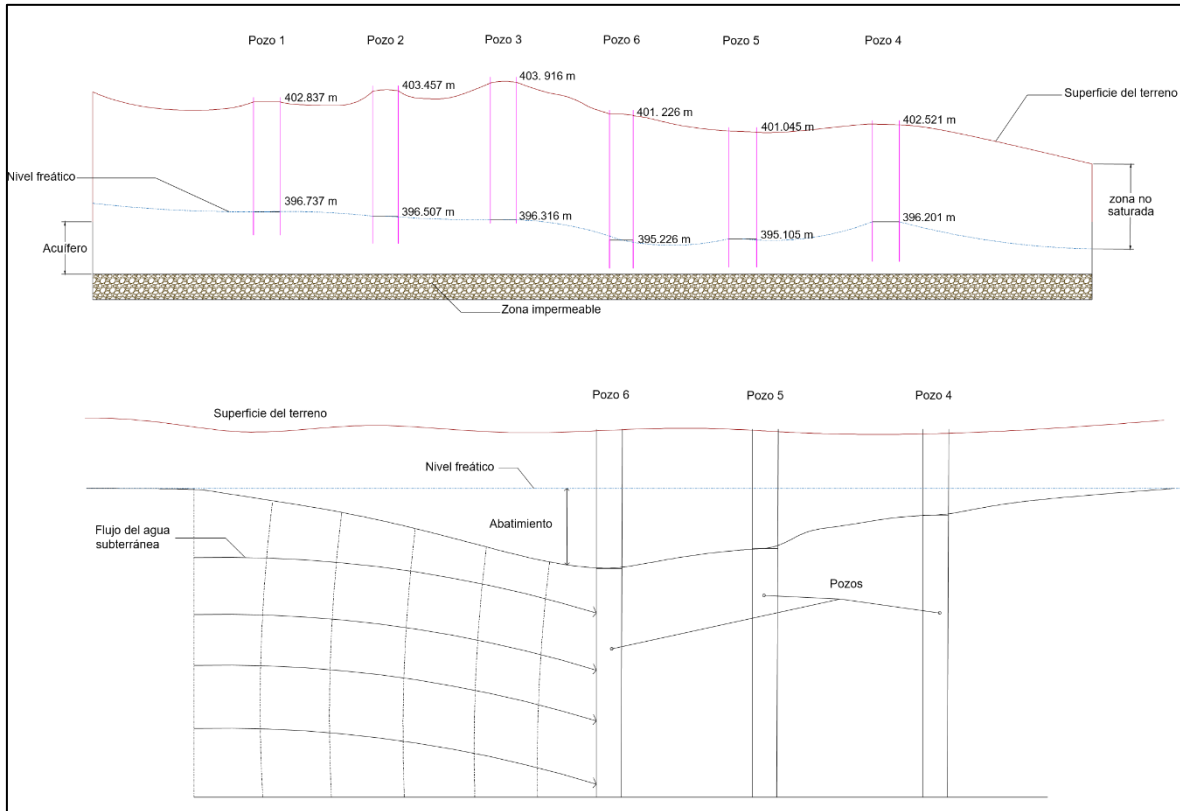
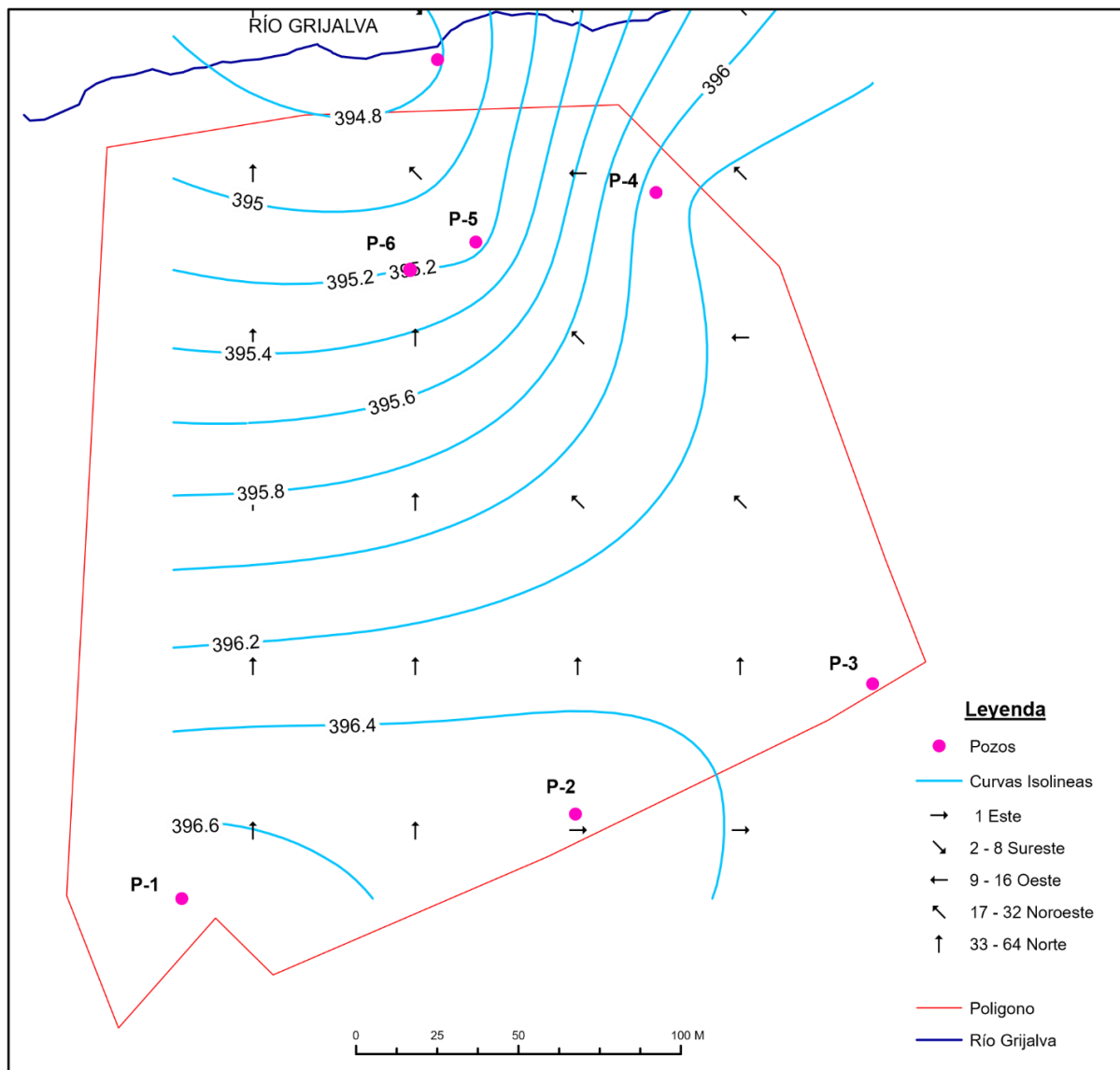


Figura 6.- Representación gráfica del perfil del terreno. (Fuente: Elaboración propia).

Los niveles de agua de los pozos varían constantemente cuando riegan los cultivos de la guayaba, el primero se le conoce como nivel estático, este nivel representa la altura que alcanza el agua subterránea cuando el equipo de bombeo se encuentra apagado, en cambio, cuando el equipo de bombeo está funcionando el agua subterránea desciende a profundidad denominado como nivel dinámico. La altura de estos dos niveles se le considera como el abatimiento (descenso). Por lo tanto, todo esto depende de que tan rápido sea el acuífero de suministrar agua al pozo.

3.3 DETERMINACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE FLUJO DEL CONTAMINANTE

Con los datos de los niveles estáticos de los pozos y el nivel del agua del río Grijalva se obtuvo el siguiente mapa de isopiezas² del área en estudio. Las curvas que se muestran en el mapa representan las líneas de isopiezas (líneas equipotenciales) y sobre ellas se traza las líneas de flujo (flechas), estos deben ir perpendiculares a las isopiezas.



² Este mapa representa la superficie freática de un acuífero, igual que un mapa topográfico, solo que, en lugar de representar la superficie del terreno, representa el límite de la zona saturado.

3.3.1 LÍNEAS DE FLUJO

La trayectoria del flujo a través de los suelos puede variar de punto a punto y en diferentes direcciones. Sin embargo, el flujo de agua a través del suelo saturado se puede representar esquemáticamente por líneas de flujo, que son los caminos que toman las partículas de agua en movimiento.

Las líneas de flujo representan el camino que recorre el agua, y una superficie equipotencial es el lugar geométrico de los puntos del espacio que tienen un mismo potencial hidráulico. Por lo tanto, se producirá perpendicularmente a las superficies equipotenciales, buscando la máxima gradiente.

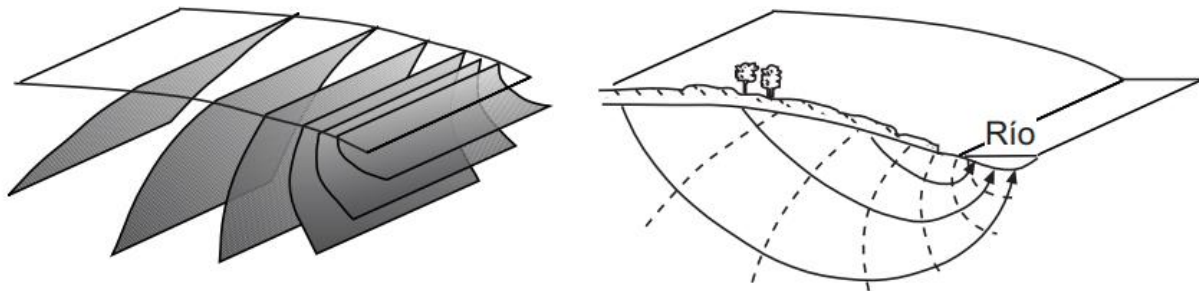


Figura 7.- Redes de flujo. (Fuente: Sánchez, F.J. 2022).

Para comprender bien el mapa de isopiezas véase la Figura 4. En esta figura se representa de manera esquemática la distribución de los pozos, así como la representación de la dirección del flujo de acuerdo al nivel estático de cada pozo y el nivel del espejo del agua del río Grijalva.

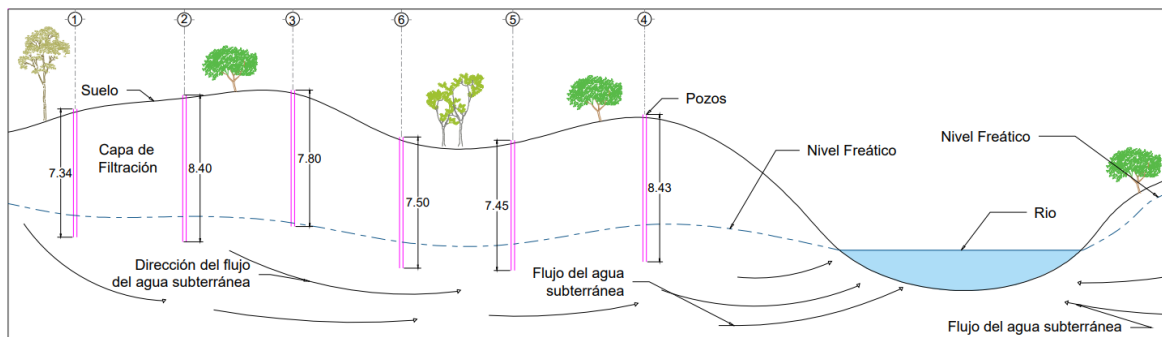


Figura 8.- Representación del nivel freático de acuerdo con los niveles estáticos de cada pozo. (Fuente: Elaboración propia).

3.3.2 POTENCIAL HIDRÁULICO

El nivel freático viene siendo el perfil del potencial hidráulico, las aéreas de recarga (la parte más alta) en la vertical, hacia abajo menor potencial. En áreas de descarga (rio) a mayor profundidad mayor potencial hidráulico.

Figura 9.- La comparación de los niveles de sondeos nos indica si estamos en áreas de recarga, intermedia o descarga. (Fuente: Sánchez, F.J. 2022).

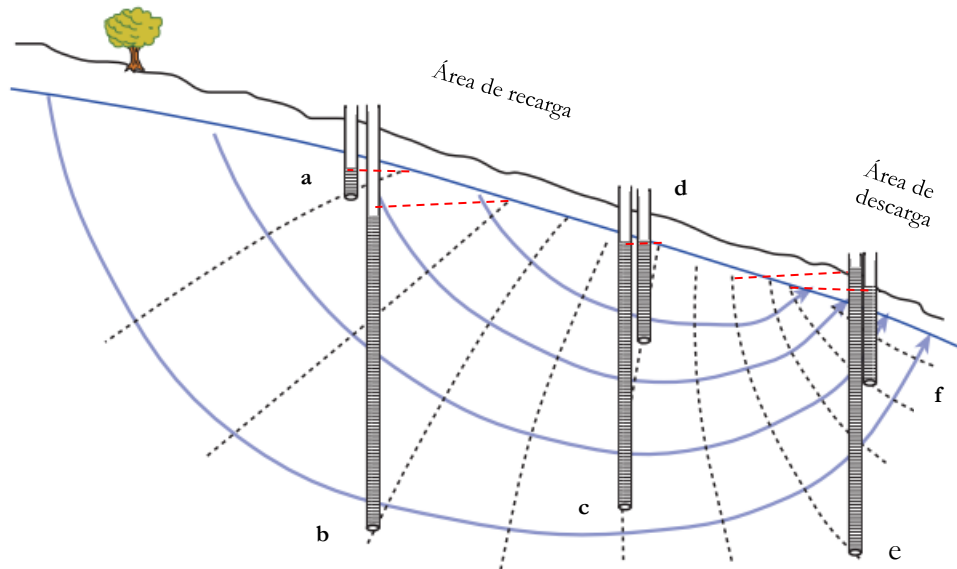
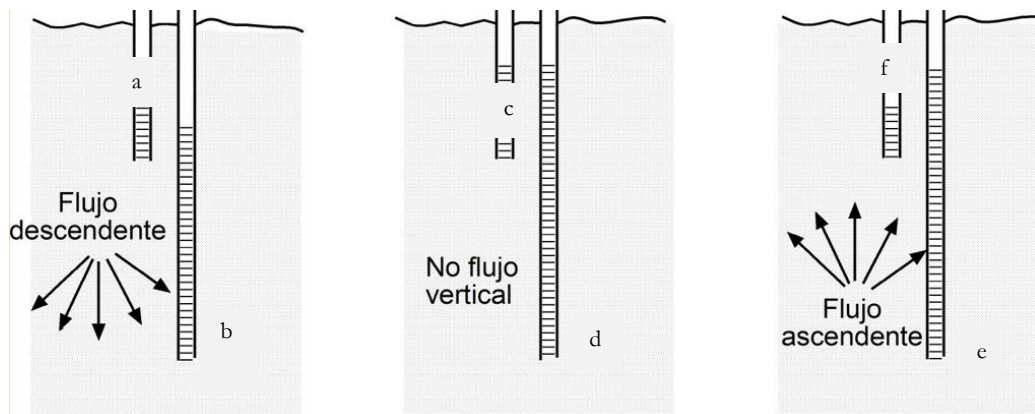


Figura 10.- Comparación vertical de los sondeos a, b, c, d, e y f. (Fuente: Sánchez, F.J. 2022).



En la figura 9-10, tenemos un ejemplo del potencial hidráulico, en los primeros dos sondeos a la izquierda (a y b), el pozo menos profundo tiene más potencial que el profundo, por lo tanto, tendrá un componente vertical ascendente.

En los sondeos c y d, no existirá flujo vertical, debido a que están en la misma línea equipotencial, este sería un claro ejemplo de los pozos 5 y 6 de la zona en estudio.

Finalmente, apreciamos que el potencial hidráulico en el sondeo “e” es mayor que en f, por lo que el flujo será ascendente, esto se debe a que están situados en una zona de recarga y recordemos que a mayor profundidad en una zona de recarga mayor será el potencial hidráulico.

3.3.3 DIRECCIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Los acuíferos son recargados por la infiltración de la lluvia. El agua subterránea se traslada a diferentes velocidades según la permeabilidad de las capas de suelo y roca.

Intuitivamente, pensamos que el agua circula de los puntos donde está más alta hacia los puntos más bajos, como suele pasar en las aguas superficiales y muchas veces esta aproximación se cumple en las aguas subterráneas. Por el contrario, la dirección del agua subterránea también puede variar en función de las características de orientación, forma e inclinación de las capas geológicas.

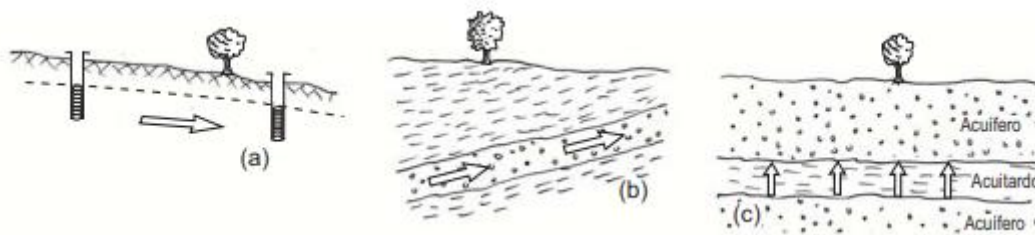


Figura 11.- Flujo del agua subterránea según las características de las capas de suelo y roca. (Fuente: Sanches, F.J (2022).

3.4 IDENTIFICAR LOS AGROQUÍMICOS UTILIZADOS CONTRA LAS PLAGAS EN EL CULTIVO DE LA GUAYABA

Durante la visita realizada en campo, se determinó como los residuos sólidos de los agroquímicos son desechados sin ningún cuidado en el suelo, también por medio de las encuestas realizadas a los propietarios se clasificaron los siguientes agroquímicos.

Tabla 3.- Características de los agroquímicos encontrados en la zona en estudio. (Fuente: Propia).

Ingrediente activo	Dimetoato	Fipronil	Abamectina	Metomil
Grupo químico	Organofosforados	Fenilpirazoles (fiproles)	Avermectinas	Carbamatos
Acción	Insecticidas	Insecticidas	Insecticidas Acaricida Antihelmíntico	Herbicidas Fungicidas Insecticidas
Persistencia	7 – 8 semanas	125 días	8 semanas	2 – 8 semanas
Formula molecular	$C_5H_{12}NO_3PS_2$	$C_{12}H_4C_{12}F_6N_4OS$	$C_{48}H_{72}O_{14}$ (avermectinB _{1a}) + $C_{47}H_{70}O_{14}$ (avermectinB _{1b}).	$C_5H_{10}N_2O_2S$
Solubilidad en agua	Alta	Baja	Baja	Alta
Persistencia en el suelo	Ligera a no persistente	Extrema a mediana	Mediana a no persistente	Ligera a no persistente
Movilidad en el suelo	Extrema a alta	Mediana a ligera	Inmóvil	Extrema a alta

3.4.1 INFORMACIÓN SOBRE SU CLASIFICACIÓN EN CUANTO A PELIGROS

Se explica la información aportada en las fichas de seguridad, los rótulos de los envases de formulados y las empresas fabricantes del Dimetoato y Fipronil (principales agroquímicos utilizados en la zona de estudio).

3.4.1.1 PROPIEDADES TOXICOLÓGICAS

3.4.1.1.1 DIMETOATO

Se puede absorber por una moderada ingestión, tras un corto periodo de inhalación; por lo cual esto genera un peligro irritante de las vías respiratorias. La exposición de ello tiene síntomas relacionados al malestar general, náuseas y mareos. En los seres humanos no es un irritante para la piel, ni para los ojos; pero si puede causar una posible sensibilización en la piel.

Por otro lado, según la US EPA como se cito Anasac Control (2014) la carcinogenicidad del Dimetoato se encuentra clasificado en el Grupo C, como posible carcinogénico humano.

Hay información sobre efectos cancerígenos en experimentos con animales tras administrarles por agua potable elevadas dosis de concentración durante un largo periodo de tiempo, pero no resultados relevantes en humanos.

3.4.1.1.2 FIPRONIL

Es nocivo en caso de ingestión y toxico si se inhala, el uso de este producto por los consumidores es seguro bajo condiciones normales y razonables de su uso. El contacto directo con los ojos puede causar irritación, y el contacto prolongado con la piel puede causar irritación leve de la piel. Por ende, debido a la exposición presentan síntomas de convulsiones, temblor; este producto no se considera un sensibilizante de piel o vías respiratorias.

Por otro lado, la carcinogenicidad del Fipronil se clasifica como el Grupo C posible carcinógeno humano.

3.4.1.2 PROPIEDADES ECOTOXICOLÓGICAS

3.4.1.2.1 DIMETOATO

En cuanto a la ecotoxicidad del Dimetoato, es muy toxico par los organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos. Con los códigos CL50 (toxicidad aguda para los peces), CE50 (toxicidad aguda en plantas e invertebrados acuáticos) y DL50 (toxicidad aguda en aves y abejas).

Se informa que tiene un alto potencial bioacumulativo y se degrada rápidamente en suelos y agua por vía microbiana.

3.4.1.2.2 FIPRONIL

El ingrediente activo Fipronil es tóxico para pájaros, peces e invertebrados acuáticos. Con los códigos LC50 (muy tóxico en vertebrados acuáticos) y EC50 (muy tóxico en invertebrados acuáticos), la toxicidad medioambiental de este producto aún no ha sido evaluada.

Se informa que el potencial de bioacumulación de este producto aún no ha sido determinado, así mismo con la movilidad que tiene en el suelo y agua.

3.5 ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA POR EL MÉTODO DE TIRAS REACTIVAS

3.5.1 DETALLES DE PRODUCTO

Kit de prueba de agua de alta sensibilidad para detectar ph, dureza, cloro, plomo, cobre, nitrato, nitrito, entre otros.

Según la Marca SJ WAVE se puede utilizar para diferentes fuentes de agua, ya que está diseñado para una detención visual rápida y fácil de llevar un monitoreo del estado del agua.



- ✓ Carta de colores a prueba de agua.
- ✓ Resultados precisos y confiables.
- ✓ Sensibilidad mejorada.
- ✓ Prueba según los estándares de la EPA.

Figura 12.- Kit de prueba de agua potable Marca SJ WAVE. (Disponible en Amazon: <https://a.co/d/abUfBkU>)

Los resultados son fiables y rápidos: aprobado por la Administración de Drogas y Alimentos [FDA], (Food and Drug Administration) y certificado CE (Conformidad Europea) para resultados instantáneos en 60 segundo.



Figura 13.- Carta de colores. (Disponible en el Kit de tiras reactivas de la marca SJ WAVE).

3.5.2 PROCEDIMIENTO DE CAMPO

Se llevo a cabo la recolección de muestras de los 6 pozos distribuidos en las parcelas de la zona de estudio. Las muestras se recolectaron en tubos de ensayos que vienen integrados en el kit de prueba de agua para posteriormente introducir las tiras reactivas y obtener los parámetros químicos como pH, alcalinidad, dureza; y constituyentes químicos nitrato, nitrito, fluoruros, hierro.



Fotografía 6.- Recolección del agua subterránea (Fuente: propia)

Para ello se sumergieron las tiras reactivas en las muestras de agua por 2 segundos para posteriormente entre 30 – 50 segundos después de la inmersión obtener el resultado final de cada parámetro del agua y comparar los datos en función de los estándares de calidad del agua.



Fotografía 7.-Medición e interpretación de los parámetros del agua con las tiras reactivas (Fuente: propia).

RESULTADOS

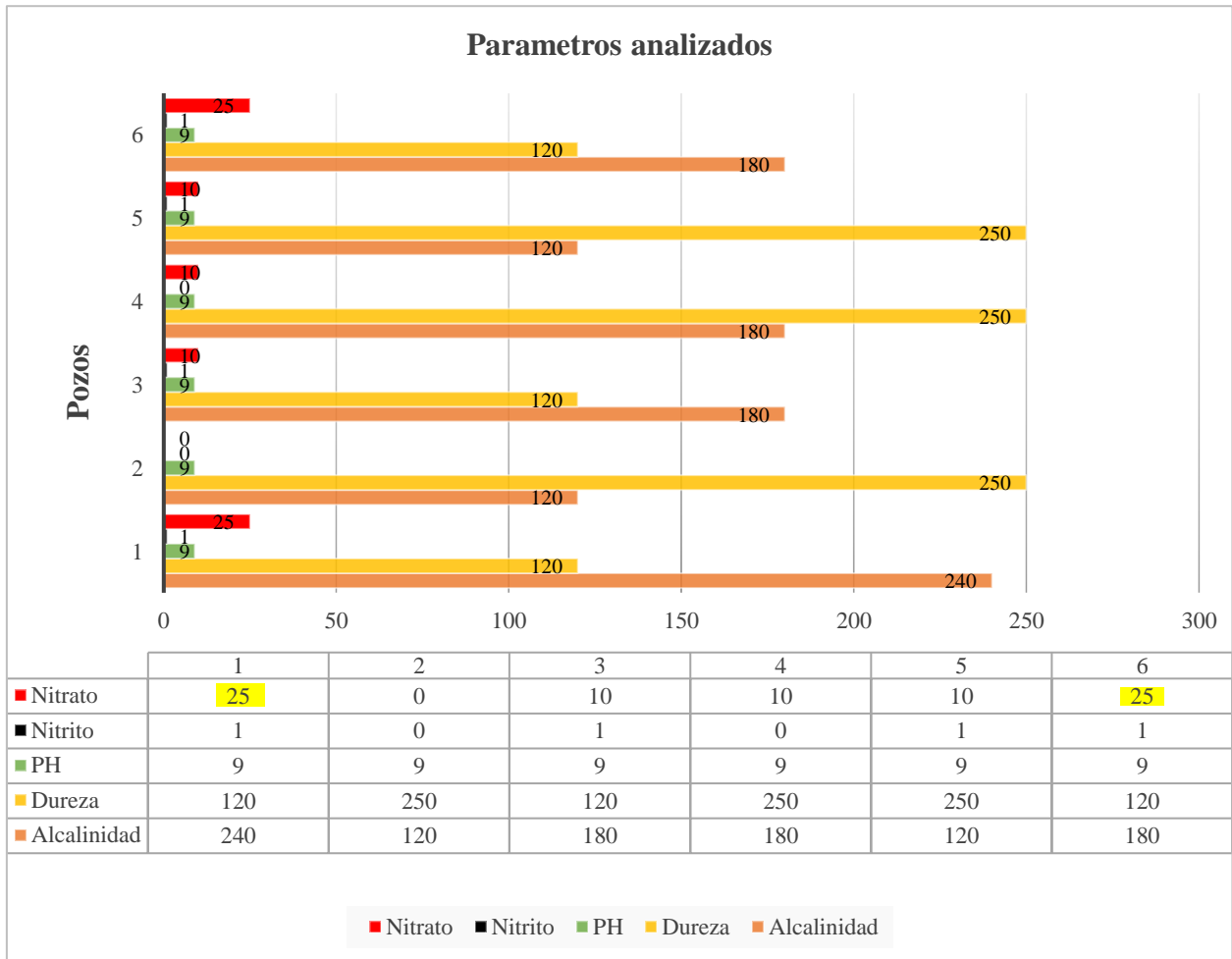
Con base a los resultados de las muestras analizadas mediante tiras reactivas (Grafica 3), se observa que al menos dos pozos (n° 1 y 6) tienen los parámetros fuera del límite permisible permitidos por el Diario Oficial de la Federación para agua de consumo humano.

La información recopilada del muestreo reveló que los compuestos detectables en el pozo 1 y 6 fueron la alcalinidad, pH, y nitrato los cuales están por encima del límite permitido, mientras que los pozos 2,3,4,5, se encontraron por debajo del límite de detección de todos los parámetros.

Tabla 4.-Calidad de la fuente (Fuente: Elaboración propia con datos del Diario oficial de la federación, 2019).

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Alcalinidad	mg/L	100
Dureza total	mg/L	500
pH	mg/L	6,5 a 8,5
Nitrito	mg/L	1,0
Nitrato	mg/L	10
Fluoruros	mg/L	1,50
Hierro	mg/L	0,30
Plomo	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	1,0

Nota. Tomado de (Diario oficial de la federacion, 2019)



Gráfica 3.- Resultados obtenidos en el análisis de los parámetros para la calidad de la fuente subterránea (Fuente: propia).

Comparando el resultado obtenido de los análisis con la tabla 4 sobre la calidad del recurso hídrico de los pozos n° 1 y 6, indica que el agua subterránea de estas norias se encuentra contaminadas, debido a que tiene sustancias químicas (nitrato) que están fuera del rango permitido, y en caso de usarse para consumo humano requieren de un tratamiento de agua más eficiente que reduzca en este caso el nitrato.

El criterio general del estado en que se encuentra el agua subterránea, basándonos en la metodología utilizada, indica que se encuentra severamente contaminada ya que la concentración de nitratos que tienen algunos pozos no permite que sean de consumo público.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos a través de las tiras reactivas es un método de resultados confiables, pero no detenta el tipo de agroquímico activo dentro de la zona. Para ello es importante que, a través de análisis fisicoquímicos y microbiológicos en laboratorios capacitados para estos estudios, de igual manera un análisis cromatográfico que permite identificar el índice de un contaminante activo (dimetoato, fipronil, entre otros).

CONCLUSIONES

Los resultados de este análisis proporcionan información relevante de la contaminación en el agua subterránea debido al uso de sustancias químicas para el cultivo de la guayaba en la localidad Ribera de Monterrico.

Mediante el muestreo por el método de tiras reactivas se confirmó la presencia de Nitrato en los pozos 1 y 6, encontrando un total de concentración de 50 mg/l que superan los niveles máximos permitidos por las normativas del Diario Oficial de la Federación 2019. En relación con el resultado obtenido según el Instituto Geográfico Nacional (s.f.) plantea que la calidad de las aguas subterráneas puede verse alterada por fenómenos de contaminación de origen humano, uno de los más habituales es producido en zonas de productividad agrícola donde tiene lugar la infiltración de nitratos.

Además, Probelte España (2019) menciona que el exceso de sales que contienen estas sustancias tiene como consecuencias que las plantas crezcan débiles y sean más propensas a alguna enfermedad.

Por estas razones el uso de agroquímicos en los cultivos, están poniendo en riesgo la calidad del agua subterránea que es extraída de los pozos para el riego de las cosechas, puesto que se tuvieron resultados que tienden a indicar que hay concentraciones de nitratos en dos pozos (pozo 1 y 6), los cuales Hernández (2022) establece que los valores detectados cercanos o iguales al valor paramétrico de 50 mg/l deben considerarse como probables incumplimientos para ser aplicables al consumo humano.

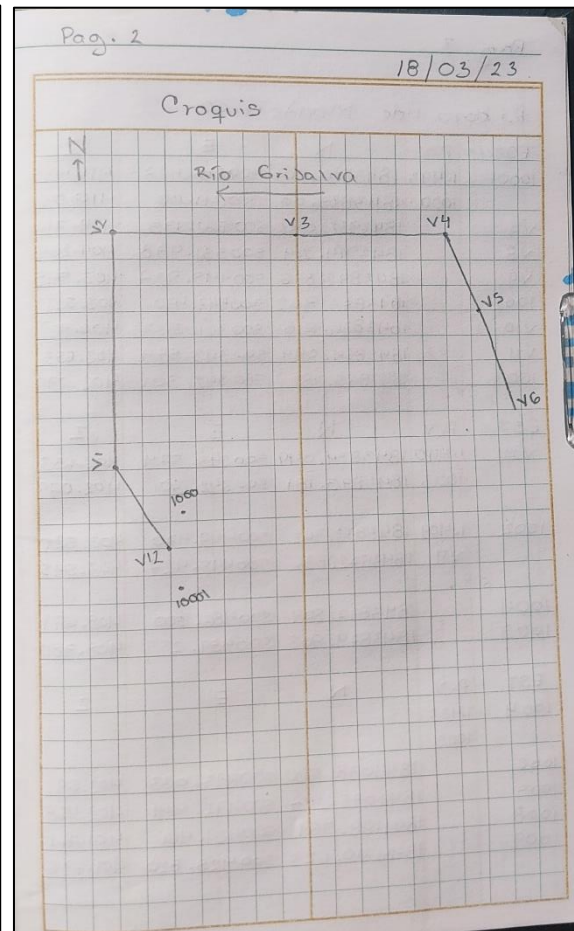
No obstante, es importante realizar estudios más a detalle para evaluar el grado de concentración de agroquímicos dentro del agua subterránea, para ello es necesario el desarrollo de métodos cromatográficos y técnicas de preparación de muestras validadas para la determinación de las sustancias químicas que se utilizan en la localidad. Así mismo, se sugiere la necesidad de introducir cambios que conviertan la práctica agrícola en una actividad sostenible para el recurso hídrico, como por ejemplo la implementación de programas de manejo integrado de plagas o la agricultura orgánica.

ANEXOS

Pag. 1

Parcelas Ribera de Monterrico

EST	P.V	N	E	Z
1000	1.482	1843835.00	500311.00	410.00
	1001	1843820.601	500315.427	411.497
V1		1843860.925	500297.745	401.692
V2		1844088.605	500210.195	403.003
V3		1844098.387	500371.047	401.634
V4		1844101.532	500467.636	402.609
V5		1844052.315	500517.136	402.504
V6		1843963.033	500549.900	402.454
EST	P.V	N	E	Z
1001	1.435	1843820.601	500315.427	411.497
	1000	1843835.00	500311.00	410.00
V12		1843820.658	500313.731	411.493

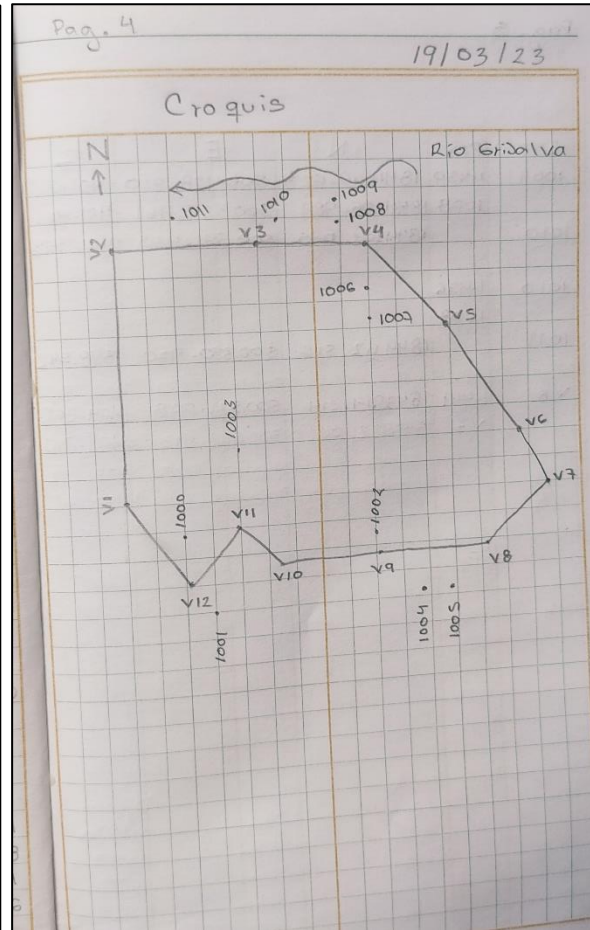


Anexo 1.- Cartera de campo Pág. 1,2. (Fuente: Propia).

Pag. 3

Ribera de Monterrico

EST	P.V	N	E	Z
10001	1.493	1843820.601	500315.423	411.493
	1000	1843835.00	500211.00	410.00
V7		1843932.042	500592.175	404.710
V8		1843914.214	500531.978	404.269
V9		1843872.836	500445.927	403.545
1002		1843873.762	500447.470	403.521
V10		1843836.810	500361.360	406.709
V11		1843854.049	500343.574	402.653
1003		1843875.181	500342.301	402.079
EST	P.V	N	E	Z
V11	1.440	1843854.049	500343.574	402.653
	1003	1843875.181	500342.301	402.079
1002	1.409	1843873.762	500447.470	403.521
	V9	1843872.836	500445.927	403.545
1004		1843877.509	500486.500	408.691
1005		1843879.703	500489.255	408.780
EST	P.V	N	E	Z
1004	1.433			
	1005			
1006		1844078.680	500473.033	402.691
1007		1844075.297	500472.414	402.468
1008		1844108.989	500429.461	401.761
1009		1844110.623	500428.820	401.696



Pag. 5

19/03/23

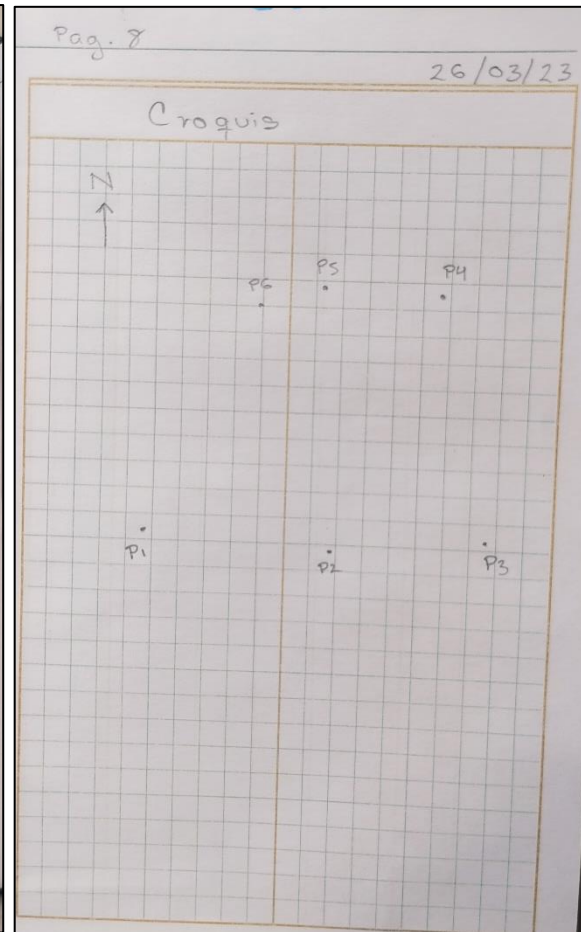
EST	P.V	N	E	Z	
1009	1.450	1844110.623	500428.820	401.696	
		1008	1844108.989	500429.461	401.761
1010		1844102.085	500391.435	401.949	
1010	1.456				
	1008				
1011		1844112.516	500350.970	398.592	
V8	1.441	1843914.214	500531.978	404.269	
	V7	1843932.042	500592.175	404.710	

Anexo 2.- Cartera de campo Pág. 3,4,5. (Fuente: Propia).

Pag. 7

Río

EST	P.V	N	E	Z
1011	1.339	1844112.516	500350.930	398.592
	1010	1844102.085	500391.435	401.949
1012		1844103.365	500325.432	398.929
1012	1.436			
	1011			
V9	1.442	1843872.826	500445.927	403.545
	1002	1843873.762	500447.470	403.521
1013		1843863.082	500420.719	403.136
1014		1843850.930	500401.403	403.122
1015		1843887.655	500456.326	403.811
1013	1.453			
	1014			
1014	1.464			
	1013			
1015	1.443			
	V9			
POSO		N. E	Prof.	Diam.
1		6.10m	7.34m	1.40m
2		6.95m	8.40m	1.35m
3		7.60m	7.80m	1.37m
4		6.32m	8.43m	1.24m
5		5.94m	7.45m	1.48m
6		6.00m	7.50m	1.42m



Anexo 3.- Cartera de campo Pág. 7 y 8. (Fuente: Propia).

"ANÁLISIS DE RIESGOS EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS POR CONTAMINACIÓN DE AGROQUÍMICOS EN LA LOCALIDAD RIBERA DE MONTEERRICO, MPIO. DE CHIAPA DE CORZO, CHIAPAS".

LEVANTÓ

ING. DANIELA HERNÁNDEZ VARGAS

ING. JESÚS DAVID VÁZQUEZ GUERRA

VALIDÓ

Dr. FRANCISCO FÉLIX DOMÍNGUEZ SALAZAR
DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS.

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



DIRECCIÓN
RIBERA DE MONTEERRICO

NOMBRE:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS PARCELAS DE RIBERA DE MONTEERRICO, PARA LA OBTENCIÓN DE LA DIRECCIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE AGROQUÍMICOS.


LOCALIDAD: RIBERA DE MONTEERRICO	MUNICIPIO: TUXTLA GUTIÉRREZ	ESTADO: CHIAPAS
-------------------------------------	--------------------------------	--------------------

TÍTULO DEL PLANO:
PLANO TOPOGRÁFICO - ALTÍMETRICO

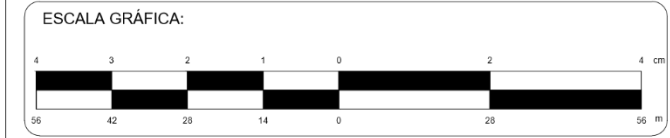
ESCALA: 1:1,400	ACOTACIÓN: metros
--------------------	----------------------

No. DE PLANO:
1 / 1

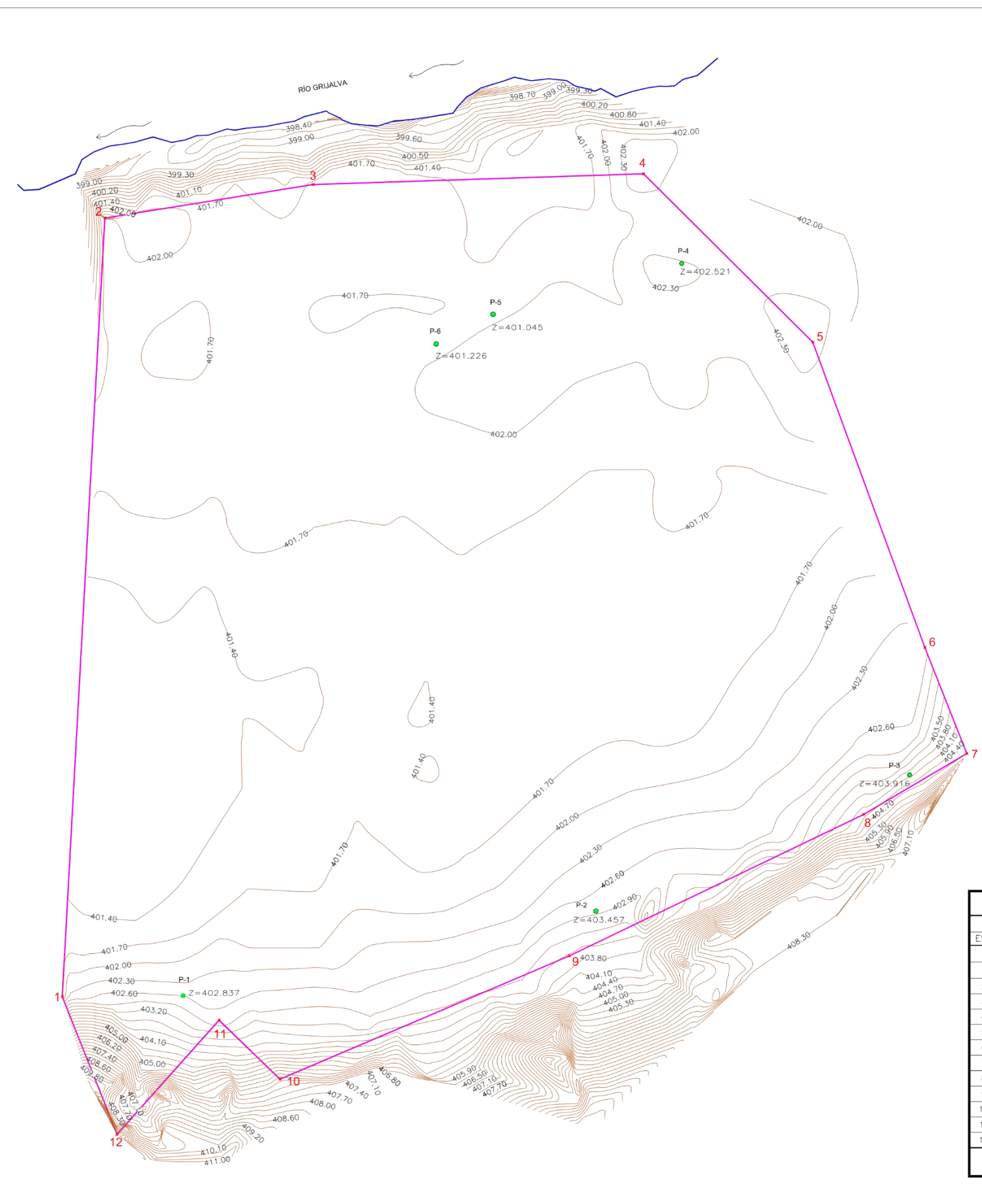
NORTE



NORTE



28 DE ABRIL DE 2023



CUADRO DE CONSTRUCCION							
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
						Y	X
					1	1,843,860.9250	500,297.7450
1	2		N 03°07'47.75" E	228.020	2	1,844,088.6050	500,310.1950
2	3		N 80°52'04.05" E	61.633	3	1,844,098.3870	500,371.0470
3	4		N 88°08'06.26" E	96.640	4	1,844,101.5320	500,467.6360
4	5		S 45°09'51.31" E	69.804	5	1,844,052.3150	500,517.1360
5	6		S 20°09'06.21" E	95.104	6	1,843,963.0330	500,549.9000
6	7		S 21°36'27.59" E	33.333	7	1,843,932.0420	500,562.1750
7	8		S 59°26'34.20" W	35.067	8	1,843,914.2140	500,531.9780
8	9		S 64°19'09.20" W	95.483	9	1,843,872.8360	500,445.9270
9	10		S 66°55'32.64" W	91.921	10	1,843,836.8100	500,361.3600
10	11		N 45°53'41.06" W	24.769	11	1,843,854.0490	500,343.5740
11	12		S 41°47'18.80" W	44.784	12	1,843,820.6580	500,313.7310
12	1		N 21°39'11.08" W	43.324	1	1,843,860.9250	500,297.7450

SUPERFICIE = 52,354.323 m² = 5.235 Ha

Plano 1.- Plano Altimétrico y Planimétrico de la zona en estudio. (Fuente: Propia)

REFERENCIAS

- Anasac Control. (2014). *Dimetoato Plus*. Obtenido de <https://www.anasacjardin.cl/wp-content/uploads/2014/02/DIMETOATO-PLUS-Dimetoato-5-Permetrina-13-EC-HDS.pdf>
- Arizabalo, R. D., & Díaz G., G. . (1991). *La contaminación del agua subterránea y su transporte en medios porosos*. México: Instituto de Geofísica, UNAM. Obtenido de https://www.google.com.mx/books/edition/La_contaminacion_del_agua_subterranea_y/3wG9e0yWWn4C?hl=es&gbpv=1
- Barbieri, S., Vittori, S., Marino, D., y Peluso M. (2017). *Estudio de contaminantes agrícolas en agua subterránea y la evaluación de riesgo asociada en escuelas rurales*. Obtenido de Repositorio Institucional de la UNLP (SEDICI): <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/154150>
- Custodio, E., & Llamas, M. R. (1983). Situación y movimiento del agua en la hidrosfera. En *Hidrología Subterránea (2.ª ed., Tomo1)* (págs. 266 - 280). Ediciones Omega.
- Diario oficial de la federacion. (2019). *PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-127-SSA1-2017, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5581179&fecha=06/12/2019#gs.c.tab=0
- Fuentes Yagüe, J. L. (1992). *Aguas subterráneas*. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_01.pdf
- Fuentes, J. (1993). *Aguas Subterráneas* . Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario.
- Garza, S. (2016). *Día mundial del no uso de plaguicidas*. Efemerides, Gaceta del Senado. Obtenido de https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_del_senado/documento/67821#_ftn7
- Gómez Ríos, C. C., & Basto Aroca, L. D. (2016). *Vulnerabilidad en la construcción y extracción de pozos para agua subterránea en los municipios de Riobacha, Maicao y Cotoprix en La Guajira [Tesis de licenciatura, Universidad de La Salle, Bogotá]*. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/59/

- Hernández, K. (2022). *Estudio del contenido en nitratos de las aguas de consumo humano*. Ecologistas en Acción. https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2022/12/informe-nitratos.pdf&attachment_id=216689&dButton=true&pButton=true&oButton=false&sButto
- Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). *Sobreexplotación y contaminación de acuíferos*. https://www.ign.es/espmap/mapas_conta_bach/pdf/Contam%20mapa_03_texto.pdf
- Instituto Nacional de Ecología y cambio climático [INECC]. (2022). *Estudio sobre el uso de plaguicidas en Mexico copilació 1980-2018*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/728079/141_2022_Estudios_plaguicidas_Mexico_1980_2018.pdf
- Instituto Nacional de Ecología y cambio climático [INECC]. (2022). *Estudio sobre el uso de plaguicidas en Mexico copilació 1980-2018 [Mapa]*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/728079/141_2022_Estudios_plaguicidas_Mexico_1980_2018.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2010). *Compendio de informacion geografica municipal 2010 Chiapa de Corzo Chiapas*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/07/07027.pdf
- Lopez Geta, J. A., Martínez Navarrete, C., Moreno Merino, L., y Navarrete Martínez, P. (1992a). Movimiento de los plaguicidas hacia las aguas subterráneas. En *Las aguas subterráneas y los plaguicidas* (pág. 56). Obtenido de <https://aguas.igme.es/igme/publica/libro28/lib28.htm>
- Lopez Geta, J. A., Martínez Navarrete, C., Moreno Merino, L., y Navarrete Martínez, P. (1992b). Evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación por plaguicidas. En *Las aguas subterráneas y los plaguicidas* (págs. 76-77). Obtenido de <https://aguas.igme.es/igme/publica/libro28/lib28.htm>

- Loor, Á. C; Carrión, R. A & Mantilla, G.V. (2019). Vulnerabilidad de los acuíferos ante la percolación de agroquímicos en el cantón Gral. Antonio Elizalde [web]. *Revista Universitaria y Sociedad*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000200395#:~:text=La%20qu%20C3%ADmica%20natural%20del%20agua,atribuida%20a%20las%20actividades%20humanas.
- Martínez, J., González, M., Belmonte, A., Garrido, A. (2004). *Estudio de la contaminación por pesticidas en aguas ambientales de la provincia de Almería*. Obtenido de *Ecosistemas Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/197>
- Orta Arrazcaeta, L. (2002). Contaminación de las aguas por plaguicidas químicos. *Redalyc*, 6(3), págs. 55-62. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209118292006>
- Ortiz Aguirre, R. (1996). *Glosario geohidrológico*. Universitaria Potosina. Obtenido de https://www.google.com.mx/books/edition/Glosario_geohidrol%C3%B3gico/aaM_vpBzDdMC?hl=es-419&gbpv=1&dq=nivel+piezometrico&pg=PA116&printsec=frontcover
- Porras, J., Nieto P., Alvarez, C., Fernandez, A., y Gimeno M. (1985). Contaminación de las aguas subterráneas. En *Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en España* (pp. 43 - 70). Obtenido de <https://aguas.igme.es/igme/publica/libro43/lib43.htm>
- Potal del Estado de Chiapas. (s.f.). *Hidrografía [Mapa]*. Obtenido de Mapas del Estado: <https://www.chiapas.gob.mx/mapas/>
- Probelte España. (2019). *¿Qué impacto tiene el exceso de fertilizantes para los cultivos?* <https://probelte.com/es/noticias/que-impacto-tiene-el-exceso-de-fertilizantes-para-los-cultivos/>
- Ríos González, A. (2013). *Uso de modelos predictivos y conceptuales para la evaluación ambiental y el análisis de la percepción de riesgo por uso de plaguicidas: Una opción para el manejo de riesgos en Chiapas*. Obtenido de [Tesis de Doctorado, Colegio de la Frontera Sur]: https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1692/1/100000037286_documento.pdf

- Robledo, Z. (enero, 2017). *Implementación de medidas que contribuyan a la prevención y erradicación la contaminación que existe en los ríos del estado de Chiapas [Gaceta Parlamentaria]*. Grupo Parlamentario del Partido de la Revolución Democrática. Obtenido de https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_comision_permanente/documento/68573
- Rodríguez Sosa, M. R. (2015). *El papel de las áreas verdes en la recarga de acuíferos en ciudades de regiones áridas y semiáridas de México: el caso de Aguascalientes*. Obtenido de [Tesis de Maestría, Université de Sherbrooke]; https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1865/1/100000055036_documento.pdf
- Sanchez, F.J. (2022). *Hidrología superficial y subterránea [PDF]* (2 ed.). Obtenido de https://hidrologia.usal.es/temas/Hidraulica_Subt.pdf.
- Secretaria Distrital de Ambiente. (s.f.). *Recursos naturales: Aguas subterráneas*. Obtenido de <https://www.ambientebogota.gov.co/aguas-subterranas>
- Shamrock Water Treatment. (s.f.). *Contaminación de las aguas por nitratos: contaminación de las aguas*. Obtenido de Members Tripod: https://members.tripod.com/london_job/trabajoseninglaterra/id11.html
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2021). *El manejo integrado de plagas como alternativa*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/siap/articulos/a-reducir-el-uso-de-plaguicidas>
- Sistema intermunicipal de los servicios de agua potable y alcantarillado [SIAPA]. (s.f.). *Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades: Sistemas de agua potable*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnhttps://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sis temas_de_agua_potable-1a._parte.pdf
- Soto, M. (2021). Agricultura: el motor de nuestra economía. *Divulgación Científica del Tecnológico de Monterrey. [Web]*. Obtenido de <https://transferencia.tec.mx/2021/05/05/la-agricultura-el-motor-de-nuestra-economia/>
- Springall, R. (1980). Infiltración. En *Hidrología (primera parte)* (págs. 133 - 160). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Vélez Otálvaro, M. V. (1999). Calidad del agua y contaminación de acuíferos . En *Hidráulica de aguas subterráneas* (págs. 134 - 151). Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/8387/Capitulos_10-15.pdf?sequence=2&isAllowed=y