



Estudio y evaluación de la calidad de agua para obtener información del impacto que tiene con relación a daños en la salud y como consecuencia discapacidad en 7 comunidades del río Jupilingo en el municipio de Camotán,

Contenido

1. PRESENTACIÓN	3
2. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN	4
2.1 Ubicación.....	4
2.2 Distribución geográfica del municipio.....	5
2.3 Descripción del área de estudio	6
3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN	7
3.1 Zonas de Vida	7
3.2 características fisiográficas del municipio de Camotán.....	8
3.3 Unidades geológicas del municipio de Camotán.....	10
3.4 Minerales y Metales Potencialmente Presentes en la Región	11
4. POTENCIAL HIDRICO DE LAS COMUNIDADES EN ESTUDIO	11
5. AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	13
5.1 Efectos sobre la salud causados por agentes patógenos en el agua.....	14
5.2 El agua y elementos que pueden ser perjudiciales a la salud humana	15
6. METODOLOGIA PARA EL ESTUDIO	15
6.1 Información bibliográfica de personas con discapacidad en el municipio	15
6.2 Reunión con líderes representantes del comité de agua	17
6.3 Toma de muestras de agua.....	19
6.4 Análisis de la calidad de agua e interpretación de la información	20
6.5 Presentación de resultados de la calidad de agua	21
7. MAPAS DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS PARAMETROS ANALIZADOS	26
8. ANALISIS EPIDEMIOLÓGICO Y CORRELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA	31
8.1 Consideraciones sobre riesgos	34
8.2 Contexto comparativo y experiencias en otras regiones de la presencia de metales pesados en el agua.....	35
8.3 Sistemas de filtración comunitarios y estrategias para minimizar riesgos	35
9. CONCLUSIONES	36
10. RECOMENDACIONES	37
11. ANEXO	38

1. PRESENTACIÓN

La Asociación Rompiendo Límites es una organización de carácter privado, no lucrativa, no religiosa, apolítica, social, cultural, educativa, humanitaria, de asistencia social y desarrollo integral de sus asociados. El objetivo de la asociación es mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad y la de sus familias. Las intervenciones de la asociación se realizan en los municipios de Jocotán, Camotán, Olopa, San Juan Ermita, Chiquimula los cuales forman parte del denominado “corredor seco”. La misión de la Asociación consiste en “Promover y fortalecer la inclusión y empoderamiento de las personas con discapacidad y sus familias, en el entorno social y comunitario con un enfoque de derechos”.

En la actualidad la asociación implementa el programa global: “Implementación del Marco de Sendai en América Central: promoción de un enfoque multipaís para fortalecer la inclusión en la reducción del riesgo de desastres en los ámbitos regional, nacional y local, 2a fase (2024-2026)”, en el municipio de Camotán.

El programa busca apoyar que las personas con discapacidad y sus familias se preparen mejor ante los desastres, por su mayor probabilidad de morir o sufrir afectaciones en una situación de desastre, pero también que los actores principales de la acción humanitaria hagan que las personas con discapacidad puedan recibir los mismos bienes y servicios que el resto de la población afectada por un desastre, de una manera adecuada y sin discriminación.

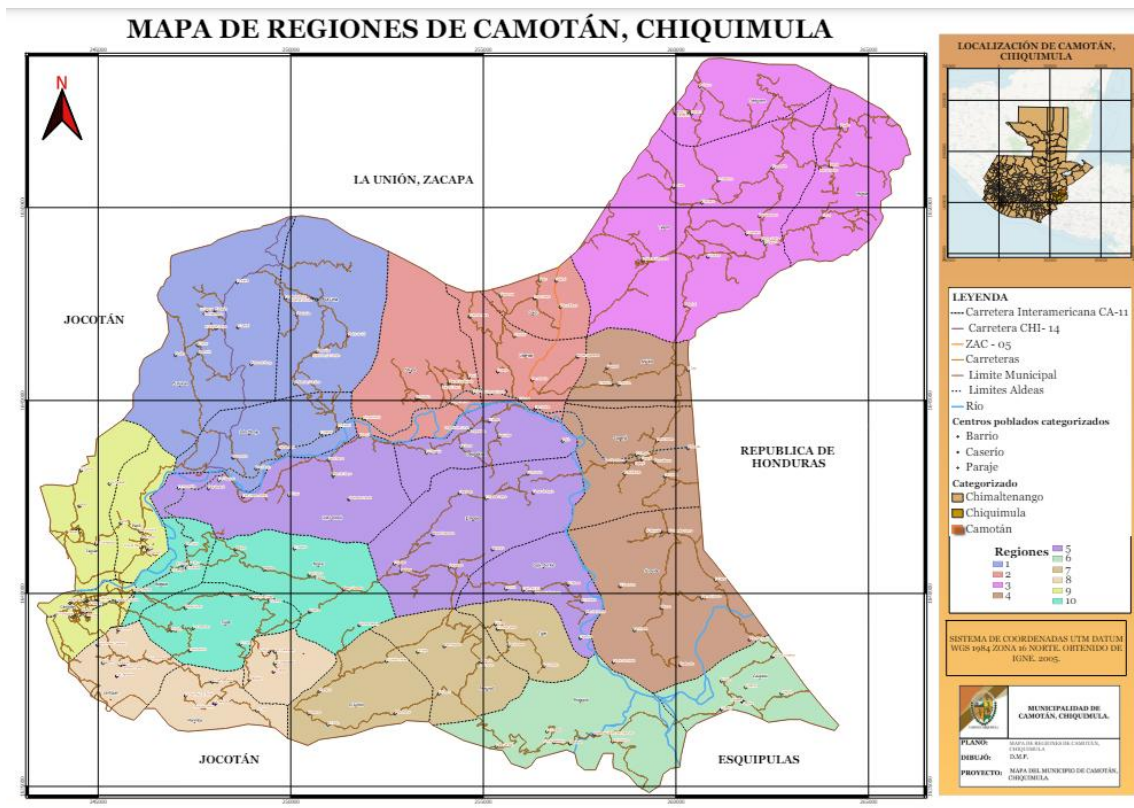
Como parte de las acciones puntuales del proyecto, se realizó un estudio para evaluar la calidad del agua en siete comunidades ubicadas en la cuenca del Río Jupilingo, municipio de Camotán, departamento de Chiquimula, mediante el análisis de parámetros físicos, químicos, bacteriológicos y de tres metales pesados (Arsénico, Plomo, Cromo) en el agua utilizada para consumo, esto con el fin de determinar su impacto en la salud y establecer la correlación entre la calidad del recurso hídrico y la prevalencia de enfermedades en la población.

2. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN

2.1 Ubicación

El municipio de Camotán está ubicado en la región oriental de la República de Guatemala, es uno de los municipios que integran la región Chortí y pertenecen al departamento de Chiquimula, ubicado en las coordenadas geográficas latitud norte 14°49´13" longitud oeste 89°22´24", con una elevación que oscila entre 457 a 1,600 msnm, con relación al punto geodésico que se encuentra inserto en el parque de la cabecera municipal. Dista a 31 kilómetros de la cabecera departamental de Chiquimula y a 206 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala, utilizando como vía la carretera del atlántico (Municipalidad de Camotán, GT. 2011).

Figura 1. Mapa de municipio de Camotán y sus comunidades



2.2 Distribución geográfica del municipio

La municipalidad de Camotán amparada en el artículo 22 del decreto legislativo 12-2002 divide administrativamente al municipio en 10 Muni regiones o microrregiones las cuales están conformadas por comunidades y sus respectivos caseríos.

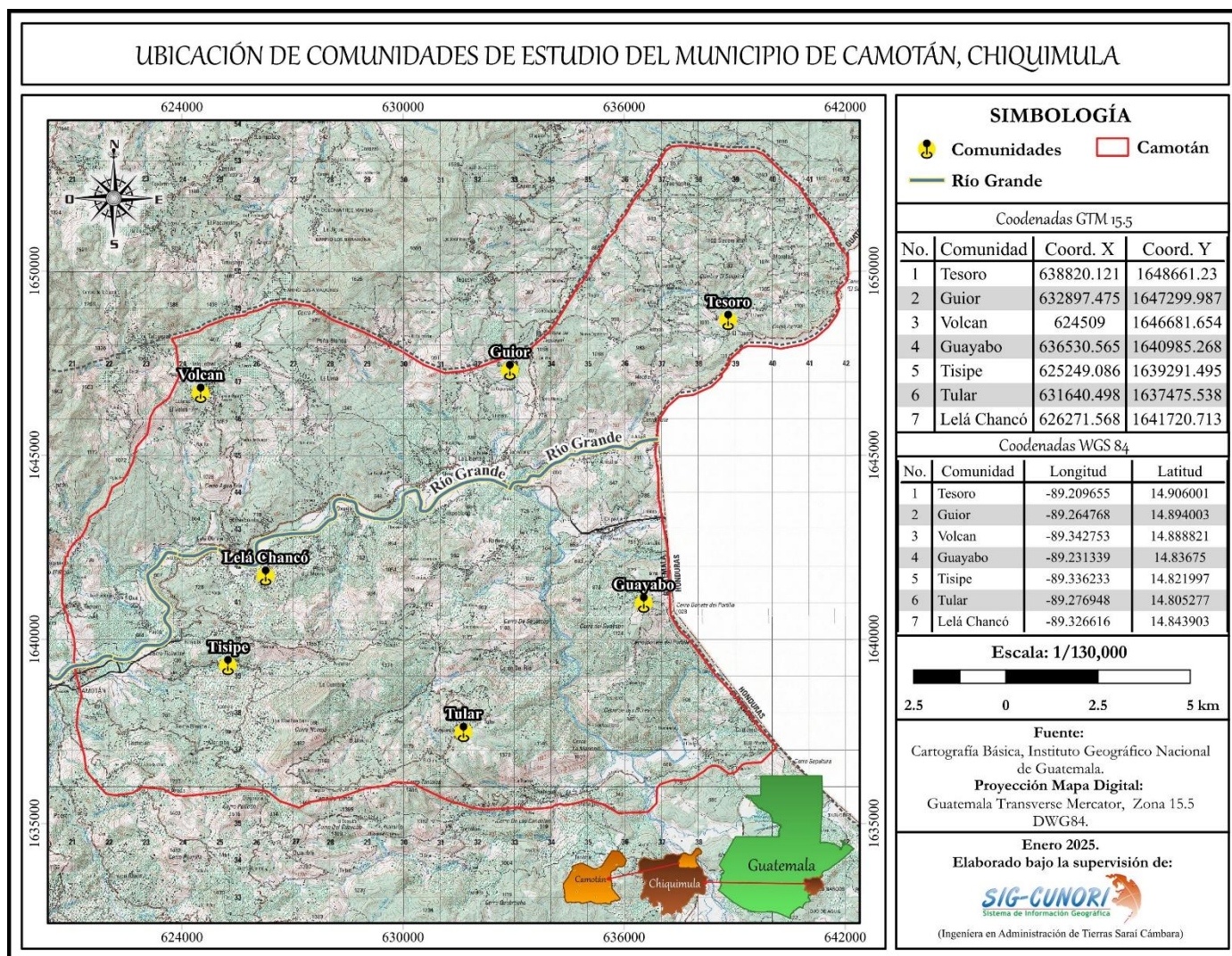
En el siguiente cuadro se presenta la división administrativa del municipio.

MUNICIPIO DE CAMOTÁN		
REGION	COMUNIDAD	CASERIO
1	EL Volcán	El Centro, los Hermanos, la sierra, La Laguna, El Cedral, Piedra de Fuego, Agua Fria, El Limar, Pinalito
	La Lima	El Plan, Chatuncito, Los Nacimientos, Roblarcito
	Lelá Obraje	El Mineral, El Descombro, Ojo de Agua, Los Gutierrez
2	Shupá	Zarzal, Plan de la Escuela, Plan Murul, La Rebalza
	La Libertad	Centro, San Antonio, El Cruce, El Roblar, Toma de Agua
	Guior	El Centro, Tierra Blanca, Calichal, Caparrosa
3	Tesoro	El Centro, Nueva Esperanza, Matochal, El Roblon, El Porvenir, Sesmilito, Tizamarte Centro, Ceiba Tizamarte, Los Guzmanes, La Reforma
	Morola	EL Zarzal, El Centro, Comunidad Indigena, Pinalito
	Tachoche	Sector I, II, III y Sector IV
4	Anicillo	Centro, Guapinol, El Jute
	Guayabo	El Centro, La Loma, Filincas, El Escuelero, Las Flores, Comunidad Indigena, El Quebranchito, Plan de Jocote
	Caparja	El centro, Carrizalito, Paraje los Manchamé, Roblarcito, Barrio Nuevo, Templo, Florido, Tierra Blanca
5	Cajón del Río	Centro, Palmar, La Cruz, Plan del Bordo, Cajoncito, Miradero
	Lelá Chancó	Ushurjá, Plan del Morro, Quebrada Grande, El Limar, Palo Verde I, Palo Verde II
	Despoblado	Centro, La Quesera, El Bordo, Tajún
	Rodeo	El Centro, El Cementerio, Chantiago, Nueva Esperanza, Pashapa, Socotoco, Portezuelo
6	Caulotes	Frontera, Clavelito, Centro, Barrial, Chapulin, El Valle
	Shalaguá	San Francisco, Plan, La Travesia, Loma de Paja
7	EL Limón	Peña Blanca, Limoncito, Changuis, Timoté
	Muyurcó	Las Cruces, El Chorro, La Joya, El Plan
	El Tular	El Centro, San Lorenzo, Tinajas
8	Lantiquin	Cementerio, El Centro, El Chorro, El Campo, Barrio Nuevo
	Marimba	El Centro, Ojo de Agua El Roble, El Plan, El Chillo
	Dos Quebradas	El Centro, Chaguitón
9	Pajcó	El Porvenir, Cruz de Mayo, San Pedro, Barrio Nuevo, Ushá
	Tapuán	Centro, El Espinal, Los Hernandez
	Camotán	El Tempisque, Cementerio, Parroquia, Shalom, Bo. Guillermo Guerra, Barrera, Calvario, Las Brisas, Agua Caliente
10	Tisipe	Centro, Tierra Blanca, Cañón, Talco
	Nearar	Pitahaya, El Rosario, La Brea, Petentá, Las Cruces, La Cumbre, Nenojá
	Brasilar	

2.3 Descripción del área de estudio

El área de estudio está comprendida por 7 comunidades del municipio de Camotán, siendo las siguientes: El Volcán, Lelá Chancó, Tisipe, Guior, Tular, Guayabo y Tesoro.¹

Figura 2. Mapa de ubicación de las comunidades en estudio del municipio de Camotán.



¹ En la página 16 se describe cuáles fueron los criterios de selección de las comunidades

3. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL MUNICIPIO DE CAMOTÁN

3.1 Zonas de Vida

Como se observa en la figura 3, las zonas de vida del municipio de Camotán, son: Bosque húmedo premontano tropical, bosque seco premontano tropical y bosque seco tropical.

Bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT).

Los bosques húmedo premontano tropical se encuentra presente en los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Totonicapán, Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Baja Verapaz y Santa Rosa; así como en la zona oriental del país: Jalapa, Jutiapa, Chiquimula, El Progreso y Zacapa y en las zonas montañosas del suroriente de Izabal y Petén. Tiene una extensión territorial de 1.593.266 hectáreas, equivalentes al 14,72% del territorio nacional. Se encuentra a una altitud promedio de 1,078 msnm, con su punto más bajo en 126 m y el más alto en 2,209 m.²

El 31.31% del área que ocupa esta zona está cubierta por matorrales y arbustos, el 24.28% por bosques, el 15.53% por pastizales, el 12.14% por cultivo de café y el 11.18% por agricultura anual. El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra (larna, Universidad Rafael Landívar).

Bosque seco premontano tropical (bs-PMT)

Esta zona de vida se caracteriza por presentar una relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial con valor de 1.4, lo que significa que de cada milímetro de lluvia que allí ocurre se evapotranspiran 1.17 mm, haciendo que en toda la zona se presente un significativo déficit de agua (larna, Universidad Rafael Landívar).

El 50.46% del área que ocupa esta zona está cubierta por matorrales y arbustos, el 27.31% por granos básicos, el 10.13% por ganadería y el 8.78% por bosque. El café tan solo cubre el 0.5% de la zona y el azúcar solo llega a cubrir el 0.11% . El resto del territorio se encuentra destinado a otros usos de la tierra.

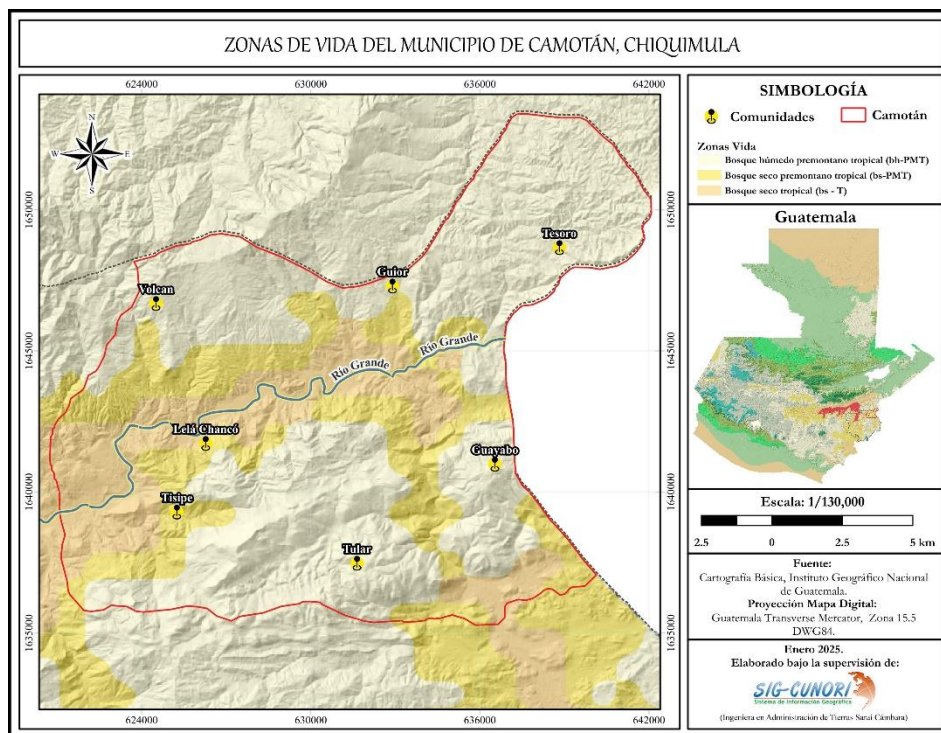
Bosque seco tropical (bs-T)

Para esta zona de vida se registran precipitaciones pluviales anuales comprendidas entre 705 y 1.863 mm, con un valor promedio de 1.407 mm. Los valores de temperatura mínima y máxima promedio anual se encuentran comprendidos entre los 24 y los 28.3 °C, siendo el valor promedio para toda la zona de 25.7 °C.

La relación que se establece entre la evapotranspiración potencial y la precipitación pluvial promedio es de 1.08, lo que significa que por cada milímetro de lluvia que ocurre en el territorio, se evapotranspiran 1.08 mm, provocando que en el sistema ecológico prevalezcan significativas condiciones de déficit de agua.

² <http://www.infoiarna.org.gt/ecosistemas-de-guatemala/fichas-zonas-de-vida/bh-pmt/>

Fig. 3 Mapa de las zonas de vida del municipio de Camotán, Chiquimula.



3.2 características fisiográficas del municipio de Camotán

El municipio de Camotán muestra dos tipos de territorios que presentan diferencias en su origen geológico, Tierras altas volcánicas y tierras altas cristalinas. A continuación, se describe cada uno:

a) Tierras altas Volcánicas

Lo que se denomina Tierras Altas Volcánicas, comprende principalmente lo que se conoce como altiplano, el cual toma en cuenta tanto la porción occidental y central, así como la que se localiza al oriente guatemalteco.

Desde el punto de vista geológico, comprende especialmente el terciario volcánico, en donde se incluye Rocas Volcánicas sin dividir y en algunos casos depósitos volcánicos del cuaternario. Se ha involucrado en esta región, algunas tierras sobre materiales Intrusivos, principalmente granitos y dioritas, que se encuentran principalmente al norte de San Marcos, al Norte de Totonicapán y en las proximidades del cauce del río motagua en la parte nororiental del país³.

la mayor parte de las tierras Altas volcánicas están cubiertas con bosques, cultivos de subsistencia y cultivo de café.

³https://www.inab.gob.gt/images/centro_descargas/manuales/Clasificaci%C3%B3n%20de%20tierras%20por%20capacidad%20de%20uso.pdf.

b) Tierras altas cristalinas

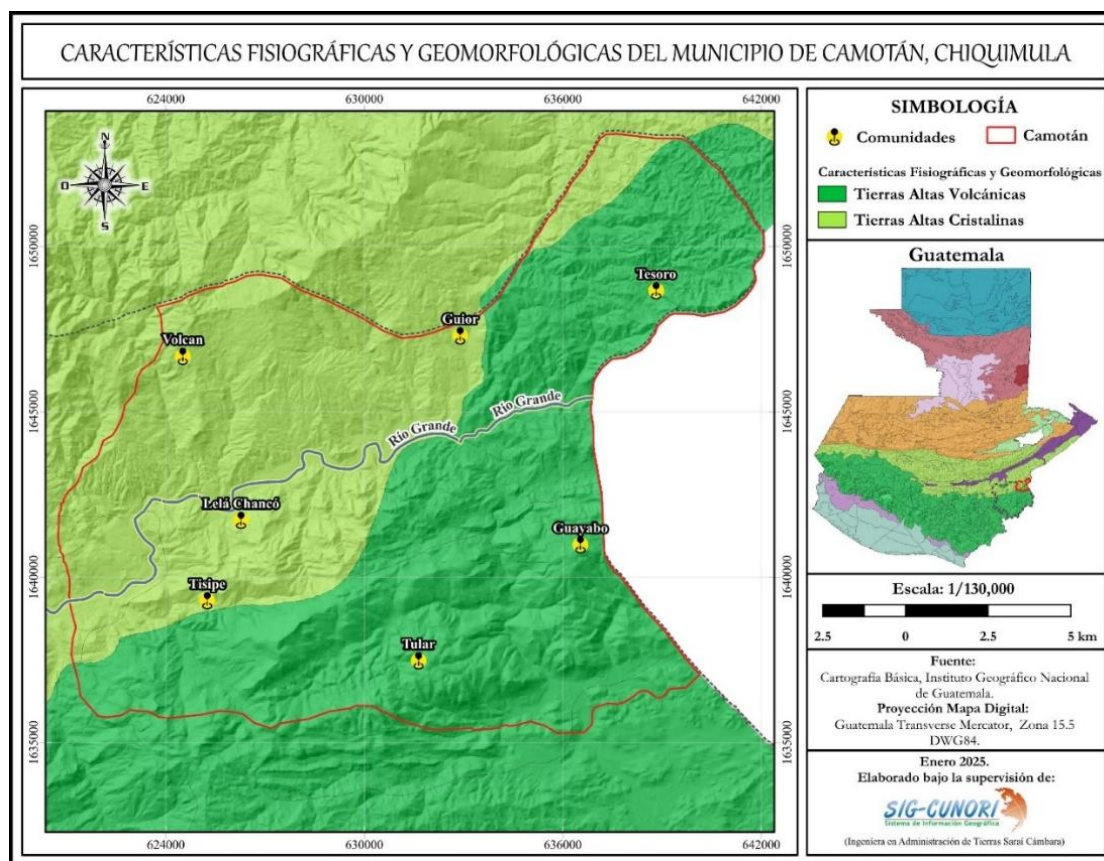
Estas tierras están formadas por rocas ígneas y metamórficas muy antiguas que han sido expuestas a procesos de meteorización y erosión durante millones de años.

El material geológico de esta zona lo constituye principalmente rocas metamórficas y plutónicas, que incluyen esquistos, gneissos, marmoles, serpentinas y granitos. Hacia el norte disminuye la existencia de rocas metamórficas, a medida que las rocas cristalinas pasan gradualmente hacia la faja de sedimentos plegados. Las Tierras Altas Cristalinas forman parte de los sistemas de cordilleras, que se desarrollan desde Chiapas en México, hasta las islas del Golfo de Honduras⁴.

Este tipo de formación es más antigua que las tierras volcánicas, los suelos suelen ser menos profundos y fértiles debido a la menor cantidad de materia orgánica y nutrientes esenciales.

En esta área Predominan matorrales o bosques secos, debido a la menor capacidad de retención de agua y climas más áridos.

Fig. 4 características fisiográficas y geomorfológicas del municipio de Camotán



⁴ https://ideg.segeplan.gob.gt/tablas/tablas_municipal/pdfs/12_Tablas_SanMarcos/tabla_43_12.pdf.

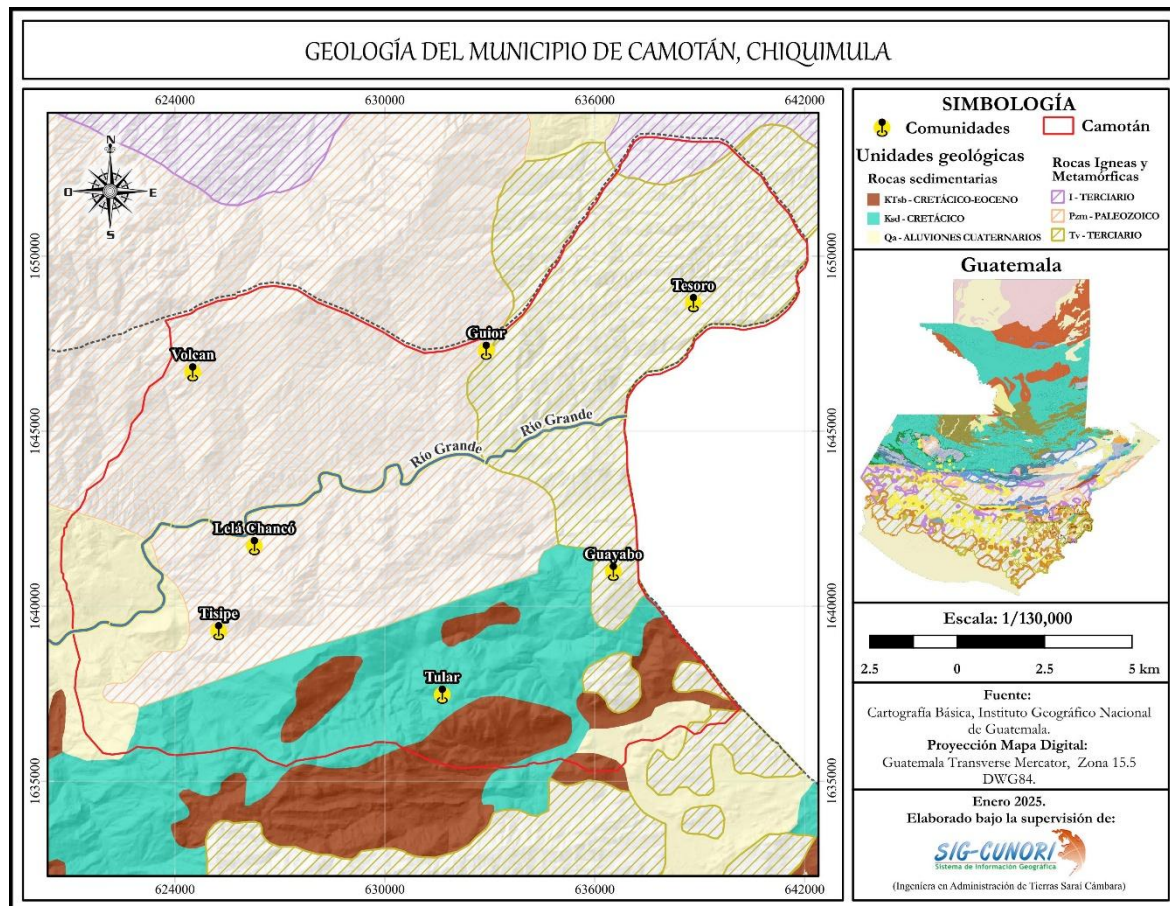
3.3 Unidades geológicas del municipio de Camotán

Las unidades geológicas son cuerpos de rocas que se distinguen por sus características litológicas y posición estratigráfica. Pueden ser de rocas sedimentarias, ígneas o metamórficas, o una combinación de ellas.

En el municipio de Camotán se identifican entre las rocas sedimentarias:

- a) Cretácico eoceno, cretácico y aluviones cuaternarios
- b) Terciario, Paleozoico, Tv Terciario

Figura 5. Mapa con las características geológicas del municipio de Camotán



3.4 Minerales y Metales Potencialmente Presentes en la Región

Aunque no existe un estudio específico sobre elementos presentes en el suelo en el municipio de Camotán. Guatemala y el municipio de Camotán ubicado dentro de la región del Corredor Seco Centroamericano históricamente han sido afectados por actividad volcánica a lo largo de su historia geológica.

La toba volcánica es una roca ígnea que se forma a partir de la acumulación de cenizas y otros elementos volcánicos. Se trata de una roca porosa y ligera, que se encuentra en zonas con presencia de volcanes.

Elementos que pueden encontrarse en las tobas volcánicas:

- a) Arsénico (As): Puede estar presente debido a la interacción de los fluidos magmáticos con el entorno.
- b) Plomo (Pb): Relacionado con la cristalización de ciertos minerales durante la actividad volcánica.
- c) Mercurio (Hg): Aunque más raro, puede incorporarse en algunos minerales volcánicos.
- d) Cobre (Cu): Se encuentra en minerales como la bornita y la calcopirita presentes en algunos tipos de tobas.
- e) Níquel (Ni): Presente en algunos minerales como la olivina
- f) Cromo (Cr): Puede estar asociado con minerales como la cromita en tobas volcánicas específicas.
- g) Zinc (Zn): También puede encontrarse en minerales secundarios.
- h) Cadmio (Cd): Relacionado con ciertos procesos magmáticos y minerales formados en erupciones.
- i) Manganeso (Mn): Puede formar minerales secundarios en las tobas volcánicas.

Cómo se liberan estos elementos:

Alteración: Las tobas volcánicas son propensas a procesos de meteorización física y química que pueden liberar estos elementos al agua.

Interacción con el agua: El agua puede interactuar con los minerales volcánicos y ayudar a la liberación o disolución de estos elementos, lo que lleva a su presencia en el agua subterránea.

Por lo tanto, es correcto asumir que estos elementos pueden encontrarse en las tobas volcánicas, dependiendo de su composición mineralógica y los procesos geológicos asociados.

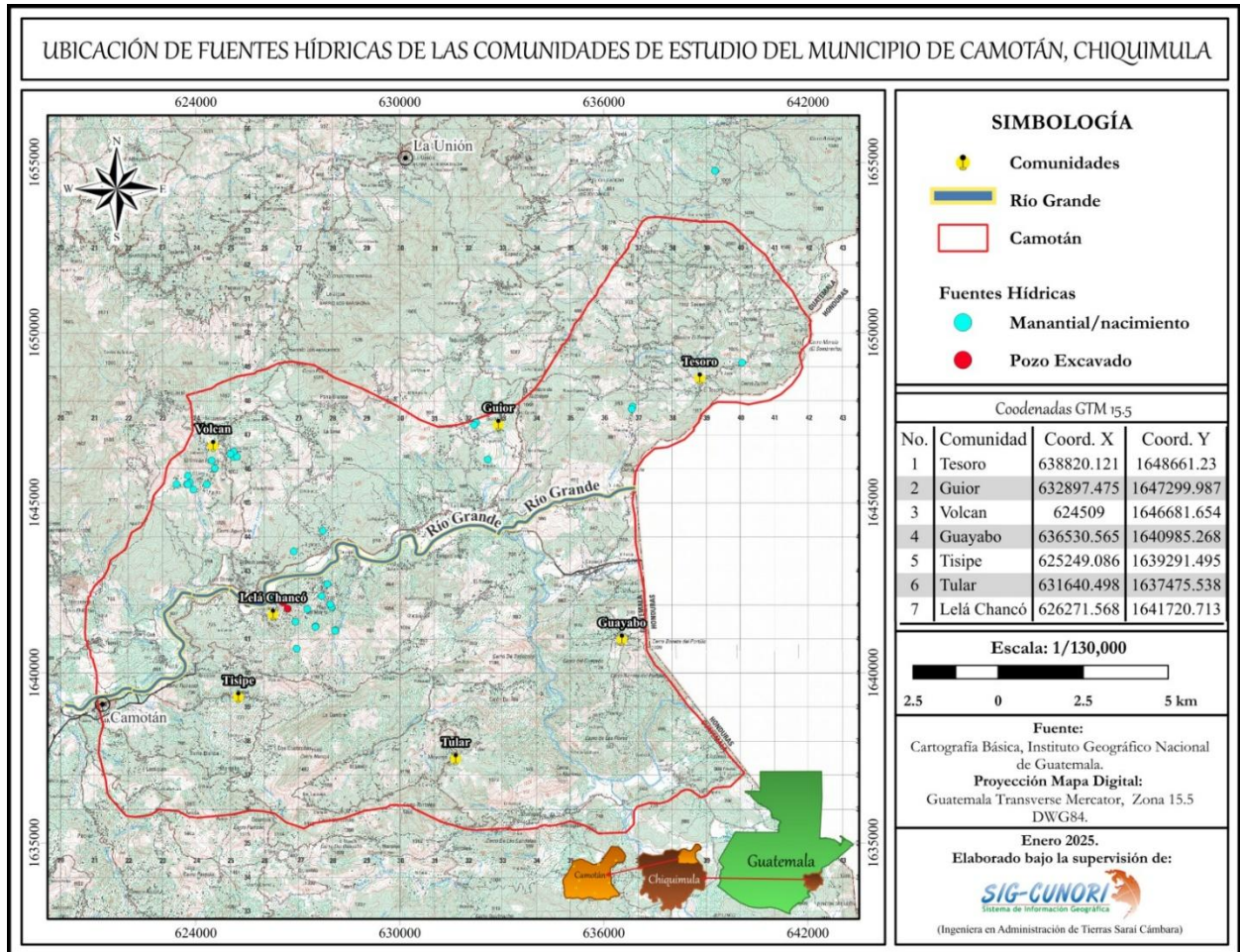
4. POTENCIAL HIDRICO DE LAS COMUNIDADES EN ESTUDIO

De acuerdo con la municipalidad de Camotán, con datos obtenidos por la mancomunidad copan chor ‘ti, se tienen identificadas 197 fuentes hídricas en todo el municipio, según el tipo de fuente se reportan 193 nacimientos y 4 pozos excavados.

Para las comunidades en estudio se presenta el siguiente cuadro y mapa de ubicación de las fuentes (Las comunidades de Tisipe, El Guayabo y Tular no reportan datos)

Comunidad	Coordenadas		Tipo de fuente	Nombre de la fuente
Pinalito el Volcan	-89.35282	14.87867	Manantial/nacimiento	El Amate
Pinalito el Volcan	-89.34819	14.87717	Manantial/nacimiento	Agua Fria (Quebrada)
Limar el Volcan	-89.34452	14.87852	Manantial/nacimiento	El mangal
Cedral el Volcan	-89.3371	14.88578	Manantial/nacimiento	Cedral (Quebrada)
El Cedral Volcan	-89.33625	14.88585	Manantial/nacimiento	Caparrosa (Quebrada)
El Volcan	-89.34998	14.87862	Manantial/nacimiento	El Cancolumcal
El Volcan	-89.34915	14.87901	Manantial/nacimiento	Quebrada Agua Fria
El Volcan	-89.34977	14.87857	Manantial/nacimiento	El Cancolumcal
El Volcan	-89.34970	14.88089	Manantial/nacimiento	Liquidambo
El Volcan Centro	-89.34316	14.88488	Manantial/nacimiento	El Sunso (Quebrada)
El Volcan Centro	-89.34235	14.88283	Manantial/nacimiento	El Jutal (Quebrada)
Cedral Volcan	-089.33775	14.88691	Manantial/nacimiento	Los Encuentros 2
El Cedral Volcan	-089.33716	14.88723	Manantial/nacimiento	Los Encuentros
El Cedral Volcan	-89.33807	14.88661	Manantial/nacimiento	no tiene nombre
Guior	-89.26774	14.88475	Manantial/nacimiento	Shupa
Guior	-89.27079	14.89458	Manantial/nacimiento	Sanjon Caparrosa Guior
Guior	-89.27145	14.89398	Manantial/nacimiento	Quebrada Caparrosa Guior
Tesoro	-089.19806	14.91011	Manantial/nacimiento	Quebrada la Manzana
Tesoro	-89.20519	14.9611	Manantial/nacimiento	Quebrada de la linea
El Matochal Tesoro	-89.22808	14.89860	Manantial/nacimiento	No tiene nombre
Matochal Tesoro	-89.22834	14.89794	Manantial/nacimiento	El Malanganal
Plan del Morro Lela Chanco	-89.30972	14.83951	Manantial/nacimiento	Quebrada Grande
Plan del Morro Lela Chanco	-89.31330	14.84871	Manantial/nacimiento	El Guapinolar
Plan Del Morro Lela Chanco	-89.31178	14.85190	Manantial/nacimiento	El Salitre
Plan del Morro Lela Chanco	-89.31062	14.84578	Manantial/nacimiento	El Jute1
Plan del Morro Lela Chanco	-89.31101	14.84655	Manantial/nacimiento	El Tular
Mineral Lela Chanco	-89.32084	14.86065	Manantial/nacimiento	Barrial
Plan del Morro Lela Chanco	-89.30956	14.83969	Manantial/nacimiento	El Sunso
Ojo de Agua Lela Chanco	-8.932731	14.85617	Manantial/nacimiento	Ojo De Agua Centro
Mineral LelaChanco	-89.31287	14.86604	Manantial/nacimiento	Quebrada Grande
El mineral Lela Chanco	-89.31354	14.86659	Manantial/nacimiento	Los Mangos
Caserio el Limar Lela Chanco	-89.31725	14.84527	Manantial/nacimiento	El Mangal
Caserio Limar Lela Chanco	-89.3202	14.83479	Manantial/nacimiento	Chanco
Caserio el _Limar Lela Chanco	-89.32052	14.84196	Manantial/nacimiento	Angurria
Caserio Limar Lela Chanco	-89.32256	14.84538	Pozo Excavado	La Ceiba
Caserio el Limar Lela Chanco	-89.32265	14.84544	Pozo Excavado	La Mora
Caserio el Limar Lela Chanco	-89.32388	14.84704	Pozo Excavado	El Amate
Plan del Morro Lela chanco	-89.31500	14.84072	Manantial/nacimiento	El Comedero
Plan del Morro Lela Chanco	-89.31330	14.84871	Manantial/nacimiento	El Guapinolar
Limar Lela Chanco	-89.32684	14.84765	Manantial/nacimiento	El Mangal Cruce Lela Chanco
Plan Del Morro Lela Chanco	-89.30971	14.83951	Manantial/nacimiento	El Salton
Plan Del Morro Lela Chanco	-89.31504	14.84054	Manantial/nacimiento	El Amate

Figura 6. Ubicación de los nacimientos de las fuentes de agua en estudio, municipio de Camotán



5. AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El agua para consumo humano ha sido definida en las Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS), como aquella “adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal”. En esta definición está implícito que el uso del agua no debería presentar riesgo de enfermedades a los consumidores. El reconocimiento del agua como vehículo de dispersión de enfermedades data de hace mucho tiempo.

La Organización Mundial de la Salud indica, que las enfermedades prevalentes en los países en desarrollo, donde el abastecimiento de agua y el saneamiento son deficientes, son causadas por bacterias, virus, protozoarios y helmintos. Esos organismos causan enfermedades que van desde ligeras gastroenteritis hasta enfermedades graves y fatales de carácter epidémico. No obstante, la calidad del agua no es suficiente para asegurar beneficios a la salud humana; es necesario que adicionalmente se satisfagan tres aspectos: cantidad, continuidad y costo razonable.

Al margen de las responsabilidades del abastecedor, los consumidores deben tener conocimientos sobre el uso apropiado del agua, de la adecuada nutrición e higiene de los alimentos, así como de la correcta disposición de excrementos. Precisamente, los mensajes dirigidos a mejorar los hábitos y costumbres relacionados con el buen uso del agua deben realizarse a través de programas educativos y en forma complementaria a las actividades propias del abastecedor para evitar la impresión de que la calidad del agua por sí sola, previene las enfermedades⁵.

El agua de calidad apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución puede deteriorarse antes de llegar al consumidor. En el sistema de distribución, la contaminación del agua puede ocurrir por conexiones cruzadas; retrosifonaje; tuberías rotas; grifos contra incendio, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos; y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones hechas con pocas medidas de seguridad.

5.1 Efectos sobre la salud causados por agentes patógenos en el agua

En la mayoría de los países, los principales riesgos asociados al consumo de agua contaminada están relacionados con los microorganismos. Como se indica en el capítulo 18 de la “Agenda 21” de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo “aproximadamente, un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en desarrollo tienen por causa el consumo de agua contaminada y en promedio, hasta una décima parte del tiempo productivo de cada persona se dedica a las enfermedades relacionadas con el agua”.

El riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua aumenta con el grado de presencia de microorganismos patógenos. Sin embargo, la relación no necesariamente es simple y depende de otros factores tales como la dosis infecciosa y la susceptibilidad del huésped.

El agua para consumo humano es solo uno de los vehículos de transmisión de enfermedades. A causa de la multiplicidad de las vías de transmisión, no solo el mejoramiento de la calidad y la disponibilidad de agua, sino también la disposición sanitaria de excretas y la aplicación de adecuadas reglas de higiene, son factores importantes en la reducción de la morbilidad y la mortalidad causada por diarreas.

En la lista de agentes transmitidos por el agua que constituyen un problema mundial y que pueden producir efectos adversos a la salud se encuentran los microorganismos, sustancias químicas y radionúclidos. Entre los agentes microbiológicos están las bacterias, como el *Vibrio cholerae*, *Salmonella* y *Shigella*; los virus, como el de la hepatitis A y E; y los protozoos como la *Giardia* y el *Cryptosporidium*. Entre los agentes químicos están los componentes inorgánicos, como nitratos, flúor y arsénico; metales pesados como el plomo, cadmio y mercurio; y los componentes orgánicos como las sustancias de uso industrial, los agrotóxicos y los productos secundarios de la desinfección.

⁵ Dirección de Ingeniería Sanitaria. Secretaría de Salubridad y Asistencia. (S.S.A.) (1990). Manual de Saneamiento, Vivienda, Agua y Desechos, México, D. F.: Editorial Limusa.

5.2 El agua y elementos que pueden ser perjudiciales a la salud humana

la contaminación del agua por metales pesados ocasionada por vía antrópica y natural está afectando drásticamente la seguridad alimentaria en países industrializados. Un caso relevante ocurrió en Japón en la década de los cincuenta, en donde la población ubicada en las riberas del río Jintsu, aguas abajo de una zona minera de zinc (Zn), plomo (Pb) y cobre (Cu), se vio afectada por el consumo de arroz proveniente de cultivos contaminados con cadmio (Cd) procedente de los vertimientos de las minas. Esta ingesta produjo una enfermedad conocida como Itai-Itai o osteoartritis la cual afecta principalmente el tejido óseo (Sánchez et. al., 2010).

De otra parte, en la población infantil de Torreón, Coahuila ubicada en Norte-centro de México se han reportado casos por envenenamiento principalmente por plomo (Pb) proveniente de actividades industriales que incorporan este metal a la cadena alimenticia y al agua.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y algunas autoridades ambientales, han establecido niveles de riesgo en función de la concentración de metales en aguas de consumo humano y alimentos. Los mapas realizados en algunas regiones del mundo muestran un importante incremento en la concentración por encima de los límites establecidos, que las clasifica como de alto riesgo (Arnous O.M. et al. 2015; Yuang G.L. et.al, 2014). Así, para el caso del arsénico, la población en riesgo de exposición supera los 150 millones, esto obliga a fortalecer los programas de saneamiento apoyados en tecnologías emergentes como la bio y nanotecnología para el desarrollo de procesos y estrategias experimentales en tareas de detección, cuantificación y remediación.⁶

6. METODOLOGIA PARA EL ESTUDIO

6.1 Recopilación de información bibliográfica de las características demográficas de personas con discapacidad

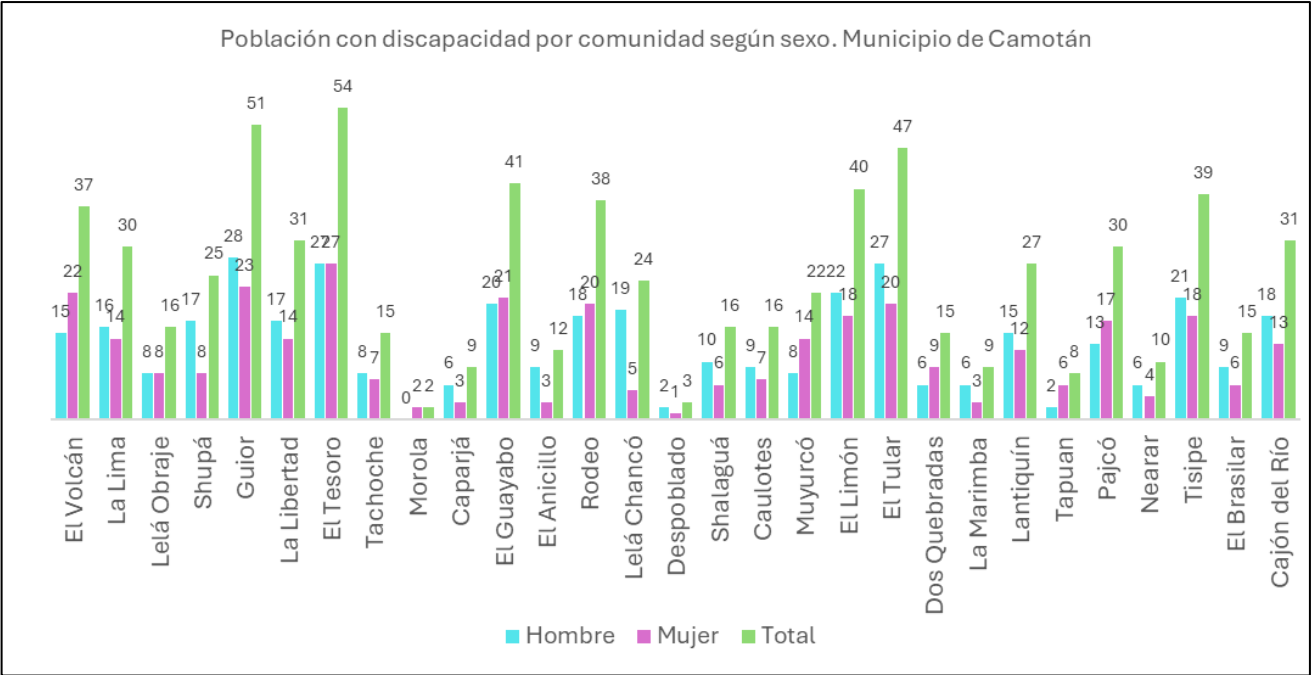
Se visitó la oficina municipal de discapacidad en el municipio de Camotán y se pidió información de las características demográficas de personas con discapacidad.

La Municipalidad de Camotán con el apoyo del Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA), el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos (OACNUDH), la Asociación Rompiendo Límites y el Consejo Nacional para la Atención de las Personas con Discapacidad (CONADI). Realizaron durante el mes de junio del 2024 la primera fase del registro de personas con discapacidad del municipio.

El registro incluye 382 hombres con discapacidad (54% del total registrado) y 331 mujeres (que equivale al 46%) de las 29 comunidades en las que se levantó información, distribuidas, como se aprecia en la siguiente gráfica:

⁶ Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. Revista Ingeniería Investigación y Desarrollo, 16 (2), pp. 66-77

Figura 7. Características demográficas de las personas con discapacidad en el municipio de Camotán, según el último registro municipal de personas con discapacidad.



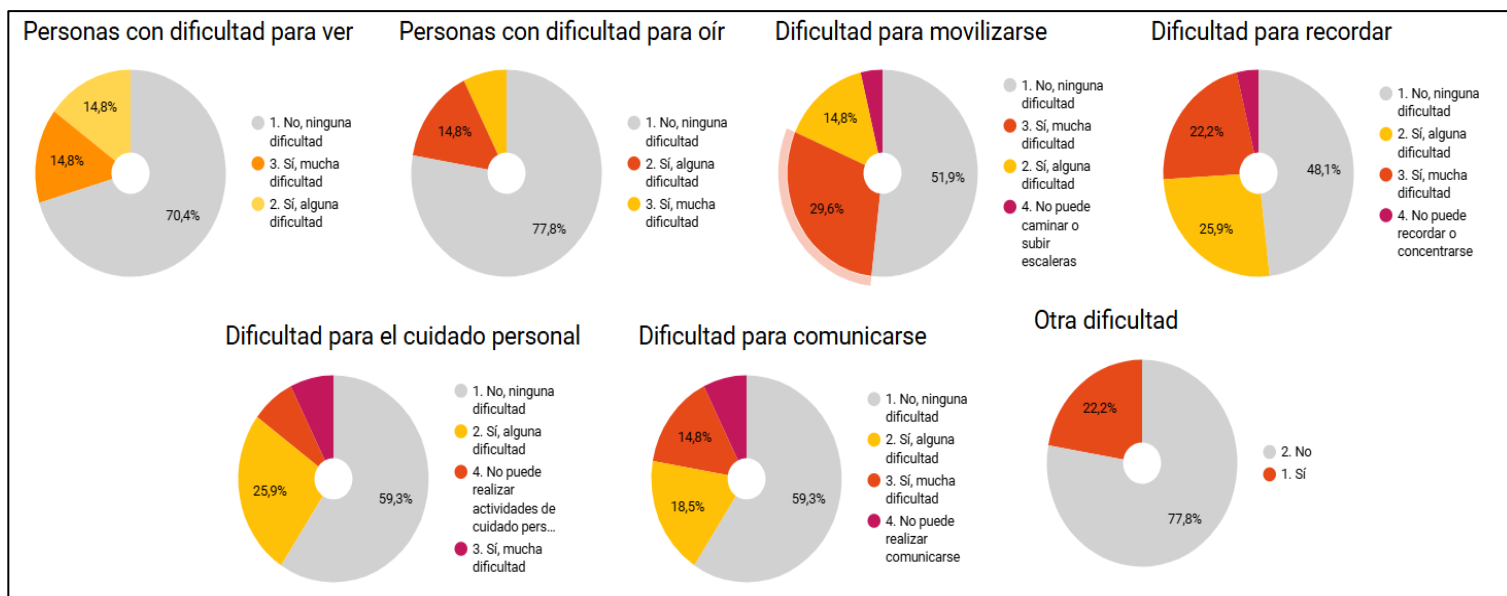
Fuente: Municipalidad de Camotán, unidad de discapacidad 2024.

De acuerdo con la anterior grafica las comunidades se seleccionaron bajo los siguientes criterios: a) mayor número de personas con discapacidad, b) que formaran parte de la cuenta del rio Jupilingo.

las comunidades que se seleccionaron para el estudio fueron las siguientes: El volcán (37 casos), Guior (51 casos), Tesoro (54 casos), El Guayabo (41 casos), Lelá Chancó (24 casos), El Tular (47Casos), Tisipe (39 casos).

De acuerdo con el informe del registro municipal de personas con discapacidad en el municipio de Camotán (2024), en cuanto al tipo de dificultad que presentan las personas registradas, predomina la dificultad para caminar o subir escaleras, reportada por 328 personas, lo que equivale al 46.0% del total. Le sigue la dificultad para comunicarse, que afecta a 318 personas, o el 44.6%. Un 43.5% enfrenta problemas para recordar o concentrarse, equivalente a 310 personas, mientras que 286 personas, es decir, el 40.1%, tienen dificultades para ver, incluso con el uso de lentes. La dificultad para oír, a pesar del uso de aparatos auditivos, afecta al 35.1%, que corresponde a 250 personas, y el 33.4% presenta dificultades en el cuidado personal o para vestirse, lo que representa a 238 personas. Estos porcentajes subrayan las áreas clave donde se requieren intervenciones específicas y adaptaciones para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad y garantizar su plena inclusión en la comunidad.

A continuación, se presentan varias imágenes de gráficas, las cuales corresponden al registro municipal para personas con discapacidad



Fuente: Municipalidad de Camotán, unidad de discapacidad 2024.

6.2 Reunión con líderes representantes del comité de agua de las 7 comunidades en estudio:

Se convocó a los representantes de los comités de agua de las comunidades en estudio con el objetivo de informar sobre el estudio a realizar y la importancia de su participación en este proceso. A la reunión se presentaron representantes de las comunidades: El volcán, El Guayabo, Tisipe, Lelá Chancó, El Tular y Tesoro, los ausentes fueron los representantes de la comunidad de Guior.

Dentro de los datos que se concluyeron en la reunión se puede mencionar, que en su mayoría de las comunidades captan el agua de nacimientos que se encuentran ubicados en su territorio, a excepción de la comunidad el Tesoro y el Guayabo, que una de las fuentes que abastece, es de una comunidad del municipio La Unión del departamento de Zacapa. Todas las comunidades captan agua de tres a cuatro nacimientos para abastecer de agua a las familias de su comunidad. Todos indicaron que en época seca disminuye considerablemente el caudal del agua y que las personas en esa época acostumbran a buscar fuentes de agua más cercanas para la recolección de agua para uso doméstico.

Se les consultó si conocían sobre la relación entre el agua y la presencia de algunas enfermedades y todos dijeron que sí. La enfermedad que mencionaron fueron las que afectan al sistema digestivo.

Algo interesante que mencionaron los líderes es que se realizan esfuerzos para el cloramiento de los sistemas de captación de agua de cada una de estas comunidades, pero que este proceso no se cumple correctamente. El representante de la comunidad El Tesoro menciona que ellos no cloran el agua porque no es de agrado a las familias.

Imagen 1. Reunión con representantes de comités de agua de las comunidades en estudio en el municipio de Camotán.



Fotografía tomada en COEN, municipalidad de Camotán 2024

6.3 Toma de muestras de agua

- La toma de muestras se realizó en los tanques de captación de cada una de las comunidades, se tomó la muestra de la conducción principal. La visita a cada una de las unidades de muestreo se hizo en compañía de líderes comunitarios.
- Se georreferenció los puntos de muestreo.
- Tomaron muestra para análisis físico químico y bacteriológico; y una muestra para análisis de metales pesados.
- Se utilizarán técnicas de captación, manejo y transporte de las muestras de acuerdo con las recomendaciones de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), por la Asociación de Salud Pública Americana y Asociación de trabajos del Agua de los Estados Unidos (APHA, 1985).
- Se diseño de boleta de campo para cada fuente de agua.

Fig. 8 Mapa de ubicación de las fuentes de agua muestreadas en el municipio de Camotán, 2024.

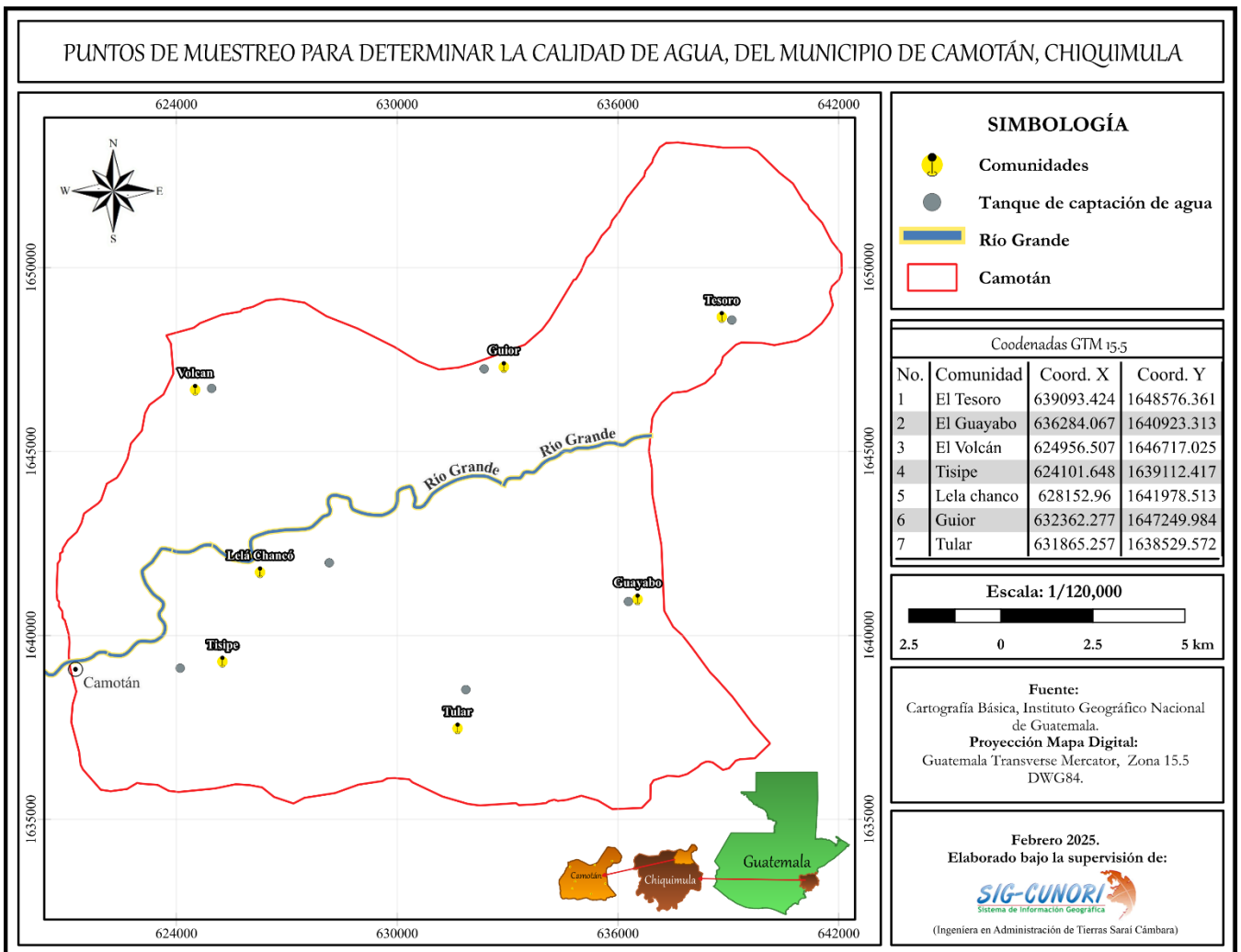


Imagen 2. Proceso de toma y traslado de muestras



6.4 Análisis de la calidad de agua e interpretación de la información

Para determinar la calidad de agua se analizaron los parámetros siguientes: conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, turbidez, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos, fosfatos, dureza total, pH, coliformes fecales. A si mismo se analizaron algunas sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud, como: Cromo, arsénico y Plomo.

Se utilizaron los métodos recomendados por “Estándar Methods of the examination of Water and Wastewater” (método estándares para examinar agua) y que son utilizados normalmente por los laboratorios de agua (APHA, 1985).

- a) Para el análisis de las muestras de agua, fue realizado en el laboratorio certificado de agua y suelo del Centro Universitario de Oriente CUNORI.
- b) Para la discusión de resultados se utilizó la normativa nacional vigente (norma COGUANOR NTG 29001).

6.5 Presentación de resultados de la calidad de agua

Para analizar la calidad de agua se destacarán los siguientes parámetros: pH, Conductividad, Sólidos disueltos totales, fosfatos, nitritos, sulfatos, dureza del agua, plomo, arsénico, cromo, coliformes totales y coliformes fecales.

Comunidad	Ph	Conductividad μS/cm	Sólidos Disueltos Totales mg/l	Fosfatos mg/l	Nitrato s mg/l	Nitritos mg/l	Sulfatos mg/l	Dureza mg/l	Plomo mg/l	Arsenico mg/l	Cromo mg/l	Coliformes totales	Coliformes fecales
El Tesoro	7.29	75.2	32.9	0.5	8.3	0.004	20.8	95.2	0.044	0.013	0.001	≥ 2400.00	≥ 2400.00
Guior	7.28	75.5	32.8	0.5	8.5	0.004	21.2	96.5	0.058	0.013	0.001	≥ 2400.00	≥ 2400.00
El Guayabo	6.89	104.6	46	0.06	4.9	0.003	40.5	45	0.038	0.023	0.001	≥ 2400.00	≥ 2400.00
El Tular	6.79	399	177.9	0.09	10.9	0.004	16.5	75	0.044	0.025	0.001	≥ 2400.00	≥ 2400.00
Lelá Chanco	6.99	319	141.9	0.05	6.2	0.004	50.1	90	0.029	0.022	0.001	≥ 2400.00	≥ 2400.00
El Volcan	7.55	36.5	15.9	0.07	7.8	0.003	45.3	45	0.018	0.033	0.001	≥ 2400.00	≥ 2400.00
Tisipe	7.06	362	162.3	0	8.1	0.003	30.5	45	0.038	0.023	0.001	≥ 2400.00	≥ 2400.00
Limites	6.5-8.5	750-1500	500-1000	0.01-1.00	50	3.0	100-250	100-500	0.010	0.010	0.050		

Potencial de Hidrógeno (ph)

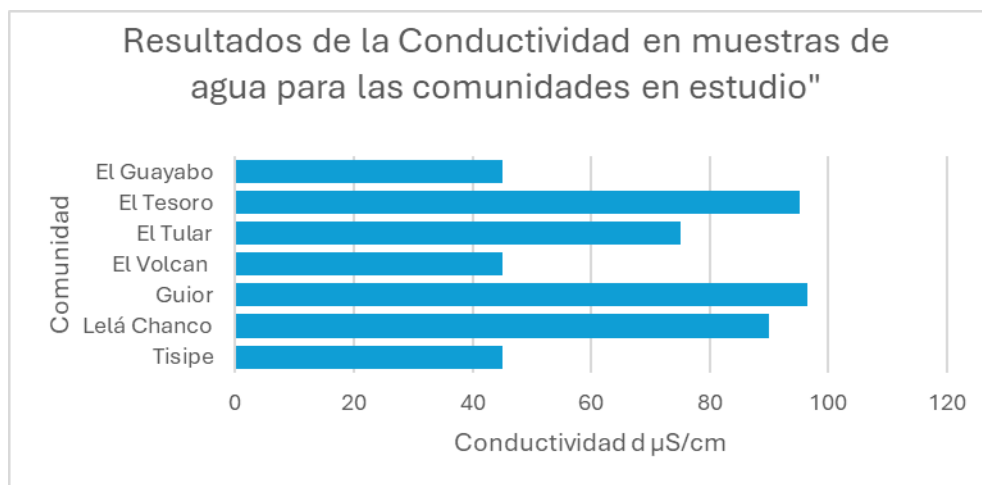
En la figura _ se observan los resultados de los valores para pH obtenidos en los puntos de muestreo de las fuentes de agua de las comunidades en estudio del municipio de Camotán.



De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar en la gráfica anterior, que los datos tienen una tendencia de valores neutros a pH ligeramente alcalinos, con mínimas variaciones entre ellos. Los pH oscilan entre valores establecidos para consumo humano.

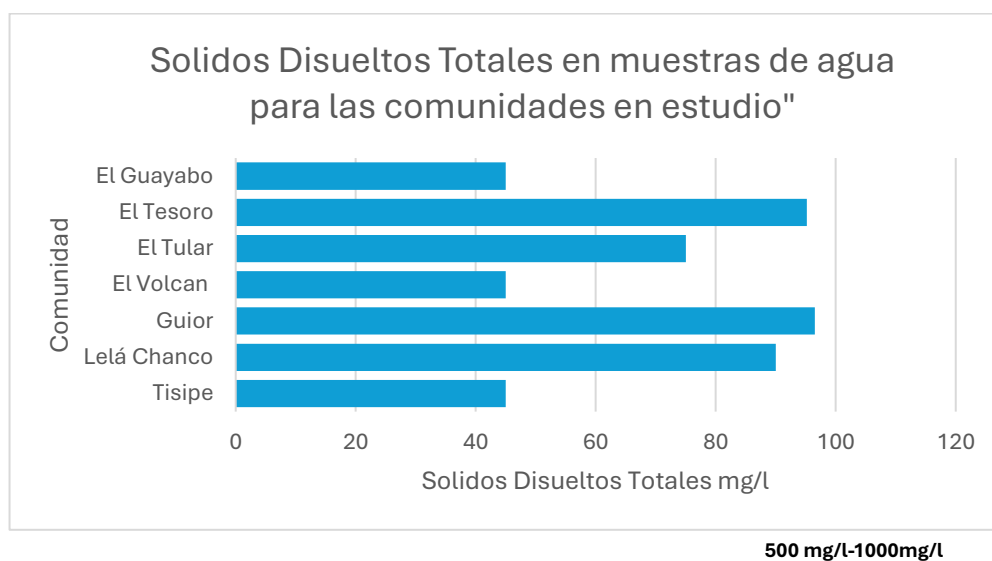
Conductividad eléctrica (C.E.)

El gráfico muestra los valores de conductividad eléctrica (CE) los cuales de acuerdo con la normativa se encuentra dentro de los límites permisibles para consumo humano. Los valores bajos pueden indicar poca concentración de sales disueltas.



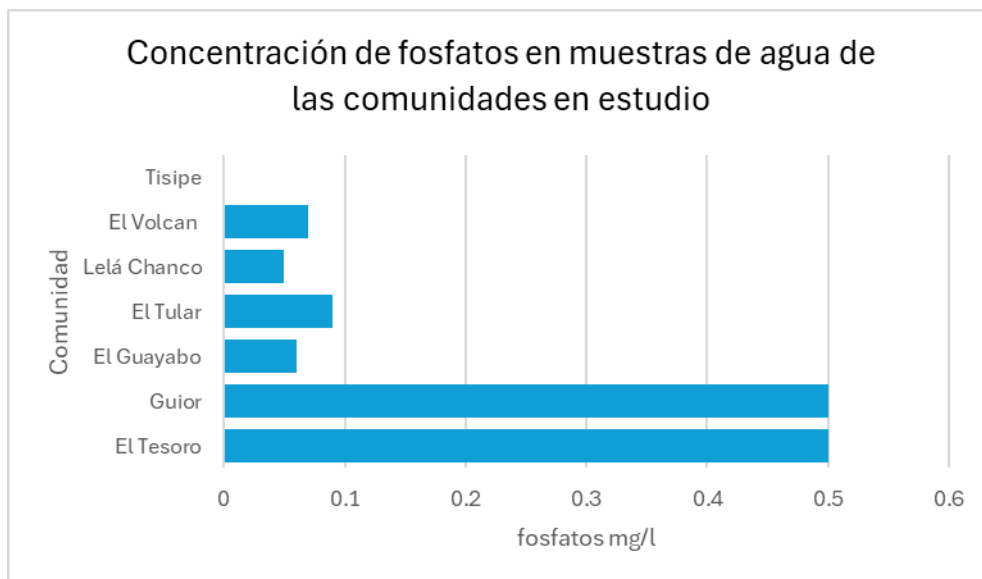
Solidos disueltos totales

En el grafico muestra los resultados para solidos disueltos totales, en donde se observa que ninguna de las muestras sobre pasa el límite máximo aceptable. De acuerdo con la OMS, los datos bajos de Solidos disueltos en el agua para consumo humano, no aporta suficientes minerales esenciales como calcio y magnesio, lo que puede contribuir a deficiencias nutricionales.



Fosfatos

Los fosfatos son compuestos químicos que contienen fósforo y se encuentran de manera natural en el agua, pero su concentración puede aumentar por actividades humanas como la agricultura, el uso de detergentes, el vertido de aguas residuales y procesos industriales. En la figura se observa que los valores de fosfatos son bajos, por lo que no presenta riesgo para la salud.



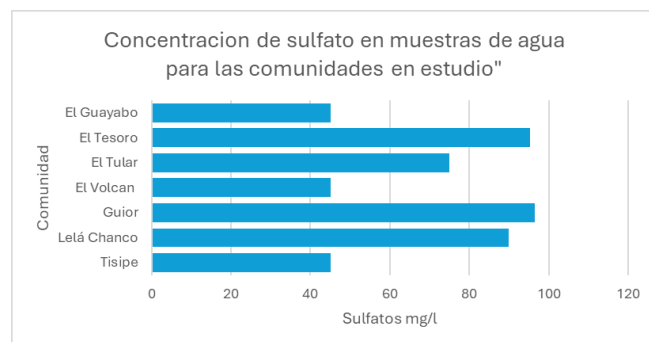
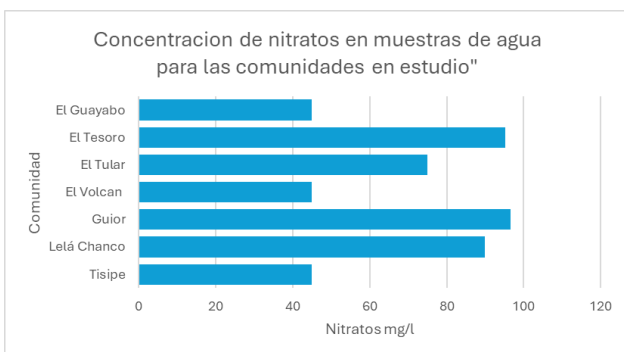
Según la OMS los límites: 0.01-1.00

Nitratos y sulfatos

Los nitratos en el agua suelen provenir de fertilizantes, estiércol animal y descargas de aguas residuales. Una alta concentración en el agua puede generar problemas de salud.

Los valores de nitratos para las muestras de agua evaluadas son relativamente bajos al límite máximo permisible que es de 50mg/l.

De igual forma la concentración de sulfatos esta dentro de los límites permisibles para consumo humano.

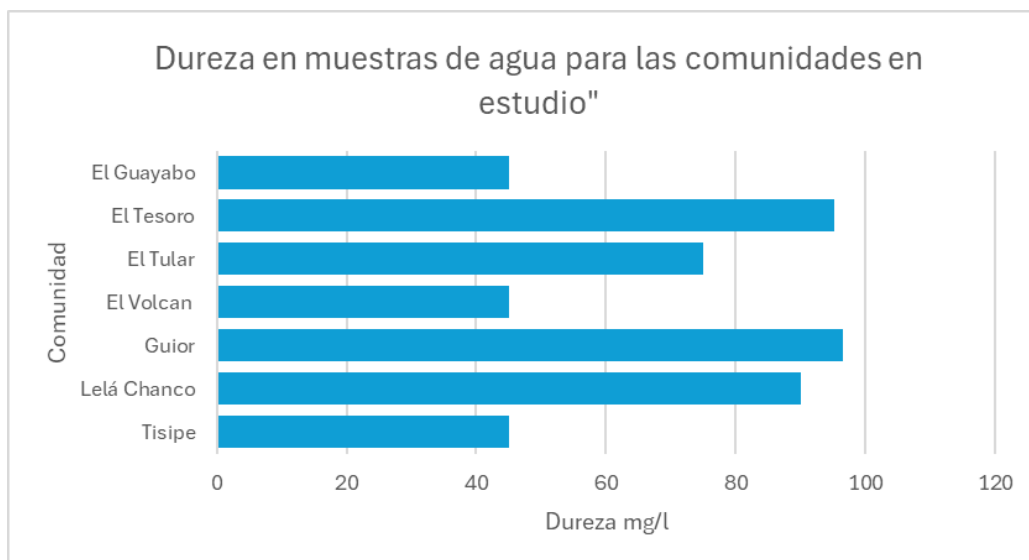


Dureza en CaCO_3

La dureza se refiere a la concentración de carbonatos de calcio y magnesio en una solución, dichos cationes varían significativamente según el tipo de fuente. Según (FAO, 1997) valores entre 120-180 mg/l corresponden a aguas duras y mayores a 180 mg/l a muy duras. Según la norma COGUANOR el LMA de la dureza es de 100,00.

La mayoría de las fuentes de agua se encuentran por debajo del límite de 100 mg/L, lo que las hace aptas para consumo humano según las normas COGUANOR.

Sin embargo, se identifican tres fuentes (El Tesoro, Guior y Letá Chanco) que superan en valores a las demás. Estas fuentes podrían causar un sabor no agradable a la palatabilidad del consumidor y acumulación de minerales en sistemas de distribución,

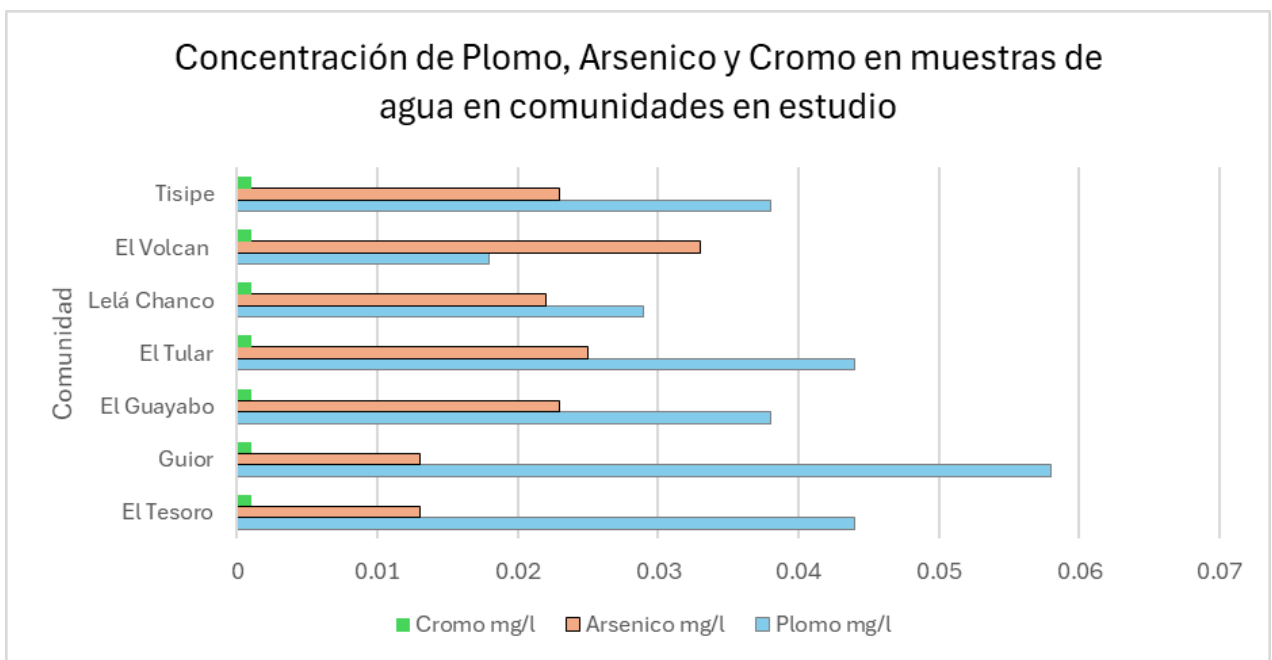


Concentración de Plomo, arsénico y Cromo

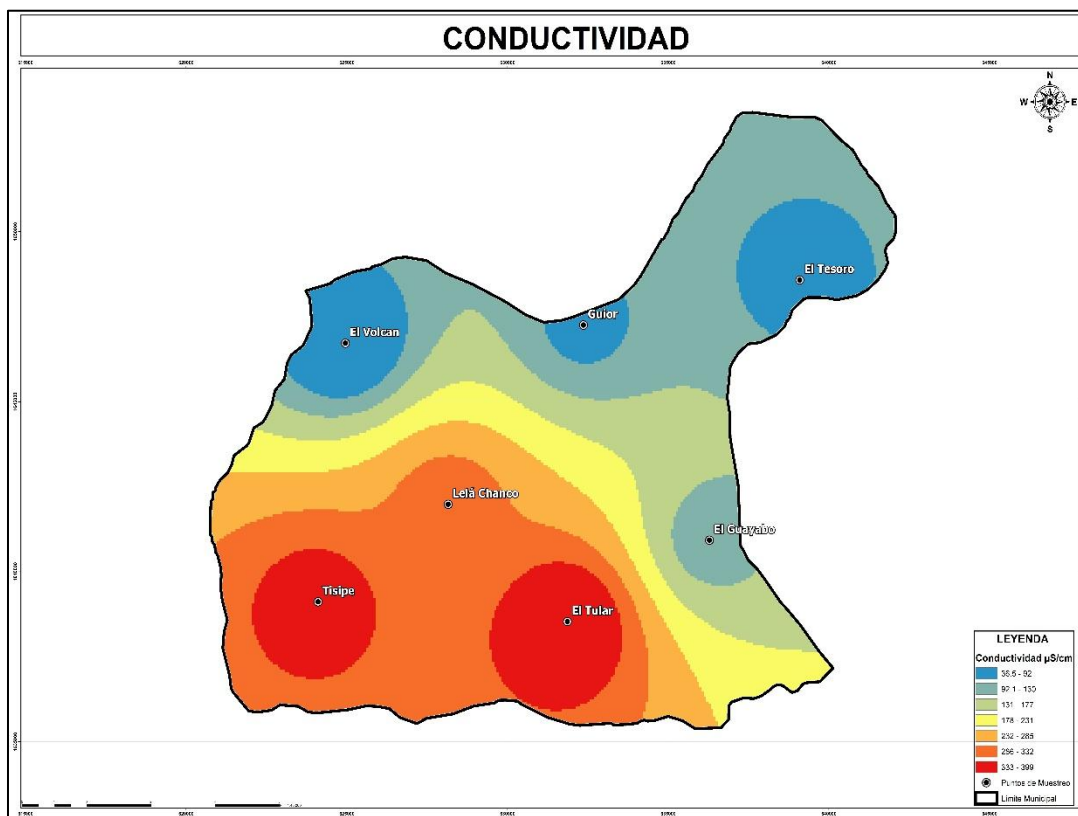
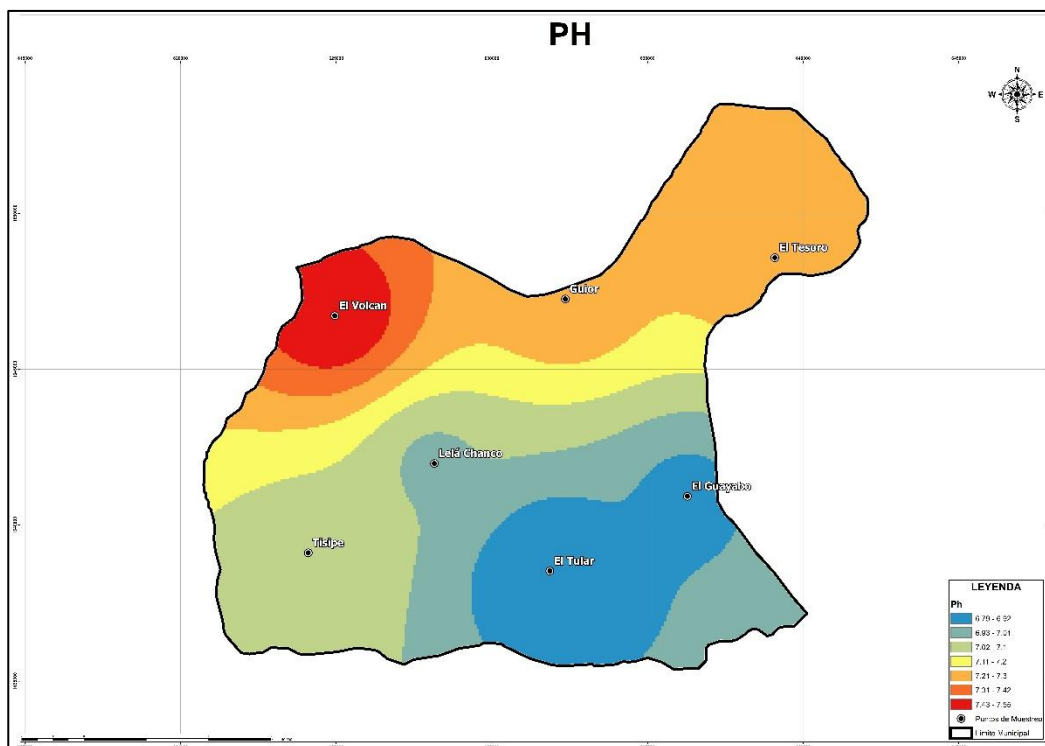
La gráfica muestra las concentraciones de Plomo (Pb), Arsénico (As) y Cromo (Cr), para las 7 comunidades en estudio, la COGUANOR indica que el límite máximo permisible (LMP) para consumo humano para arsénico es de 0.010 mg/l , para plomo 0.010 mg/l y para Cromo 0.050 mg/l.

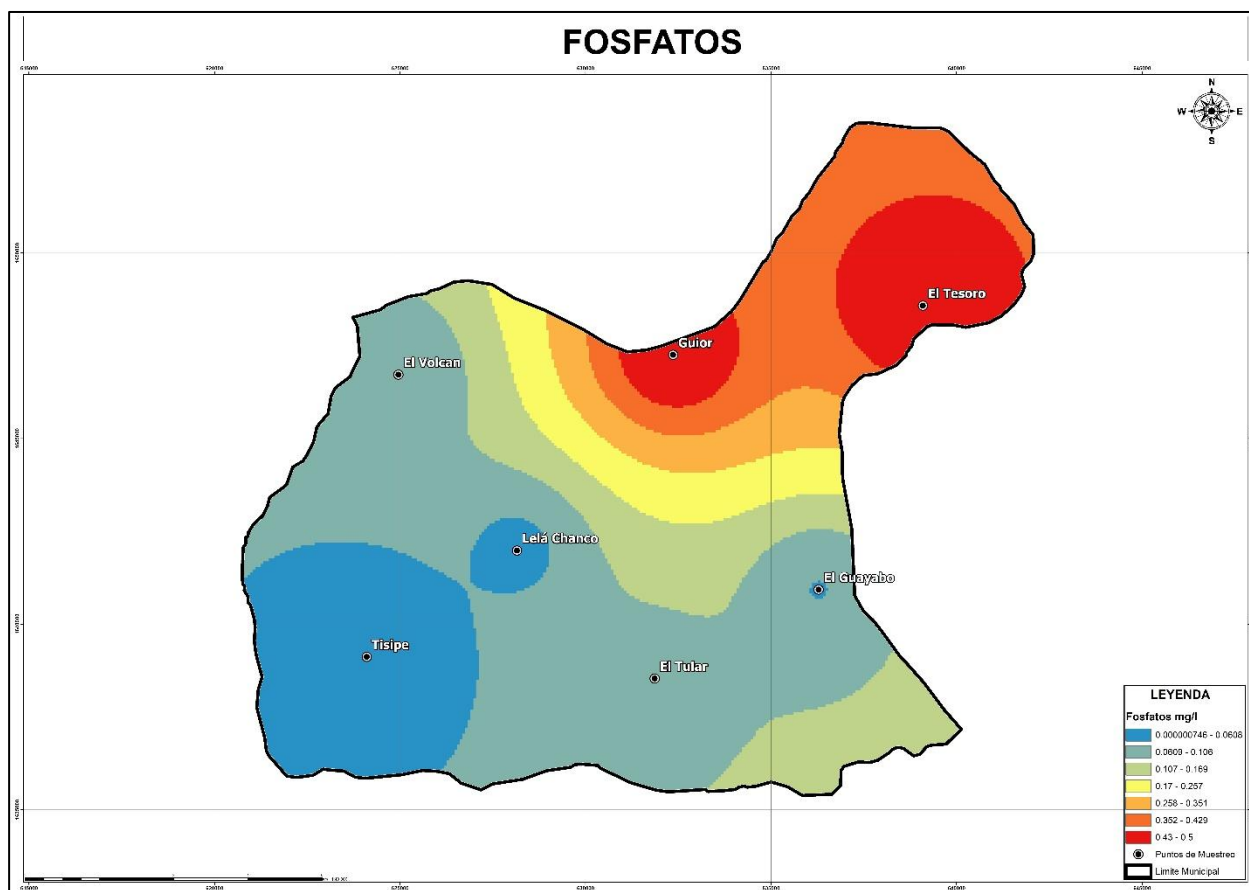
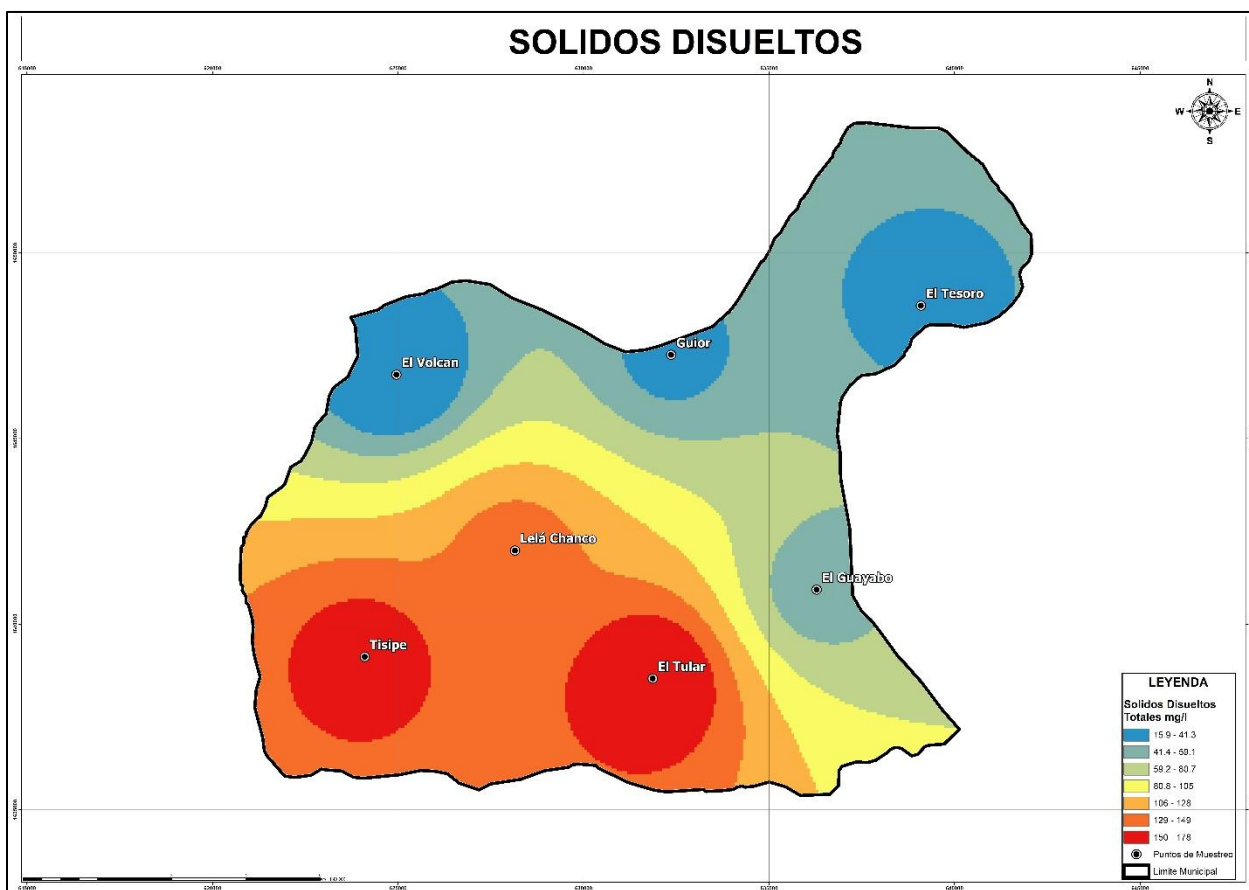
en base a lo anterior Se observa que para el elemento plomo todas las muestras sobre pasan el LMP, las muestras con mayor concentración de plomo son: El Tesoro, Guior, El Tular.

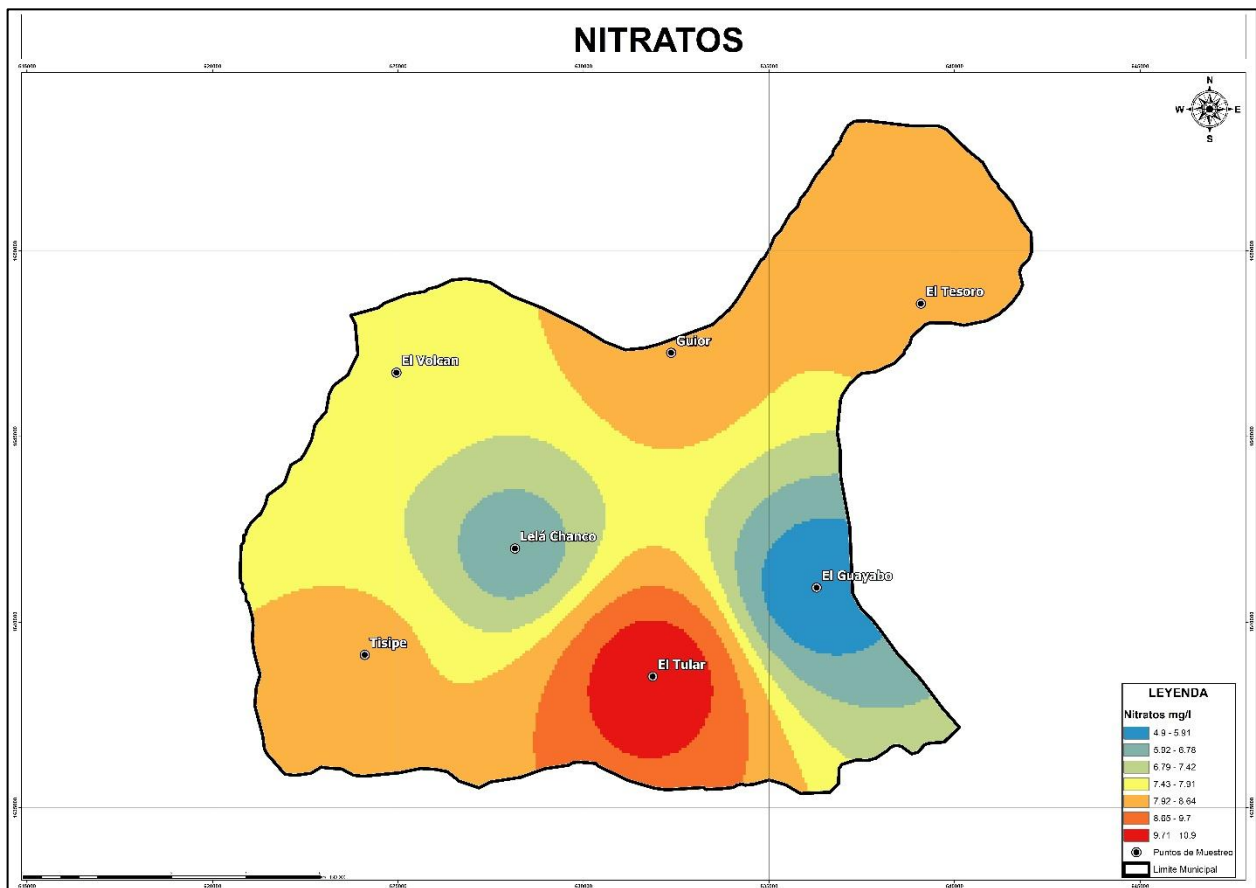
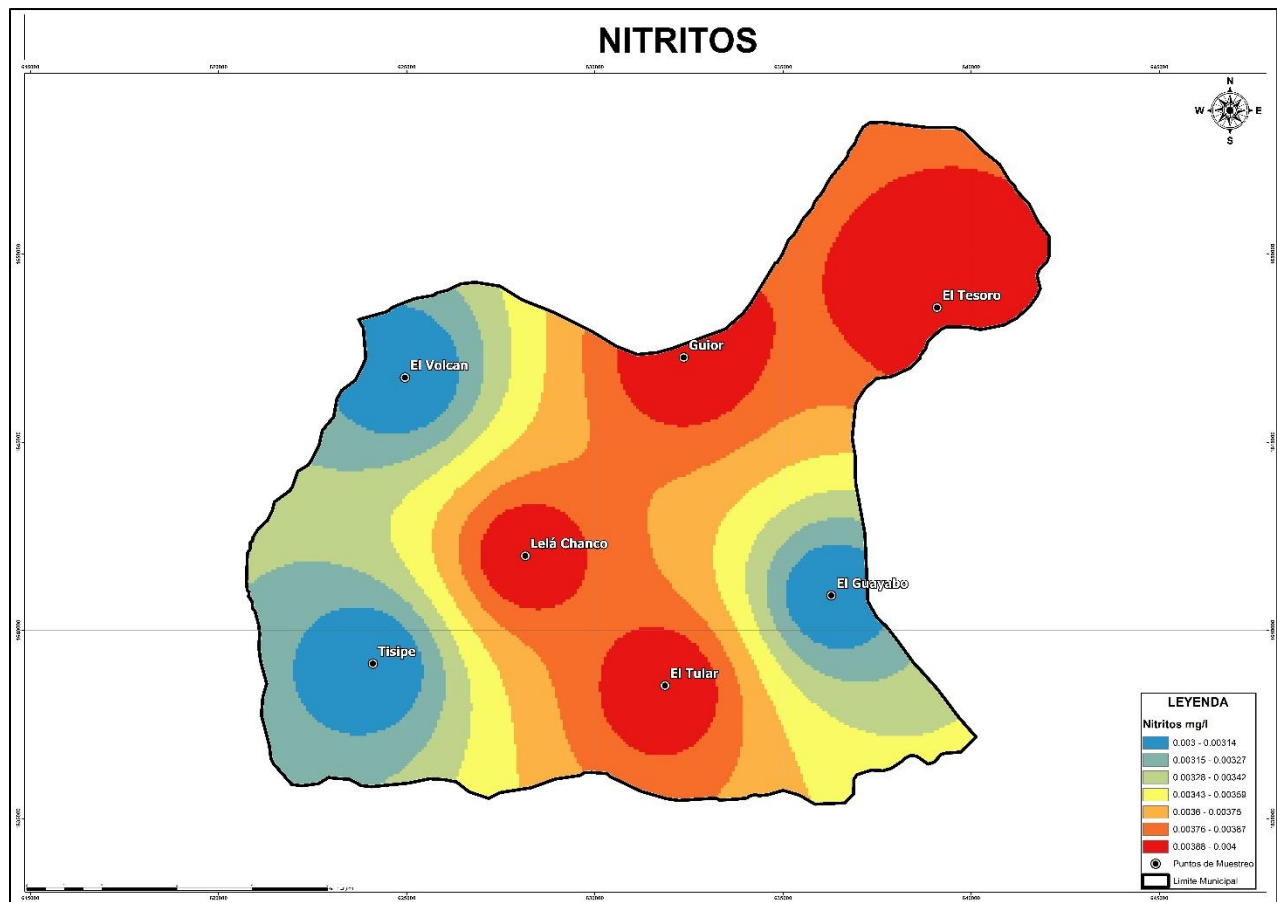
Para el elemento arsénico todas las muestras sobrepasan el LMP, siendo las muestras del Volcán, el Tular y Tisipe las que más concentración tienen.

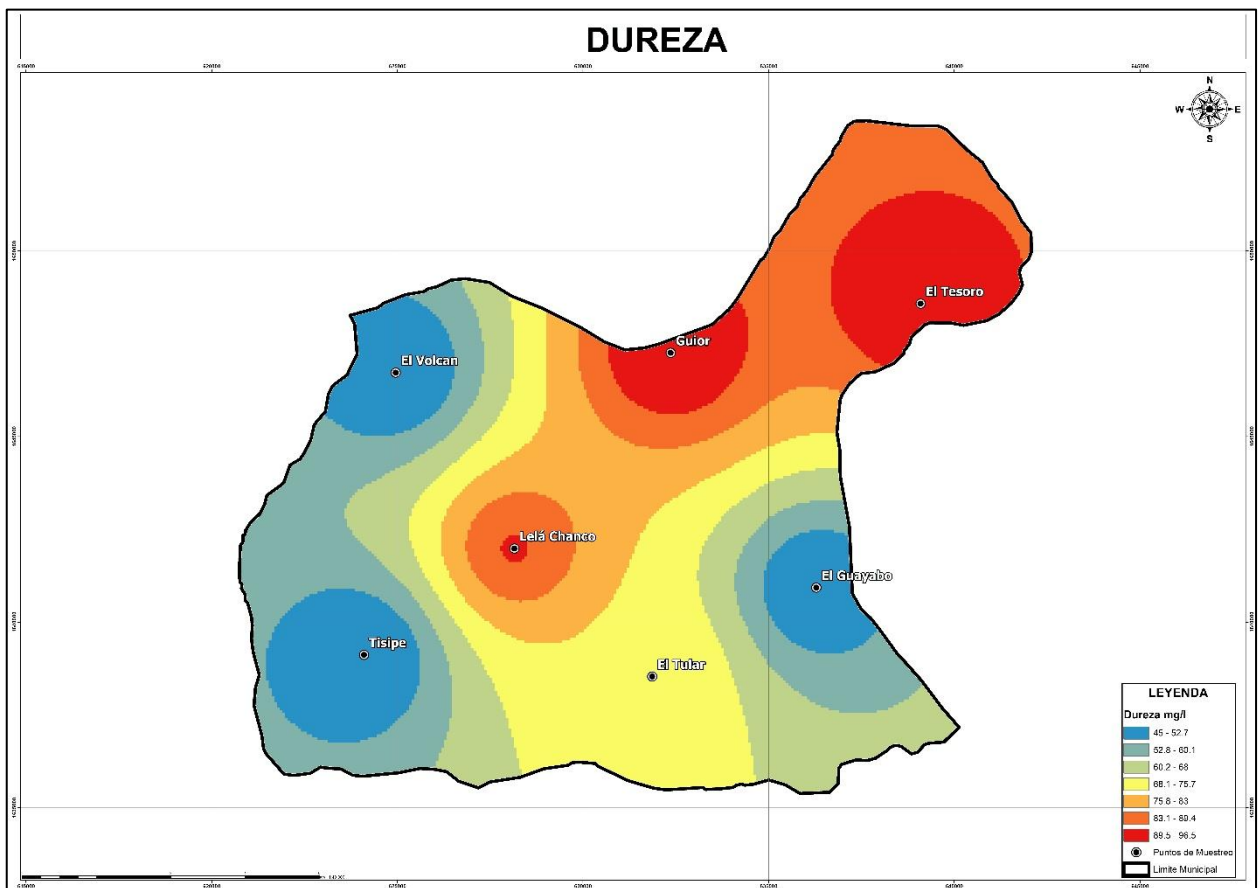
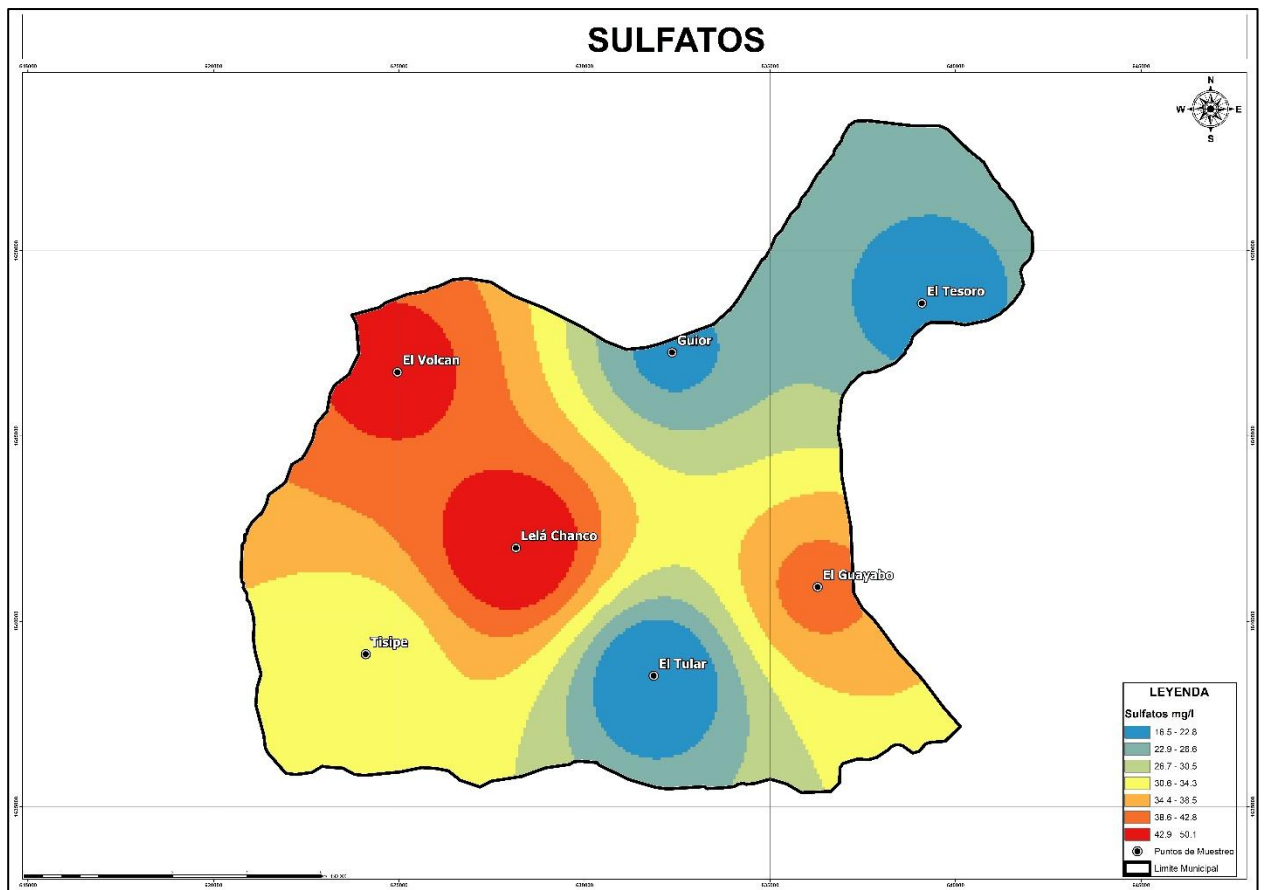


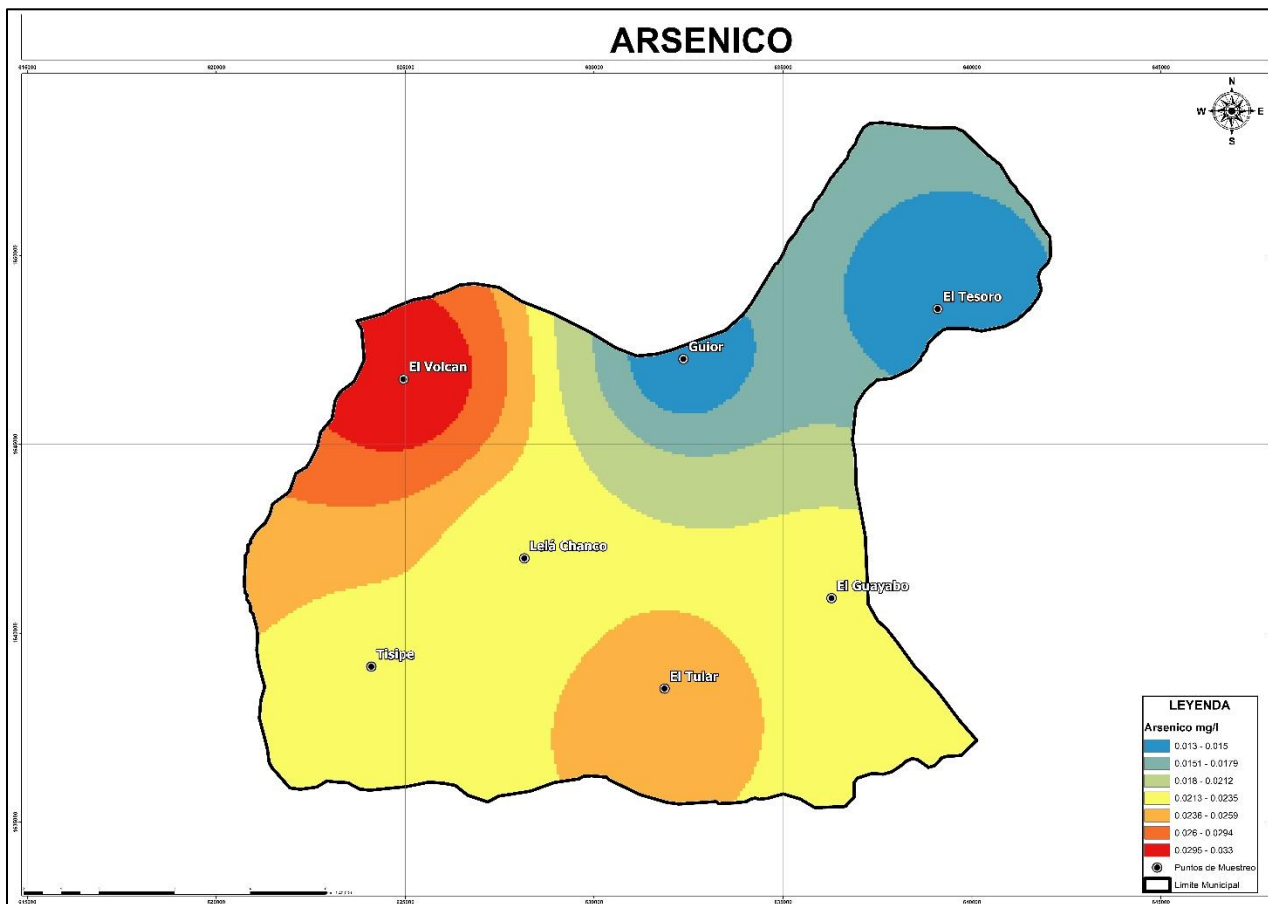
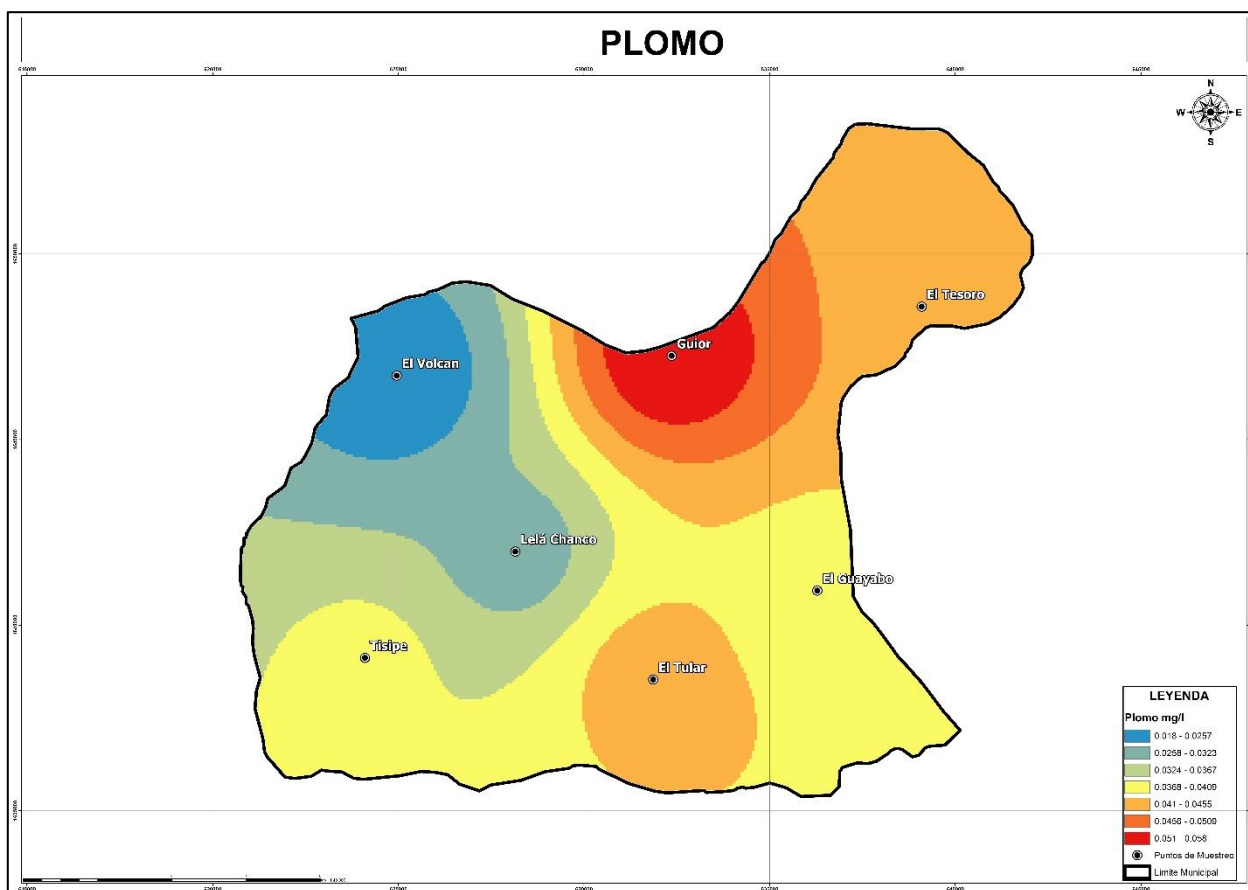
7. MAPAS DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS PARAMETROS ANALIZADOS DE LAS COMUNIDADES EN ESTUDIO.











8. ANALISIS EPIDEMIOLOGICO Y CORRELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA

La calidad del agua es un determinante fundamental de la salud pública, especialmente en las áreas rurales en donde el acceso a fuentes seguras es limitado.

En las siete comunidades de Camotán evaluadas, los análisis indican que los parámetros químicos como: Solidos disueltos Totales, fosfato, nitrato, nitrito, sulfato y dureza están dentro de los límites permisibles para consumo humano según la norma COGUANOR. Sin embargo, los resultados para los elementos plomo y arsénico fueron mayores al límite máximo permisible por lo que puede representar un problema de salud de la población ya que las concentraciones altas acumulativas en el organismo de estos elementos están asociados a enfermedades crónicas degenerativas.

De la misma forma para los resultados microbiológicos de todas las muestras de agua, se reporta la presencia de coliformes totales y fecales, lo que limitan la calidad de agua para consumo humano.

Para realizar un análisis epidemiológico correlativo a la calidad del agua y su implicación en la salud de la población, se consultó la base de datos el SIGSA3 de enero a diciembre del año 2024 del Centro de salud para el municipio de Camotán, en donde se identificó una cantidad de 4,112 casos con diagnóstico de pacientes con infecciones gastro intestinales.

Comunidad	Suma de casos
El Tular	626
Guayabo	1415
Guior	596
Lelá chancó	255
Tesoro	421
Tisipe	708
Volcán	91
Total general	4112



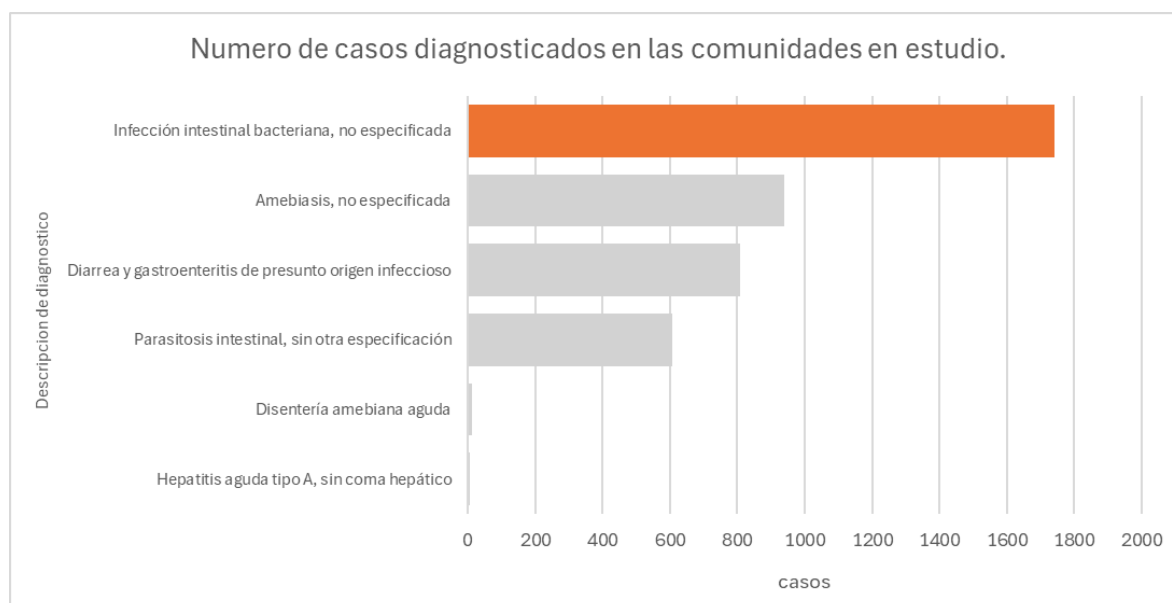
En la grafica anterior se observa que la población de la comunidad el Guayabo que visita el puesto de salud de Filincas, reporta la mayor cantidad de casos de pacientes con infecciones gastro intestinales.

A continuación, en la siguiente tabla se describen los casos y su diagnostico por puesto de salud.

Todos los casos con diagnostico gastro intestinal tiene correlación con la mala calidad de agua o consumo inadecuado de alimentos.

Puesto de salud	Comunidad	Descripcion de diagnostico	casos
P/S Filincas	Guayabo	Amebiasis, no especificada	343
P/S Filincas	Guayabo	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	77
P/S Filincas	Guayabo	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	234
P/S Filincas	Guayabo	Infección intestinal bacteriana, no especificada	761
P/S Nuevo Porvenir	Tesoro	Infección intestinal bacteriana, no especificada	214
P/S Nuevo Porvenir	Tesoro	Amebiasis, no especificada	77
P/S Nuevo Porvenir	Tesoro	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	82
P/S Nuevo Porvenir	Tesoro	Hepatitis aguda tipo A, sin coma hepático	6
P/S Nuevo Porvenir	Tesoro	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	42
P/S Cañón Tisipe	Tisipe	Amebiasis, no especificada	286
P/S Cañón Tisipe	Tisipe	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	118
P/S Cañón Tisipe	Tisipe	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	126
P/S Cañón Tisipe	Tisipe	Infección intestinal bacteriana, no especificada	178
P/S Volcán	Volcán	Amebiasis, no especificada	19
P/S Volcán	Volcán	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	38
P/S Volcán	Volcán	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	34
P/S San Antonio	Guior	Amebiasis, no especificada	88
P/S San Antonio	Guior	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	281
P/S San Antonio	Guior	Infección intestinal bacteriana, no especificada	90
P/S San Antonio	Guior	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	137
P/S Plan de Morro	Lelá chancó	Amebiasis, no especificada	30
P/S Plan de Morro	Lelá chancó	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	93
P/S Plan de Morro	Lelá chancó	Infección intestinal bacteriana, no especificada	132
P/S Muyurcó	El Tular	Amebiasis, no especificada	95
P/S Muyurcó	El Tular	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	120
P/S Muyurcó	El Tular	Disentería amebiana aguda	11
P/S Muyurcó	El Tular	Infección intestinal bacteriana, no especificada	367
P/S Muyurcó	El Tular	Parasitosis intestinal, sin otra especificación	33

A continuación, se presenta un grafica en donde se resume la incidencia y correlación de enfermedades por mala calidad de agua o consumo de alimentos inocuos.



descripción de diagnostico	Suma de casos
Infección intestinal bacteriana, no especificada	1742
Amebiasis, no especificada	938
Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	809
Parasitosis intestinal, sin otra especificación	606
Disentería amebiana aguda	11
Hepatitis aguda tipo A, sin coma hepático	6
Total, general	4112

8.1 Consideraciones sobre riesgos

a) Enfermedades relacionadas con la contaminación de por coliformes fecales

El consumo de agua contaminada con coliformes fecales puede desencadenar múltiples enfermedades.

A continuación, se presentan las principales patologías asociadas y sus impactos en la salud:

- ✓ Enfermedades Bacterianas: Diarrea infecciosa (*Escherichia coli* patogénica, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae*).
El impacto: es una de las principales causas de desnutrición y mortalidad infantil.
- ✓ Enfermedades Virales: Hepatitis A y Hepatitis E.
El impacto: Puede causar insuficiencia hepática en personas con malnutrición.
- ✓ Enfermedades Parasitarias: Giardiasis (*Giardia lamblia*), Amebiasis (*Entamoeba histolytica*)
Impacto: Puede provocar malabsorción de nutrientes y retraso en el crecimiento infantil.

b) Presencia de metales pesados en el agua

- ✓ Arsénico: Se utiliza el umbral de 0.01 mg/L para minimizar el riesgo de cáncer y otros efectos crónicos, ya que el arsénico está clasificado por la IARC como un carcinógeno del Grupo 1. No obstante, es importante destacar que, dado que se trata de un carcinógeno, en realidad no existe un “nivel seguro” absoluto, de modo que incluso concentraciones inferiores pueden representar un riesgo si la exposición es crónica.
- ✓ Plomo: Aunque el plomo no se clasifica formalmente como carcinógeno, sus efectos neurotóxicos, especialmente en el desarrollo cognitivo infantil y su potencial para afectar el sistema renal y cardiovascular hacen indispensable mantener sus niveles lo más bajos posible. La evidencia respalda la recomendación de no superar los 0.01 mg/L, conforme al principio de precaución.

8.2 Contexto comparativo y experiencias en otras regiones de la presencia de metales pesados en el agua.

Diversos estudios han documentado problemas de salud asociados a niveles elevados de estos metales en el agua, lo cual subraya la importancia de un monitoreo riguroso:

- a) Huelva, España: En áreas próximas a instalaciones industriales y balsas de fosfoyesos se han detectado concentraciones elevadas de metales tóxicos, entre ellos plomo y arsénico. Esto ha generado inquietud por la posible bioacumulación y los riesgos a largo plazo para la salud de la población.
- b) Colima, México: Investigaciones han señalado que un alto porcentaje de pozos presenta niveles de arsénico superiores al límite de 0.01 mg/L, situación que ha sido vinculada a un aumento en los riesgos carcinogénicos y otros efectos adversos.
- c) Provincia de Salamanca, España: Estudios sobre aguas naturales y de consumo han reportado la presencia de metales pesados (incluyendo plomo y arsénico) en concentraciones que, en exposición prolongada, podrían representar un riesgo significativo para la salud pública.

8.3 Sistemas de filtración comunitarios y estrategias para minimizar riesgos

En cuanto a la mitigación de estos riesgos, existe evidencia que respalda la implementación de sistemas de filtración comunitarios como medida de intervención, especialmente en comunidades de escasos recursos. Algunos puntos clave son:

- a) Tecnologías de bajo costo

Se ha demostrado que sistemas como los biosand filters (filtros de arena mejorados) y otros dispositivos que incorporan medios adsorbentes (por ejemplo, materiales enriquecidos en hierro, carbón activado o zeolitas) pueden reducir significativamente las concentraciones de arsénico y, en cierto grado, de plomo. A su mismo elimina los contaminantes microbiológicos del agua, siempre y cuando el mantenimiento sean los adecuados.

9. CONCLUSIONES

1. La presencia de coliformes fecales en el agua potable de Camotán representa un riesgo significativo para la salud de la población, ya que está estrechamente relacionada con la transmisión de enfermedades bacterianas, virales y parasitarias. La desnutrición, especialmente en etapas críticas del desarrollo como la infancia y el embarazo, puede generar daños irreversibles en el organismo, afectando el crecimiento, la función cognitiva y el desarrollo neuromotor de las personas.
2. Los efectos de la desnutrición pueden traducirse en diferentes tipos de discapacidad, dependiendo del momento y la severidad de la deficiencia nutricional. Entre las principales consecuencias se encuentran: discapacidad intelectual y trastornos en el desarrollo, retraso en el desarrollo motor y discapacidad física, la ausencia de vitamina A está relacionada con la ceguera infantil, mientras que la falta de zinc y otros micronutrientes puede aumentar el riesgo de pérdida auditiva.
3. Aunque los valores de metales analizados en los puntos de muestreo no son extremadamente elevados, la superación de los umbrales recomendados, especialmente el plomo en Guior (0.058 mg/L) y el arsénico en El Volcán (0.033 mg/L), resulta preocupante, considerando los riesgos acumulativos asociados a la exposición crónica. Por ello, es imperativo revisar la eficacia de los controles de calidad del agua y considerar la implementación de sistemas de tratamiento y filtración comunitarios, de bajo costo y fáciles de mantener, para mitigar los riesgos a la salud.

10. RECOMENDACIONES

1. En regiones con altos niveles de desnutrición crónica, como el Corredor Seco, es fundamental abordar esta problemática desde un enfoque integral, garantizando seguridad alimentaria, acceso a servicios de salud y educación nutricional. Solo así se podrá reducir la incidencia de discapacidades asociadas a la falta de una nutrición adecuada y mejorar la calidad de vida de las poblaciones más vulnerables.
2. Implementación de tecnologías de bajo costo como los filtros de arena mejorados y otros dispositivos que incorporan medios adsorbentes, por ejemplo, materiales enriquecidos en hierro, carbón activado o zeolitas, los cuales pueden reducir significativamente las concentraciones de arsénico y, en cierto grado, de plomo.
3. Implementar un monitoreo en época lluviosa, para identificar si existe diferencia en las concentraciones de los parámetros físicos y químicos del agua.

11. ANEXO



LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERIA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
 Tel. 78730300

Referido	ASOCIACIÓN ROMPIENDO LÍMITES CHIQUIMULA
----------	---

Fecha	7/02/2025
-------	-----------

	Identificación de la muestra	Toma de Muestra	Tipo de la fuente	Comunidad	Municipio	Temperatura °C	Ph Unidades	Conductividad d µS/cm	Solidos Disueltos Totales mg/l	Solidos Totales mg/l	Turbidez NTU	Fosfatos mg/l	Nitratos mg/l
1	M1	Tanque de captación	Nacimientos	El Tesoro	Camotán	25.60	7.29	75.20	32.90	78.00	7.51	0.50	8.30
2	M2	Tanque de captación	Nacimiento	Guayabo	Camotán	25.80	6.89	104.60	46.00	110.00	2.07	0.06	4.90
3	M3	Tanque de captación	Nacimiento	El Tular	Camotán	25.50	6.79	399.00	177.90	250.00	0.72	0.09	10.90
4	M4	Tanque de captación	Nacimiento	Lelá Chancó	Camotán	25.80	6.99	319.00	141.90	200.00	0.45	0.05	6.20
5	M5	Tanque de captación	Nacimiento	El Volcán	Camotán	25.50	7.55	36.50	15.90	75.00	0.38	0.07	7.80
6	M6	Tanque de captación	Nacimiento	Tísipe	Camotán	25.50	7.06	362.00	162.30	220.00	0.48	0.00	8.10
7	M7	Tanque de captación	Nacimiento	Guior	Camotán	25.60	7.28	75.50	32.80	110.00	2.07	0.50	8.50

Licda. Vilma Leticia Ramos López
 Responsable Laboratorio Ambiental



Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 78730300

Referido	ASOCIACIÓN ROMPIENDO LÍMITES CHIQUIMULA
-----------------	--

Fecha	7/02/2025
--------------	------------------

	Identificación de la muestra	Nombre de la fuente	Tipo de la fuente	Comunidad	Municipio	Nitritos mg/l	Sulfatos mg/l	Oxígeno Disuelto mg/l	Saturación de Oxígeno %	Dureza mg/l	DBO5 mg/l	Plomo mg/l	Arsenico mg/l	Cromo mg/l
1	M1	Tanque de captación	Nacimientos	El Tesoro	Camotán	0.004	20.80	6.87	92.50	95.20	0.30	0.044	0.013	0.001
2	M2	Tanque de captación	Nacimiento	Guayabo	Camotán	0.003	40.50	6.75	91.00	45.00	0.25	0.038	0.023	0.001
3	M3	Tanque de captación	Nacimiento	El Tular	Camotán	0.004	16.50	6.72	90.60	75.00	0.30	0.044	0.025	0.001
4	M4	Tanque de captación	Nacimiento	Lelá Chancó	Camotán	0.004	50.10	6.78	91.40	90.00	0.30	0.029	0.022	0.001
5	M5	Tanque de captación	Nacimiento	El Volcán	Camotán	0.003	45.30	6.74	90.40	45.00	0.50	0.018	0.033	0.001
6	M6	Tanque de captación	Nacimiento	Tísipe	Camotán	0.003	30.50	6.82	91.50	45.00	0.30	0.038	0.023	0.001
7	M7	Tanque de captación	Nacimiento	Guior	Camotán	0.004	21.20	6.75	91.00	96.50	0.30	0.058	0.013	0.001



Licda. Vilma Leticia Ramos López
Responsable Laboratorio Ambiental



Cuadro 1. Características físicas y organolépticas que debe tener el agua para consumo humano

Características	LMA	LMP
Color	5,0 u	35,0 u ^(a)
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5,0 UNT	15,0 UNT ^(b)
Conductividad eléctrica	750 µS/cm	1500 µS/cm ^(d)
Potencial de hidrógeno	7,0-7,5	6,5-8,5 ^{(c) (d)}
Sólidos totales disueltos	500,0 mg/L	1000,0 mg/L
(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto (b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). (c) En unidades de pH (d) Límites establecidos a una temperatura de 25°C.		

Cuadro 2. Características químicas que debe tener el agua para consumo humano

Características	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Cloro residual libre ^(a)	0,5	1,0
Cloruro (Cl ⁻)	100,0	250,0
Dureza Total (CaCO ₃)	100,0	500,0
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	100,0	250,0
Aluminio (Al)	0,050	0,100
Calcio (Ca)	75,0	150,0
Cinc (Zn)	3,0	70,0
Cobre (Cu)	0,050	1,500
Magnesio (Mg)	50,0	100,0
Manganeso total (Mn)	0,1	0,4
Hierro total (Fe) ^(b)	0,3	-----
a) El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social será el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residual libre según sea necesario o en caso de emergencia. b) No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.		

Cuadro 3. Relación de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud

Substancia	LMP (mg/L)
Arsénico (As)	0,010
Bario (Ba)	0,70
Boro (B)	0,30
Cadmio (Cd)	0,003
Cianuro (CN ⁻)	0,070
Cromo total (Cr)	0,050
Mercurio total (Hg)	0,001
Plomo (Pb)	0,010
Selenio (Se)	0,010
Nitrato (NO ₃ ⁻)	50,0
Nitrito (NO ₂ ⁻)	3,0