

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



ACUÍFERO DE NEJAPA, UNA FUENTE SOBREEXPLOTADA

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR

KEVIN EVELIO VILLANUEVA VILLEGAS

ADRIANA PATRICIA ZÚNIGA FLORES

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO(A) EN QUÍMICA Y FARMACIA

SEPTIEMBRE 2025

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LICENCIADO PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

MAESTRA NANCY ZULEYMA GONZÁLEZ SOSA

SECRETARIA

LICENCIADA EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL (AD-HONOREM)

MAESTRA KATIA LISSETTE MARTÍNEZ DE PALACIOS

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESORES

ASESOR DE ÁREA DE MICROBIOLOGÍA.

MAESTRO GUILLERMO EMILIO ALVARENGA MARROQUÍN

ASESORA DE ÁREA DE INDUSTRIA FARMACÉUTICA, COSMÉTICOS, VETERINARIA Y PRODUCTOS AFINES.

MAESTRA MARÍA DEL CARMEN POLÍO MARTÍNEZ

TUTORA

LICENCIADA KATIA EUNICE LEYTON BARRIENTOS

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por habernos dado la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa académica, guiando nuestros pasos en los momentos de incertidumbre y motivándonos a seguir adelante.

A nuestras familias, por su apoyo incondicional, amor y paciencia durante todo este proceso. A nuestros padres, por ser ejemplo de esfuerzo y dedicación, por sus consejos y por confiar siempre en nuestras capacidades; y a nuestros seres queridos, por comprender nuestras ausencias y alentarnos a no desistir.

A la Universidad de El Salvador, en especial a la Facultad de Química y Farmacia, por habernos brindado la oportunidad de formarnos como profesionales y dotarnos de las herramientas académicas necesarias para desarrollar este trabajo.

A nuestros docentes y asesores, por su valiosa guía, acompañamiento y aportes que enriquecieron la investigación. Un agradecimiento especial a nuestra tutora, por su paciencia, compromiso y orientación en cada etapa del proyecto.

A Guillermo Navarro, trabajador de Cáritas de El Salvador, por la entrevista profesional brindada, cuyo enfoque técnico y social sobre el acuífero de Nejapa aportó información relevante y enriqueció de manera significativa el análisis de este trabajo.

A las comunidades y personas de Nejapa que participaron en las entrevistas, por compartir sus vivencias y conocimientos, los cuales otorgaron a este estudio un sentido humano y social más profundo.

Finalmente, a nuestros compañeros y amigos, por el apoyo moral, la colaboración y las palabras de aliento que hicieron más llevadero este camino hacia la culminación de nuestra carrera profesional.

Kevin Evelio Villanueva Villegas

Adriana Patricia Zúniga Flores

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios, quien, en innumerables momentos de dificultad y dudas a lo largo de mi carrera, siempre me mostró el camino para seguir adelante. Confío plenamente en que fue Él quien me abrió la puerta para ingresar a este hermoso curso de especialización, el cual me ha dejado un aprendizaje valioso y significativo.

En segundo lugar, quiero dedicar este logro a mi madre, mi refugio y fortaleza en los tiempos de estrés y cansancio. Sus palabras de aliento, motivación y oración fueron el pilar fundamental que me impulsó a no rendirme. Su fe inquebrantable en mí ha sido una fuente constante de inspiración.

También dedico este trabajo a mi tío Gerónimo, cuyo apoyo constante y desinteresado durante todos estos años de estudio ha sido vital para cumplir uno de mis sueños más grandes. En cada etapa de este camino, él estuvo presente, siempre dispuesto a ayudar.

A todas las personas especiales que Dios puso en mi vida, quienes con su apoyo y compañía de maneras inimaginables me han acompañado y fortalecido, les extiendo mi más sincero agradecimiento.

Finalmente, dedico este trabajo a la Universidad de El Salvador, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente a través del programa de becas. Esta ayuda fue esencial para continuar mis estudios y alcanzar esta meta tan significativa. Agradezco profundamente la confianza depositada en mí y el compromiso institucional con la educación pública y el desarrollo de la juventud salvadoreña.

Kevin Evelio Villanueva Villegas

DEDICATORIA

A lo largo de este arduo pero gratificante camino, he sido testigo de que ningún éxito se logra en soledad. Por ello, con el corazón rebosante de gratitud, dedico este logro a quienes fueron mi guía, mi fuerza y mi inspiración.

En primer lugar, a Dios, la fuente inagotable de mi fortaleza y la luz que iluminó los momentos más oscuros. A Él, por la vida, por las oportunidades y por el aliento que me dio en cada paso para no rendirme. Sin su infinita misericordia, este sueño no habría sido posible.

A mis padres, quienes, con amor, sacrificio y una fe inquebrantable, sembraron en mí la semilla del esfuerzo y me dieron las alas para volar. Sus enseñanzas y su apoyo incondicional fueron el pilar que sostuvo cada paso de este camino. Este logro es un reflejo de su dedicación y un humilde homenaje a todo lo que han hecho por mí.

A mis hermanos, mis compañeros de vida y cómplices de mis sueños. Su alegría, sus consejos y su aliento fueron el combustible en los momentos de desánimo. Gracias por ser mi primer equipo de apoyo, mis confidentes y por recordarme que, sin importar los desafíos, siempre tendríamos un lugar para celebrar juntos.

A mis fieles compañeros de estudio, mis mascotas Sky y Chillón. Gracias por su silenciosa y leal compañía. Su amor y su calidez hicieron de mis noches de desvelo un poco más llevaderas, recordándome la simpleza del amor puro en medio de la complejidad de mis apuntes.

A la memoria de mi primo Edwin, a quien le prometí con el corazón que un día sería profesional. Hoy, con la emoción a flor de piel, cumplo esa promesa. Sé que, en ningún momento me has dejado sola, me has estado acompañando. Este logro es tuyo también, un testimonio de que tu recuerdo es un motor que me impulsó a no rendirme.

Finalmente, a los profesores, quienes, con su sabiduría, paciencia y vocación, forjaron en mí un camino de aprendizaje y crecimiento. A mis amigos, que con su amistad y confianza me recordaron que nunca estuve solo.

Adriana Patricia Zúniga Flores

ÍNDICE GENERAL

Pág. N°

RESUMEN

CAPÍTULO I

1.0	INTRODUCCIÓN	11
-----	--------------------	----

CAPÍTULO II

2.0	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo general	13
2.2	Objetivos específicos	13

CAPÍTULO III

3.0	MARCO TEÓRICO.....	15
3.1	El agua como recurso global	15
3.2	Los acuíferos.....	15
3.2.1	¿Qué es un acuífero?	15
3.2.2	¿Cómo se forman los acuíferos?	15
3.2.3	Importancia de los acuíferos	16
3.2.4	Contaminación de los acuíferos	16
3.3	Situación hídrica de El Salvador	17
3.4	Acuífero de Nejapa.....	17
3.5	Sobreexplotación del acuífero de Nejapa	18
3.6	Contaminación progresiva del acuífero de Nejapa.....	19
3.7	Impactos sociales y desigualdad en el acceso al agua	19
3.8	El rol del estado y las debilidades institucionales	20
3.9	Gobernanza comunitaria como alternativa	22
3.10	Propuestas de manejo sostenible del acuífero de Nejapa.....	23

3.11	Consideraciones teóricas finales	24
CAPÍTULO IV		
4.0	PRODUCTO FINAL.....	26
CAPÍTULO V		
5.0	CONCLUSIONES	28
CAPÍTULO VI		
6.0	RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		
ANEXOS		

RESUMEN

Este trabajo, analiza la problemática de la sobreexplotación del acuífero de Nejapa, ubicado al norte del Área Metropolitana de San Salvador. Evalúa también los impactos en la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, proponiendo estrategias de conservación y gestión sostenible. La investigación se basó en una revisión documental de informes técnicos, estudios académicos y normativas ambientales. Se realizaron entrevistas a pobladores del distrito de Nejapa, con el propósito de integrar la percepción comunitaria y conocer los efectos sociales de la crisis hídrica.

Entre los hallazgos más relevantes, se identificó una extracción anual que supera la capacidad de recarga natural del acuífero, debido al crecimiento urbano desordenado, la expansión industrial y la falta de regulación efectiva. Además, se detectó contaminación del acuífero de Nejapa causada principalmente por aguas residuales sin tratamiento, lixiviados industriales y agroquímicos usados en cultivos cercanos. A esta problemática se agregan las percepciones comunitarias recogidas en entrevistas las cuales reflejaron experiencias variadas sobre el acceso al agua, mientras algunas personas no enfrentan mayores problemas de acceso al recurso, otras reportan frecuentes interrupciones y un acceso precario debido a un sistema de distribución privado. En general, los testimonios expresaron preocupación por la presión creciente sobre el recurso, causada por la expansión urbana y pozos privados, y resaltaron la necesidad de fortalecer la protección del agua con leyes y una gestión más justa.

Por lo que, se propone una gestión integral que incluya, la protección de las zonas de recarga, límites estrictos a la extracción industrial, programas de recarga artificial, monitoreo en tiempo real, participación comunitaria y educación ambiental. Este acuífero representa una fuente vital para el abastecimiento de agua potable de comunidades locales y sectores industriales.

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable es un derecho humano fundamental, indispensable para la vida y el bienestar. En El Salvador, este derecho se ve amenazado por la sobreexplotación de fuentes subterráneas, como el acuífero de Nejapa, una reserva clave para comunidades y sectores industriales del Área Metropolitana de San Salvador.

El uso desbalanceado de este recurso ha generado preocupaciones: mientras las industrias registran altos niveles de extracción, muchas familias enfrentan escasez, racionamientos y deterioro en la calidad del agua. Esta situación refleja desigualdades sociales y ambientales, así como debilidades institucionales en la gestión del agua.

Este estudio analiza la sobreexplotación del acuífero de Nejapa, sus impactos en la disponibilidad del recurso y propone estrategias de conservación y gestión sostenible. Se identifican las fuentes principales de sobreexplotación, los vínculos entre extracción y contaminación, los efectos sociales en las comunidades afectadas y se plantean propuestas viables desde un enfoque participativo y ambiental.

Para ello, se revisaron informes técnicos, investigaciones y normativas hídricas, además de entrevistas a pobladores de Nejapa. Estos testimonios evidencian una reducción en el acceso al agua, obligando a muchas familias a depender de agua envasada. Los entrevistados expresan preocupación por el desabastecimiento, la distribución desigual y la falta de respuestas institucionales. Sus vivencias reflejan cómo la escasez impacta la salud, la economía y la vida comunitaria.

Este trabajo, busca aportar evidencia científica y social para mejorar la gestión del agua subterránea, fortalecer el papel de las comunidades y promover políticas centradas en el derecho humano al agua. El caso de Nejapa representa una crisis local con implicaciones nacionales, que exige respuestas estructurales para garantizar un acceso justo y sostenible al agua como bien común.

CAPÍTULO II

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Analizar la sobreexplotación y contaminación del acuífero de Nejapa, sus impactos en la disponibilidad de agua para proponer estrategias de conservación y gestión sostenible.

2.2 Objetivos específicos

- 2.2.1 Identificar mediante investigación bibliográfica las principales fuentes de explotación masiva del acuífero de Nejapa.
- 2.2.2 Analizar las formas en que la extracción masiva de agua puede favorecer la contaminación del recurso subterráneo.
- 2.2.3 Conocer los efectos de la sobreexplotación del acuífero de Nejapa en la disponibilidad de agua para las comunidades aledañas mediante entrevistas con pobladores.
- 2.2.4 Proponer acciones para su conservación y uso responsable desde una perspectiva comunitaria y ambiental.

CAPÍTULO III

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 El agua como recurso global

El agua es esencial para la vida en la Tierra y cubre el 71% de la superficie del planeta. Sin embargo, solo el 2.5% es agua dulce, y menos del 1% de esta está disponible para el consumo humano.³ De ese 2.5%, el 68.7% se encuentra en glaciares y casquetes polares, el 30.1% en acuíferos subterráneos y solo el 1.2% en aguas superficiales como ríos y lagos.¹⁵ Esto significa que los acuíferos contienen casi un tercio del agua dulce del planeta y más del 90% del agua dulce líquida accesible para consumo inmediato.³

Esta disponibilidad limitada, combinada con el crecimiento poblacional, el cambio climático y la contaminación, ha generado presiones críticas sobre el recurso a nivel mundial. En Centroamérica y especialmente en El Salvador, el problema se agrava por la degradación ambiental, la debilidad institucional y la falta de políticas públicas efectivas.¹

3.2 Los acuíferos

3.2.1 ¿Qué es un acuífero?

De acuerdo a ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados), los acuíferos son masas de agua acumuladas en el interior de la corteza terrestre, provenientes de la condensación de vapor de agua en el interior del planeta o agua de lluvia. Según iagua (sitio web sobre recursos hídricos), un acuífero se define como una formación geológica que está constituida por una o más capas de rocas, capaz de almacenar y ceder el agua. Se sitúa en el suelo en la zona denominada “zona saturada”. Los acuíferos se caracterizan por poseer una permeabilidad y una porosidad determinada, los cuales son parámetros que definen las características hidráulicas del acuífero, es decir, el movimiento del agua depende del tipo de rocas del suelo.¹⁶

3.2.2 ¿Cómo se forman los acuíferos?

Un acuífero se forma cuando el agua de lluvia se infiltra en el suelo y atraviesa capas permeables como arenas, gravas o formaciones volcánicas fracturadas. Esta agua se desplaza por gravedad hasta encontrar una capa impermeable como arcilla o granito que impide su avance vertical. Sobre esta base, el agua se acumula en los poros o fracturas de las rocas, formando el acuífero. El agua almacenada puede permanecer confinada o emerger mediante manantiales, pozos o interacción con cuerpos de agua superficiales.⁸⁻¹²⁻¹⁶

Un acuífero se compone, esencialmente, de dos zonas:

- Zona de saturación
- Zona de aireación

3.2.3 Importancia de los acuíferos

Los acuíferos contienen alrededor del 97% del agua dulce líquida disponible, siendo fundamentales para más de 2,500 millones de personas en el mundo.^{8,14} En El Salvador, son la principal fuente de agua potable y sostienen ecosistemas acuáticos en época de sequía. También resultan esenciales para el riego agrícola y la seguridad alimentaria, aunque enfrentan crecientes presiones por sobreexplotación y contaminación. La sobreexplotación de los acuíferos baja los niveles del agua, posibilitando que los manantiales se sequen, y por lo tanto, los ecosistemas que dependen del agua subterránea se pierdan¹².

3.2.4 Contaminación de los acuíferos

Los acuíferos, al ser reservorios subterráneos de agua, están protegidos de la contaminación superficial en cierta medida, pero no son inmunes a las actividades humanas. La contaminación de acuíferos puede ocurrir por diversas razones, muchas de ellas relacionadas con prácticas humanas inadecuadas.¹³

Las principales actividades humanas que generan contaminación de las aguas subterráneas se pueden englobar en los siguientes grupos:

- Residuos Sólidos Urbanos
- Aguas Residuales
- Agricultura
- Ganadería
- Industrias y Minería

Un acuífero puede contaminarse por diversas maneras, por infiltración de sustancias desde la superficie, filtración de contaminantes almacenados, derrames accidentales de depósitos o, por inyección en pozos.¹³

La contaminación de acuíferos es particularmente preocupante porque su detección y remediación son complejas y costosas. Además, una vez contaminada, el proceso de limpieza puede llevar décadas, y en algunos casos, la recuperación completa puede no ser posible.¹³

3.3 Situación hídrica de El Salvador

El Salvador enfrenta una grave crisis de disponibilidad de agua, con un promedio anual inferior a los 1,700 m³ por habitante, lo que lo sitúa en el umbral de estrés hídrico.¹ Esta situación se agrava por la deforestación, el crecimiento urbano sin planificación, la contaminación de fuentes superficiales y el uso intensivo de agroquímicos en la agricultura.¹⁷

A ello se suma una débil gobernanza del agua, que permaneció por mucho tiempo. Por muchos años, diversos sectores se mantuvieron impulsando una Ley General de Aguas, con enfoque de derechos humanos, pero los intereses económicos bloqueaban su aprobación¹⁷. Esto permitió que empresas privadas accedieran a recursos hídricos sin una regulación firme, afectando a las comunidades más vulnerables.¹

La situación hídrica de El Salvador refleja no solo un problema técnico de gestión, sino una profunda desigualdad estructural, donde el agua pasa de ser un bien común a un recurso mercantilizado que reproduce patrones históricos de exclusión y conflictividad.¹⁰

3.4 Acuífero de Nejapa

El distrito de Nejapa se asienta sobre el acuífero Nejapa/Quezaltepeque con coordenadas aproximadas de latitud 13°49'59.99"N y longitud 89°13'59.99"O, el cual es fundamental para el suministro de agua del 46% de la población capitalina, con una producción anual de 7.4 millones de m³.² Este acuífero, de origen volcánico, forma parte de la cuenca del río San Antonio y está interconectado con zonas ambientalmente frágiles como Apopa, Soyapango y Quezaltepeque.¹

Sus características geológicas permiten una buena recarga en zonas como Las Conchas, Mejada y Agua Tibia.¹⁷ Sin embargo, la expansión urbana y la construcción intensiva sobre estas zonas de recarga han ido disminuyendo la capacidad natural del acuífero para recuperarse; por ejemplo, Industrias La Constancia (ILC) extrae más de 1.2 millones de m³ al año, cantidad equivalente al abastecimiento de múltiples comunidades según reportes de la Unidad Ecológica Salvadoreña (UNES) en el año 2023.²

El agua del acuífero es de excelente calidad y fácil extracción, lo que lo hace estratégico para San Salvador.¹⁰ Un informe de ANDA en 2015 reveló que, en ese entonces extraían el 38 % de agua, con miras a aumentar un 2%. Mientras que la extracción privada era del 53 % y se incrementaría al 60 %. Ese documento registraba 40 pozos de extracción en Nejapa, 15 eran de

ANDA y destinados a la región metropolitana, uno de la alcaldía y los 24 restantes, de empresas privadas entre ellos 11 eran de Industrias La Constanca ILC.¹

El caso del acuífero de Nejapa ejemplifica claramente cómo la lógica de desarrollo económico industrializado, sin controles ni planificación ambiental, genera impactos profundos sobre la sostenibilidad hídrica y los derechos de las poblaciones que habitan estos territorios. Esto refleja el conflicto entre dos modelos, uno privatizador, que ve el agua como mercancía, y otro que la considera un bien común y derecho humano. Esta tensión ha generado conflictos sociales, desigualdad en el acceso y movilización comunitaria. Así, el acuífero de Nejapa no es solo una fuente hídrica, sino también un símbolo de lucha ambiental y social.⁹

3.5 Sobreexplotación del acuífero de Nejapa

La sobreexplotación de acuíferos se presenta cuando el ritmo de extracción supera la capacidad natural de recarga del sistema subterráneo. Este desequilibrio provoca el descenso progresivo del nivel freático, la reducción de los caudales de los manantiales superficiales y el agotamiento de pozos comunitarios. El acuífero de Nejapa presenta actualmente todos los indicadores que permiten catalogarlo como un sistema sobreexplotado.¹⁷

En las últimas décadas, las actividades industriales han sometido al acuífero a una intensa presión extractiva. Empresas transnacionales como la embotelladora Coca-Cola (ILC), junto a compañías nacionales como MECAFE, Salazar Romero y la mexicana JUMEX, mantienen operaciones permanentes que extraen volúmenes significativos de agua subterránea, es importante mencionar que MECAFE y JUMEX, se retiraron del país en el año 2024 y 2016 respectivamente, pero dejaron una huella imborrable en el acuífero.¹

Los reportes técnicos de UNES (2023) y el Foro del Agua (2015) documentan que solo ILC, ha mantenido una extracción anual superior al millón de metros cúbicos, mediante pozos que alcanzan profundidades superiores a los 300 metros. Esta empresa tiene pensado ampliar sus instalaciones para hacer agua embotellada de otra marca, este plan de expansión es preocupante ya que esto elevaría el consumo de 39.31 a 69.83 litros por segundo, lo que podría agotar el acuífero en 27 a 30 años, según el hidrólogo Julio Quiñonez.⁹

La urbanización acelerada también ha reducido las zonas de recarga natural, afectando la infiltración de agua del acuífero.² Por otro lado, el informe de ANDA en 2015 registró la existencia

de 40 pozos de extracción en Nejapa, de los cuales, 15 eran de ANDA, 1 de la alcaldía y los 24 restantes, de empresas privadas, entre ellos 11 eran de ILC.¹

Esta extracción intensiva afecta directamente a la población local, que enfrenta pozos secos, baja presión en el suministro, racionamientos y dependencia de agua embotellada o camiones cisterna. El caso de Nejapa evidencia un riesgo ambiental grave y una clara vulneración del derecho humano al agua.¹⁰

3.6 Contaminación progresiva del acuífero de Nejapa

Aparte de la sobreexplotación, el acuífero de Nejapa enfrenta serias amenazas de contaminación. Según publicaciones de Global Water Partnership (GWP (2015), Foro del Agua (2015) y UNES (2023), las principales fuentes son: aguas residuales sin tratamiento, lixiviados industriales, agroquímicos usados en cultivos cercanos y posibles infiltraciones de metales pesados por minería y urbanización descontrolada.¹⁻¹³⁻¹⁷

La contaminación subterránea es grave, ya que muchas sustancias permanecen por décadas y afectan directamente la salud de comunidades que dependen de pozos artesanales. Este riesgo se agrava con la sobreexplotación, que reduce el volumen de agua, disminuye la presión del acuífero y facilita el ingreso de contaminantes, además de impedir su dilución.⁶

A esto se suma la escasez de fuentes alternativas de abastecimiento en la región convierte al acuífero en un sistema crítico. Su degradación comprometería no solo la salud pública y la sostenibilidad ambiental, sino también la viabilidad económica y social del territorio. En este contexto, la protección del acuífero de Nejapa debe ser tratada como una prioridad nacional urgente, bajo un enfoque preventivo, integral y participativo.¹⁻⁷⁻¹¹

Esta situación también plantea una responsabilidad intergeneracional. El acuífero de Nejapa es un patrimonio vital que debe preservarse para las futuras generaciones. La gestión hídrica debe guiarse por el principio de equidad intergeneracional, que exige decisiones sostenibles y éticas, por encima de intereses económicos de corto plazo.¹⁻¹¹⁻¹⁷

3.7 Impactos sociales y desigualdad en el acceso al agua

La sobreexplotación del acuífero de Nejapa ha generado una crisis hídrica que afecta a miles de familias en el área metropolitana de San Salvador.¹⁷ Según medios de comunicación independientes como CoLatino y Gato Encerrado, los racionamientos son frecuentes, y muchas

familias deben recurrir a fuentes inseguras o pagar entre \$20 y \$40 mensuales por agua embotellada o camiones cisterna.^{5,2}

Esta situación también ha impactado la salud, especialmente infantil, con un aumento de enfermedades gastrointestinales asociadas al consumo de agua contaminada.¹⁰ Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el acceso a agua potable segura es esencial para prevenir enfermedades transmisibles, y su carencia constituye una de las principales amenazas a la salud pública en contextos de desigualdad hídrica.¹⁰

En línea con estas observaciones, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha advertido que las crisis hídricas en contextos rurales y periurbanos, como el de Nejapa, no solo afectan la salud física, sino también la salud mental y el tejido social de las comunidades, incrementando la vulnerabilidad de mujeres, niños y personas mayores. La OPS recomienda incorporar enfoques de salud comunitaria y prevención en los planes de gestión del agua, así como fortalecer la participación social como mecanismo de resiliencia ante el deterioro ambiental.^{10,11}

Además, algunas familias han migrado hacia zonas urbanas por la falta de agua en sus comunidades, aumentando la presión sobre los servicios en las ciudades. El costo social de esta crisis recae sobre los sectores más pobres, mientras las empresas continúan extrayendo agua bajo permisos flexibles. Sin una regulación adecuada, persisten los impactos socioambientales no evaluados. Es urgente que el Estado garantice el derecho humano al agua, fomente la participación comunitaria y adopte políticas que corrijan estas desigualdades estructurales.⁴

3.8 El rol del estado y las debilidades institucionales

Una de las principales debilidades en la gestión hídrica de El Salvador fue la falta de una Ley General de Aguas integral que regulara de forma justa y sostenible el uso, acceso, conservación y distribución del recurso. Aún, a pesar de los esfuerzos de organizaciones sociales y académicas, el marco normativo, seguía siendo fragmentado, permitiendo prácticas extractivas sin control técnico ni participación comunitaria.¹⁷ Fue hasta el año 2022, que se aprueba en el país la Ley General de Recursos Hídricos. Sin embargo, las instituciones responsables de permisos y monitoreos, como ANDA y el MARN, carecen de capacidades técnicas, recursos y voluntad política para ejercer una regulación eficaz.¹⁻⁷⁻¹¹

El derecho humano al agua fue reconocido oficialmente por las Naciones Unidas en 2010 (Resolución A/RES/64/292), estableciendo que: "El derecho humano al agua entabla el acceso suficiente, seguro, aceptable, físicamente accesible y asequible al agua para uso personal y doméstico para todos." Este derecho implica que los Estados deben proteger las fuentes hídricas, fiscalizar su uso y garantizar un acceso equitativo, especialmente a grupos vulnerables. Sin embargo, en El Salvador, su cumplimiento práctico es limitado y muchas decisiones responden a intereses económicos antes que al bienestar colectivo.¹¹

En el caso de Nejapa, la coexistencia de pozos industriales profundos con pozos comunales secos refleja la ausencia de una política hídrica orientada al bien común. Las concesiones de explotación muchas veces se otorgan sin estudios actualizados de impacto ambiental y social, ni procesos de consulta pública. Esto favorece a empresas con poder económico, dejando a las comunidades sin mecanismos reales para exigir transparencia ni defender su derecho al agua.¹

Además, no existen sistemas públicos de monitoreo en tiempo real ni auditorías independientes para verificar el volumen extraído por las industrias. Esta falta de fiscalización ha generado un modelo de gestión opaco y desigual, donde las comunidades enfrentan escasez, mientras las empresas operan sin restricciones. Diversos informes también señalan la opacidad en los procesos de autorización de pozos, sin mecanismos de apelación ni participación ciudadana.¹⁻

7-17

Comparado con los estándares internacionales de gobernanza hídrica, El Salvador presenta un rezago importante. Organismos como FAO, ONU-Agua y la Alianza Mundial por el Agua promueven la equidad, sostenibilidad, transparencia y participación como pilares de la gestión hídrica. Mientras otros países avanzan en leyes modernas con enfoque de derechos humanos, en El Salvador persiste una visión utilitaria del agua como mercancía.⁷

Desde una perspectiva ética y profesional, urge una transformación institucional que reconozca explícitamente el agua como derecho humano. Esto implica priorizar el uso doméstico sobre el industrial, proteger zonas de recarga, asegurar la calidad y continuidad del servicio, y garantizar la participación de las comunidades en la toma de decisiones. Sin una gobernanza justa y transparente, la crisis hídrica se profundizará. El Estado salvadoreño, al haber suscrito el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, tiene una obligación jurídica y ética de garantizar una gestión hídrica sostenible. El agua debe priorizarse para el consumo humano y la

salud pública, por encima de cualquier uso económico. Adoptar un enfoque intergeneracional es clave para preservar este recurso vital para las generaciones actuales y futuras.¹⁻⁷⁻¹¹⁻¹⁷

3.9 Gobernanza comunitaria como alternativa

Ante la débil regulación estatal en la gestión del agua, comunidades organizadas en El Salvador han impulsado modelos de gobernanza comunitaria, orientados a proteger los recursos hídricos como bienes comunes y garantizar el derecho humano al agua. Este enfoque promueve la participación directa en la toma de decisiones sobre el uso, conservación y distribución del agua subterránea, priorizando el acceso doméstico y el control territorial frente a la privatización.¹¹

Entre los objetivos de esta gobernanza destacan: garantizar el acceso equitativo, monitorear la extracción y calidad del agua, exigir rendición de cuentas a empresas, y proteger zonas de recarga mediante prácticas ecológicas. Organizaciones como UNES y el Foro del Agua han apoyado estos procesos en distritos como Nejapa, Tacuba y San Pedro Masahuat, mostrando que las comunidades pueden gestionar el recurso de forma eficiente, solidaria y ambientalmente responsable.^{1,17}

En Nejapa, las comunidades han impulsado procesos organizativos para denunciar la sobreexplotación del acuífero mediante acciones legales, foros y protestas pacíficas, visibilizando su lucha frente a un modelo económico que prioriza intereses privados sobre el bienestar colectivo. Estas resistencias buscan justicia hídrica y equidad en el acceso. Sin embargo, la gobernanza comunitaria enfrenta limitaciones, como la falta de reconocimiento legal, escaso apoyo institucional y presión externa sobre sus liderazgos. Aun así, no se plantea como oposición al Estado, sino como una propuesta de co-gestión participativa que fortalece la democracia hídrica. Una iniciativa clave es la creación de observatorios comunitarios del agua, donde actores locales y técnicos monitorean acuíferos, documentan denuncias y promueven el control ciudadano sobre los recursos.^{5,10}

La experiencia salvadoreña demuestra que empoderar a las comunidades y reconocer su derecho a participar permite construir modelos hídricos sostenibles y arraigados en el territorio. La gobernanza comunitaria representa una vía real, justa y digna para enfrentar la crisis hídrica desde abajo, con protagonismo local y compromiso colectivo.¹⁸

3.10 Propuestas de manejo sostenible del acuífero de Nejapa

A partir del análisis técnico, social y político, se proponen acciones para gestionar el acuífero de Nejapa. (Ver tabla 1)

Tabla N° 1: Propuestas para la sostenibilidad del acuífero de Nejapa

Propuesta	Acción
Delimitación legal y protección de zonas de recarga	Declarar legalmente áreas como Las Conchas, Mejada y Agua Tibia como reservas hídricas.
Límites estrictos de extracción industrial	Establecer cuotas máximas basadas en estudios independientes y aplicar sanciones por incumplimiento.
Monitoreo y transparencia en tiempo real	Crear un sistema nacional con sensores en pozos y datos públicos para acceso ciudadano.
Programas de recarga artificial	Implementar tecnologías como zanjas de infiltración y pozos recargadores con acompañamiento técnico.
Educación y cultura hídrica	Promover la educación hídrica desde la escuela y en las comunidades, para fortalecer el conocimiento sobre el acuífero y fomentar una cultura de cuidado, mediante campañas, talleres y materiales accesibles.
Participación ciudadana vinculante	Incluir a las comunidades en decisiones, vigilancia y consulta sobre el uso del agua.
Ciencia y técnica al servicio del bien común	Impulsar estudios hidrogeológicos desde universidades, sin conflictos de interés.
Control de vertidos y auditoría ambiental a empresas	Aplicar auditorías independientes a empresas, exigir plantas de tratamiento y sancionar vertidos contaminantes.
Restauración ecológica de zonas degradadas	Reforestar zonas degradadas, recuperar microcuencas y promover empleos verdes.
Acciones de la ASA (Autoridad Salvadoreña del Agua) para enfrentar la sobreexplotación del acuífero de Nejapa	Acciones como la reforestación, recuperación de microcuencas y suelos erosionados son clave para mejorar la infiltración. Además, generan empleo local y fortalecen la resiliencia ambiental del territorio.

Fuente: Elaboración propia, en base a propuestas de GWP (2014), UNES (2023) y Foro del Agua (2015)

3.11 Consideraciones teóricas finales

La problemática del acuífero de Nejapa no puede entenderse únicamente desde una perspectiva técnica. Involucra factores estructurales sociales, económicos, jurídicos y ambientales. La actual gestión hídrica prioriza intereses privados, pero experiencias de gobernanza comunitaria han demostrado que es posible construir modelos alternativos desde abajo. Este marco teórico proporciona las bases para repensar una gestión más justa, participativa y centrada en el derecho humano al agua.

CAPÍTULO IV

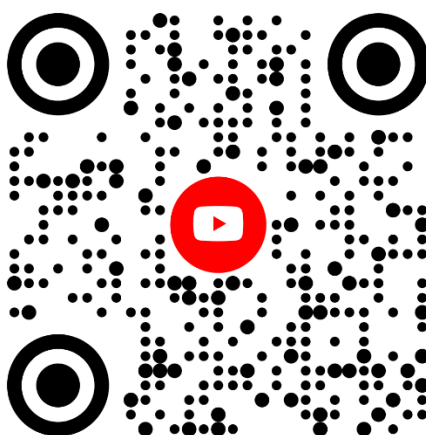
4.0 PRODUCTO FINAL

El producto final de este proyecto es un video documental que presentará los hallazgos sobre la sobreexplotación y contaminación del acuífero de Nejapa.

Ver siguiente enlace:

<https://youtu.be/dxf9Ql2RwwE?si=s6h4F7BRV6x9yLiW>

O escanear el siguiente código QR:



CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES

1. El análisis del contexto hídrico de Nejapa permitió identificar las causas principales de la sobreexplotación del acuífero y los actores que contribuyen a esta problemática. Se identificó, que las principales fuentes de sobreexplotación del acuífero de Nejapa provienen de empresas industriales, como Industrias La Constancia, cuya extracción anual supera la capacidad natural de recarga, situación que se ve agravada por la urbanización descontrolada y la ausencia de una regulación efectiva por parte del Estado, lo cual reduce la capacidad del acuífero para recuperarse y pone en riesgo su sostenibilidad. En este sentido, la falta de equilibrio entre extracción y recarga natural constituye una amenaza latente para la viabilidad ambiental y social de la zona.

2. La sobreexplotación intensiva del recurso hídrico no solo implica consecuencias en la cantidad disponible de agua, sino también en su calidad y seguridad sanitaria. La extracción intensiva de agua, no solo disminuye el volumen del recurso, sino que incrementa su vulnerabilidad a la contaminación, facilitando la reducción de la presión subterránea el ingreso de contaminantes como aguas residuales, lixiviados industriales y agroquímicos, lo que representa un riesgo para la salud de las comunidades dependientes del acuífero. De esta manera, el uso irresponsable del recurso no solo compromete su sostenibilidad, sino también el bienestar de la población local.

3. El estudio social permitió conocer las percepciones de los pobladores respecto a las causas y efectos de la crisis hídrica en Nejapa. Los pobladores señalan a las empresas como principales responsables del deterioro del recurso hídrico, lo que les motiva al interés en organizarse comunitariamente. Sin embargo, las comunidades con acceso más estable al agua, su preocupación es carecer en un futuro por la expansión industrial, mientras que, en las zonas con mayores carencias, que enfrentan cortes frecuentes de agua, deben recurrir para cubrir sus necesidades a agua envasada, lo que incrementa la carga económica de las familias. Esta situación revela una problemática no solo ambiental, sino también social, vinculada a la injusticia hídrica.

4. Frente a los hallazgos identificados, se vuelve necesario plantear alternativas de solución que garanticen la sostenibilidad del acuífero. Con base al análisis técnico y social, se ve la necesidad de tomar acciones concretas para la conservación del acuífero, como la protección de zonas de recarga, límites a la extracción industrial, recarga artificial, educación hídrica y participación comunitaria. Estas propuestas, reflejan un enfoque integral que priorice el bienestar colectivo y el derecho humano al agua. La aplicación de estas medidas contribuiría a establecer un equilibrio entre desarrollo económico, justicia social y sostenibilidad ambiental.

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES

1. A los organismos normativos y a la Autoridad Salvadoreña del Agua (ASA), se les recomienda garantizar la aplicación efectiva de la Ley General de Recursos Hídricos y delimitar legalmente las zonas de recarga del acuífero de Nejapa. Esto implica fortalecer los mecanismos de control, seguimiento y sanción, al mismo tiempo que se evita la construcción, deforestación o actividades extractivas que comprometan su recuperación natural. Solo mediante una gestión estricta y transparente se podrá asegurar que el agua se proteja como un bien común y se conserve en condiciones sostenibles para las generaciones futuras.

2. Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y a las municipalidades del área de influencia del acuífero, se les recomienda implementar sistemas de monitoreo en tiempo real del nivel freático, calidad del agua y volumen extraído, con datos accesibles a la ciudadanía. Asimismo, es necesario restringir permisos de construcción en zonas de recarga y promover ordenanzas locales que fortalezcan la protección hídrica. Estas acciones garantizarán una gestión descentralizada pero articulada, basada en información actualizada y en la protección del territorio frente a presiones urbanísticas y económicas.

3. A las empresas con pozos industriales se les recomienda reducir sus niveles de extracción y someterse a auditorías ambientales periódicas que permitan verificar el cumplimiento de las regulaciones. Además, deben adoptar tecnologías que disminuyan tanto el consumo como la contaminación del agua subterránea, ya que su actividad tiene un impacto directo sobre la disponibilidad del recurso para la población. Un compromiso real del sector privado es indispensable para equilibrar las necesidades económicas con el derecho humano al agua.

4. A las comunidades organizadas y a los medios de comunicación se les recomienda continuar fortaleciendo los procesos de gobernanza comunitaria y visibilizar las luchas sociales por el acceso al agua. La vigilancia social, la denuncia pública y la participación activa en la toma de decisiones constituyen un pilar para la defensa del acuífero. De igual manera, los medios deben divulgar investigaciones y contribuir a sensibilizar a la opinión pública, de modo que la crisis hídrica no quede oculta, sino que se convierta en un tema de interés nacional.

5. A las universidades, centros de investigación y al sistema educativo nacional, se les recomienda desarrollar estudios hidrogeológicos independientes que sirvan de base para orientar políticas públicas libres de conflictos de interés. A la vez, es fundamental que la educación hídrica se incorpore en todos los niveles escolares, fomentando una cultura de cuidado ambiental y uso

responsable del recurso. Con ello se garantiza que tanto el conocimiento científico como la formación ciudadana contribuyan a una gestión más justa y sostenible del agua.

6. Al Estado salvadoreño en particular al gobierno central, la Asamblea Legislativa y el sistema judicial se le recomienda priorizar el derecho humano al agua mediante políticas públicas integrales. El gobierno central debería asumir esta responsabilidad porque es quien coordina y ejecuta las acciones necesarias para garantizar el acceso equitativo y sostenible al recurso. La Asamblea Legislativa, por su parte, tiene la función de crear y fortalecer marcos normativos que protejan los acuíferos, ya que sin un marco legal sólido resulta imposible regular de forma efectiva la extracción y uso del agua. El sistema judicial debe asegurar la aplicación de la ley y sancionar a quienes vulneren este derecho, fortaleciendo así la confianza ciudadana y la justicia ambiental. La participación articulada de estos sectores estatales es indispensable para combatir la injusticia hídrica y asegurar la sostenibilidad del acuífero de Nejapa como patrimonio vital de la nación.

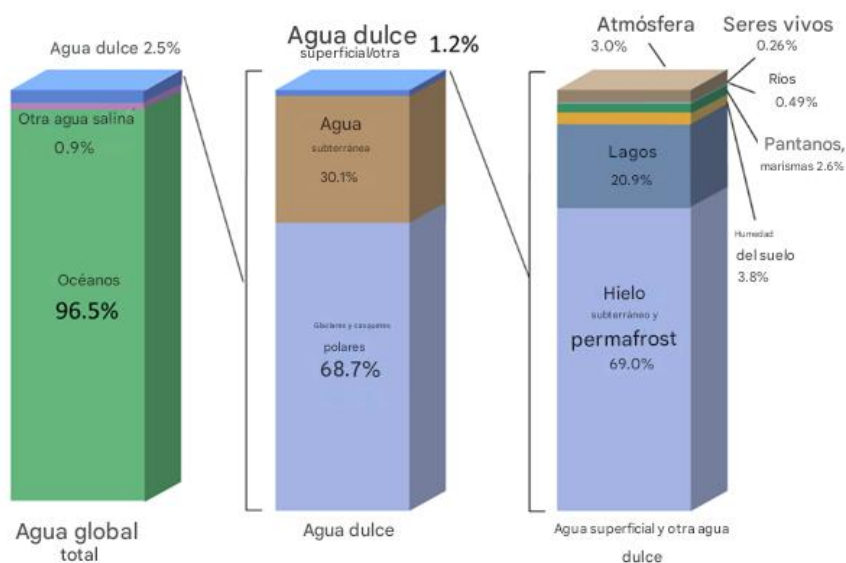
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Foro del Agua. Estudio del acuífero de Nejapa [Internet]. 2015 [citado 29 jun 2025]. Disponible en: https://forodelagua.org.sv/oldwebsite/sites/default/files/documentos/2015/06/Estudio_Acuifero_de_Nejapa_c-portada.pdf
2. Alianza por la Solidaridad: Un mundo más justo y sostenible [Internet]. El caso de Nejapa; [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: https://www.alianzaporlasolidaridad.org/especiales/tierra/pdf/Informe_CocaCola_Salvador.pdf
3. Fundación Aquae [Internet]. ¿Cuánta agua potable hay en la Tierra?; 22 de diciembre de 2021 [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/cantidad-de-agua-potable-fuente-de-vida/>.
4. Ayala E. IPS Agencia de Noticias [Internet]. Familias pobres en pie de lucha por el agua en El Salvador, ante avance de industria; 22 de diciembre de 2024 [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://ipsnoticias.net/2024/12/familias-pobres-en-pie-de-lucha-por-el-agua-en-el-salvador-ante-avance-de-industria/>.
5. Méndez S. Diario Co Latino [Internet]. Comunidades de nejapa rechazan pozo industrial de la constancia - diario co latino; 6 de noviembre de 2024 [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://www.diariocolatino.com/comunidades-de-nejapa-rechazan-pozo-industrial-de-la-constancia/>.
6. Jamalí MY, Namous M, Amir S. DESWATER [Internet]. Desalination and water treatment; 23 de marzo de 2020 [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: https://www.deswater.com/DWT_articles/vol_195_papers/195_2020_201.pdf
7. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Internet]. Water governance | tierras y aguas | 2021 [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://www.fao.org/land-water/water/water-governance/es>
8. Ferroviaal [Internet]. Definición de acuífero - ferroviaal; [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://www.ferroviaal.com/es/recursos/definicion-de-acuifero/>.
9. Hernández M. Cosal Uviéu - Comité de Solidaridá con América Latina [Internet]. El uso de un acuífero para hacer Coca-Cola amenaza el agua de 30.000 personas en El Salvador; [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://cosal.es/el-uso-de-un-acuifero-para-hacer-coca-cola-amenaza-el-agua-de-30-000-personas-en-el-salvador/?print=print>

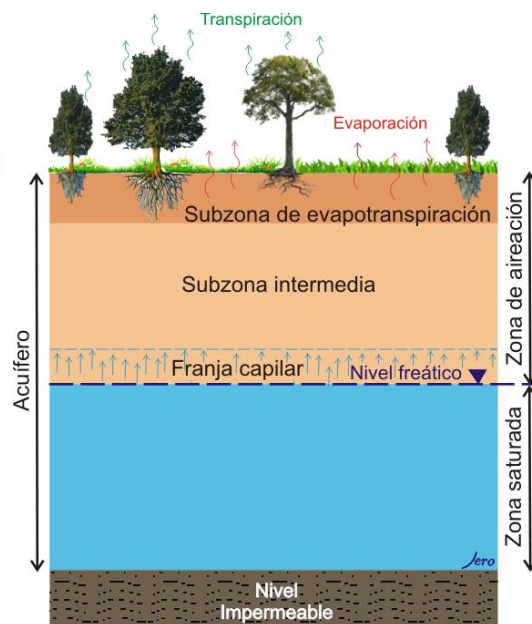
10. Hernández N, Martínez O, Ayala A. GatoEncerrado [Internet]. Nejapa y Chinautla en estrés hídrico; 12 de agosto de 2021 [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://gatoencerrado.news/2021/08/12/nejapa-y-chinautla-en-estres-hidrico/>.
11. ONU. Meetings Coverage and Press Releases [Internet]. General assembly adopts resolution recognizing access to clean water, sanitation as human right, by recorded vote of 122 in favour, none against, 41 abstentions | meetings coverage and press releases; 28 de julio de 2010 [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://press.un.org/en/2010/ga10967.doc.htm#:~:text=julio%20de%202010-,La%20Asamblea%20General%20adopta%20una%20resoluci%20n%20que%20reconoce%20el%20acceso,en%20contra%20y%2041%20abstenciones>.
12. Pérez I. Ciencia UNAM [Internet]. Acuíferos, nuestra valiosa fuente de agua; 27 de abril de 2020 [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://ciencia.unam.mx/leer/988/acuiferos-una-valiosa-fuente-de-agua->
13. Sánchez San Román J. USAL [Internet]. Contaminación de las aguas subterráneas; [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://hidrologia.usal.es/temas/contaminacion.pdf>
14. UNAM. UNAM Global - De la comunidad para la comunidad [Internet]. El agua subterránea: clave para abastecer a la población mundial - UNAM Global; 21 de marzo de 2023 [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: https://unamglobal.unam.mx/global_revista/el-agua-subterranea-clave-para-abastecer-a-la-poblacion-mundial/.
15. USGS. USGS [Internet]. The distribution of water on, in, and above the Earth; 25 de octubre de 2019 [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://www.usgs.gov/media/images/distribution-water-and-above-earth>
16. Valdivielso A. iAgua [Internet]. ¿Qué es un acuífero?; [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-acuifero>
17. Vides W. Unidad Ecológica Salvadoreña [Internet]. Lucha contra la sobre explotación de los acuíferos de Nejapa; 4 de marzo de 2023 [Citado el 29/06/2025]. Disponible en: <https://unes.org.sv/2023/03/04/lucha-contra-la-sobre-explotacion-de-los-acuiferos-de-nejapa/>.
18. Facebook [Internet]. Facebook.com. 2016 [cited 2025 Sep 22]. Available from: <https://www.facebook.com/reel/1064208705251147>

ANEXOS

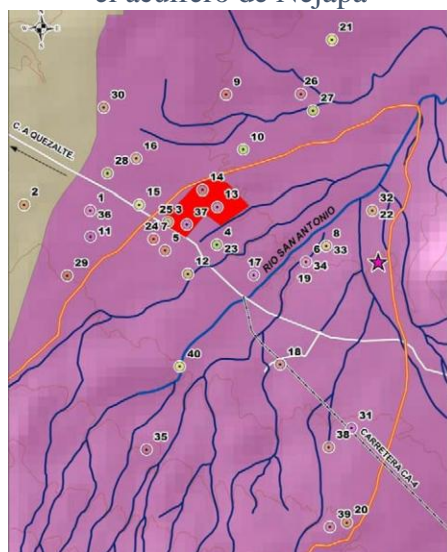
Anexo N° 2. Cantidad de agua en la Tierra.



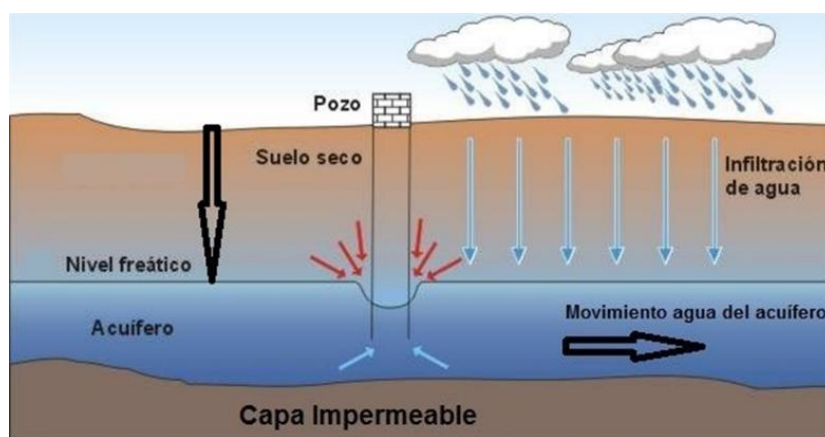
Anexo N° 1. Partes de un Acuífero.



Anexo N° 3. Ubicación de 40 pozos en el acuífero de Nejapa



Anexo N° 4. Formación de un acuífero



Anexo N° 5. Comunidades se pronuncian contra nuevos pozos industriales.

