

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
SECCIÓN DE LABORATORIO CLÍNICO**



**INFORME FINAL DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN:  
CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE AGUA**

**TÍTULO DEL INFORME FINAL:**  
GESTIÓN Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN LA ZONA URBANA DE SAN  
MIGUEL.

**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:**  
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO

**PRESENTADO POR:**  
EDGARDO JOSUÉ TORRES GRANILLO N° CARNET TG20002  
ROBERTO EMANUEL CAMPOS CORCIO N° CARNET CC20066  
KEYLIN GISELA LÓPEZ DE DÍAZ N° CARNET LH13006

**DOCENTE ASESOR:**  
LIC. DARTHON ALEXANDER VELÁSQUEZ

OCTUBRE DE 2025  
SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**AUTORIDADES**



**MSC JUAN ROSA QUINTANILLA**  
**RECTOR**

**DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN**  
**VICERRECTORA ACADÉMICA**

**MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**  
**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO**

**LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA**  
**SECRETARIO GENERAL**

**LIC. CARLOS AMILCAR SERRANO RIVERA**  
**FISCAL GENERAL**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL  
AUTORIDADES**



**MSC. CARLOS IVÁN HERNÁNDEZ FRANCO  
DECANO**

**DRA. NORMA AZUCENA FLORES RETANA  
VICEDECANA**

**LIC. CARLOS DE JESÚS SÁNCHEZ  
SECRETARIO**

**DR. AMADEO ARTURO CABRERA GUILLÉN  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA**

**MSC. LORENA PATRICIA PACHECO DE QUINTANILLA  
COORDINADORA DEL PROCESO DE GRADO DE LA CARRERA DE  
LICENCIATURA EN LABORATORIO CLÍNICO**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecemos infinitamente a Dios todo poderoso, por guiarnos, darnos fortaleza, sabiduría y perseverancia para culminar con éxito nuestros estudios y pre especialización.

A nuestras familias por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante, quienes nos motivaron a seguir adelante aun en los momentos más difíciles.

Expresamos también nuestra gratitud a la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental encargada de nuestra formación, a todos nuestros docentes y asesores, por compartir sus conocimientos, por su orientación académica y por brindarnos las herramientas necesarias durante el desarrollo de toda nuestra carrera y para el desarrollar este proyecto.

De igual manera, agradecemos a todas las personas, amistades, compañeros, hospitales e instituciones que de una u otra forma, contribuyeron a la realización de nuestra carrera. Su ayuda, consejos y colaboración fueron fundamentales para alcanzar tan añorado logro.

Finalmente, a todos los que creyeron y nos animaron durante este proceso, muchas gracias. Todo esto no hubiese sido posible sin su valioso apoyo.

Keylin, Edgardo, Roberto

## DEDICATORIA

**A Dios:** En primer lugar, a Dios Todopoderoso por darme la vida, la sabiduría y perseverancia necesarias para llegar hasta aquí. Por guiarme y acompañarme siempre.

**A mis padres:** Folgar López, que descansa en el cielo, su presencia física ya no me acompaña, pero ha estado guiando mis pasos y celebrando conmigo cada avance. Edith de López por su apoyo incondicional y ser un ejemplo de valentía, sacrificio. Gracias por creer en mí.

**A mis hermanas:** Yeimi, Hazell y Lissy, por ser un pilar fundamental en mi vida. En cada logro que celebro hay una parte de ustedes.

**A mi esposo:** Félix Díaz por ser mi compañero incondicional en esta etapa tan importante de mi vida, gracias por tu amor y apoyo. Este logro también es tuyo.

**A mis abuelos:** Daniel Hernández, Rosa Gonzáles. Gracias por enseñarme valores que me guían día a día, por sus historias que inspiran y por su ejemplo que siempre ilumina mi camino.

**A mis suegros y cuñados:** Félix D, Candelaria B, Edith D, Miguel D, Alexander D, Elmer D, Ángel G, a todos ustedes gracias por ser familia y abrirme las puertas de su corazón.

**A mis sobrinas, tíos y primos:** Lindsay L, Angie L, Nora H, Olga H, Endys H, Daniel H, Roberto L, Imelda L, Lorena M, Odili L, Saúl L, Katherinne M, Álvaro M, Edwin H, Abraham H, Aldair M. Que con su cariño y afecto me demuestran que la familia es un tesoro que fortalece el corazón y nos impulsa a seguir adelante.

**A mis amigos:** Reyna F, Beatriz V, Franklin R, Carlos R, Rosy A, Margarita R, Daysi D, Cinthia M, Dania M, Adriana V, Nixon M, Miguel L, Roberto C, Edgardo T. Por cada conversación y muestras de cariño hicieron más llevadero este camino de retos. Los llevo en mi corazón.

**A todos los Licenciados:** Gracias por enseñarme la grandeza de esta profesión.

Keylin de Diaz

## DEDICATORIA

**A Dios:** Primeramente, dedico este trabajo a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la oportunidad de llegar hasta este momento.

**A mi madre:** Yanira Elizabeth Torres, por su amor incondicional, su esfuerzo y su ejemplo constante de lucha y dedicación.

**A mi abuela:** María Yolanda Torres, que en paz descansa, por su cariño, sus enseñanzas y por haber sido una luz en mi vida que siempre recordaré con gratitud.

**A mi Familia:** René Guandique, María Torres, Miguel Torres, Salvador Torres, y a mis padrinos Julia y Sury Flores, por su apoyo, consejos y afecto inquebrantable. También a mi prima Raquel Flores, por su compañía y aliento.

**A mis compañeros y amigos:** quienes compartieron conmigo este camino de aprendizaje y esfuerzo, especialmente a mi mejor amigo Alex Serrano y a su familia, su madre y su hermana, por su amistad sincera y apoyo constante.

**A mis Docentes:** Finalmente, a mis docentes, por su dedicación, paciencia y por haber contribuido a mi formación con sus conocimientos y valores.

Edgardo Torres

## DEDICATORIA

Dedico la elaboración de este trabajo primordialmente a Dios puesto que por gracia de su obra y plan pude concluir mis estudios universitarios; se le es dedicado con amor a mis padres, Roberto Campos y Ana Corcio puesto que forjaron con sus enseñanzas y reglas el hombre que soy ahora, quienes siempre han estado para apoyarme y aconsejarme en tribulaciones en donde he necesitado de sus palabras a lo largo de estos seis años de carrera universitaria. Sin el sustento parental, emocional y económico desde que tome mi primer respiro al nacer no habría podido lograr llegar donde estoy ahora mismo, las loas y elogios que puedo darles no son suficientes para expresar lo agradecido y orgulloso que estoy de ellos como lo bendecido que me siento por Dios al permitirme tenerlos a ellos como padres.

De igual forma quisiera dedicarle parte de este trabajo a Rene Campos, mi abuelo, quien nunca titubeo o se negó a brindarme transporte cuando lo necesitaba, sin importar el momento, hora o situación, sus pláticas, consejos y sabiduría tampoco será pasada por alto.

He de mencionar de igual forma a compañeros, licenciados y amistades cosechadas en lo extenso de este viaje quienes también fueron un soporte emocional y motivacional, así como también una fuente de conocimientos.

A todas estas personas y a otras que de alguna forma ayudaron en la realización de mis logros y objetivos quiero darles infinitas gracias.

Roberto Campos

## ÍNDICE

RESUMEN. ....	i
ABSTRACT. ....	ii
INTRODUCCIÓN.....	3
DISCUSIÓN. ....	5
Antecedentes.....	5
Evaluación Microbiológica. ....	6
Problemática En Comunidades De La Zona Urbana De San Miguel. ....	8
Proyectos De Gestión De Agua Y Cobertura En La Zona Urbana De San Miguel. ....	9
Origen Del Agua Utilizada En San Miguel. ....	12
CONCLUSIÓN. ....	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	17

## Resumen

El acceso al agua potable en la zona urbana de San Miguel refleja una problemática histórica que continúa siendo un reto para el bienestar de la población. Desde el uso inicial del manantial de Moncagua en 1915 hasta la perforación de pozos profundos dentro de la ciudad, la gestión del recurso ha estado marcada por el crecimiento demográfico y las limitaciones de la infraestructura. A pesar de los avances en cobertura y modernización del servicio, aún persisten desigualdades en la distribución y problemas de continuidad que afectan a miles de familias. La calidad del agua también constituye un desafío relevante. Diferentes estudios muestran la presencia de contaminantes bacterianos y químicos, lo que pone en riesgo la salud pública y evidencia la presión que enfrentan tanto los acuíferos urbanos como los ríos de la zona. Estos hallazgos subrayan la necesidad de reforzar los sistemas de monitoreo y de protección de las fuentes de abastecimiento, además de garantizar un control más estricto de la potabilidad del recurso.

En respuesta, se han impulsado iniciativas recientes como la creación de laboratorios regionales para el análisis de agua y la implementación de políticas de gestión integral. No obstante, la experiencia cotidiana de los habitantes muestra que la crisis hídrica trasciende lo técnico: muchas familias deben recurrir a alternativas propias, como pozos artesanales, lo que genera nuevas vulnerabilidades. La situación de San Miguel ilustra la necesidad de avanzar hacia una gestión del agua más sostenible, equitativa y orientada al reconocimiento del agua como derecho humano fundamental.

**Palabras clave:** Agua potable, Gestión del agua, Sostenibilidad, Acuíferos, Armonización, Déficit hídrico.

## **Abstract**

Access to drinking water in the urban area of San Miguel reflects a historical problem that continues to challenge the well-being of the population. From the initial exploitation of the Nancagua spring in 1915 to the drilling of deep wells within the city, management of this resource has been marked by population growth and infrastructure limitations. Despite advances in service coverage and modernization, inequalities in distribution and continuity problems that affect thousands of families persist.

Water quality is also a significant challenge. Various studies show the presence of bacterial and chemical contaminants, which endanger public health and highlight the pressure faced by both urban aquifers and the area's rivers. These findings underscore the need to strengthen monitoring and protection systems for supply sources, in addition to ensuring stricter control of the resource's potability.

In response, recent initiatives have been promoted, such as the creation of regional laboratories for water analysis and the implementation of comprehensive management policies. However, the daily experience of residents shows that the water crisis transcends the technical: many families must resort to alternative solutions, such as artisanal wells, which creates new vulnerabilities. The situation in San Miguel illustrates the urgency of moving toward more sustainable and equitable water management, oriented toward the recognition of water as a fundamental human right.

## **Keywords:**

Drinking water, Water management, Sustainability, Aquifers, Harmonization, Water deficit.

## Introducción

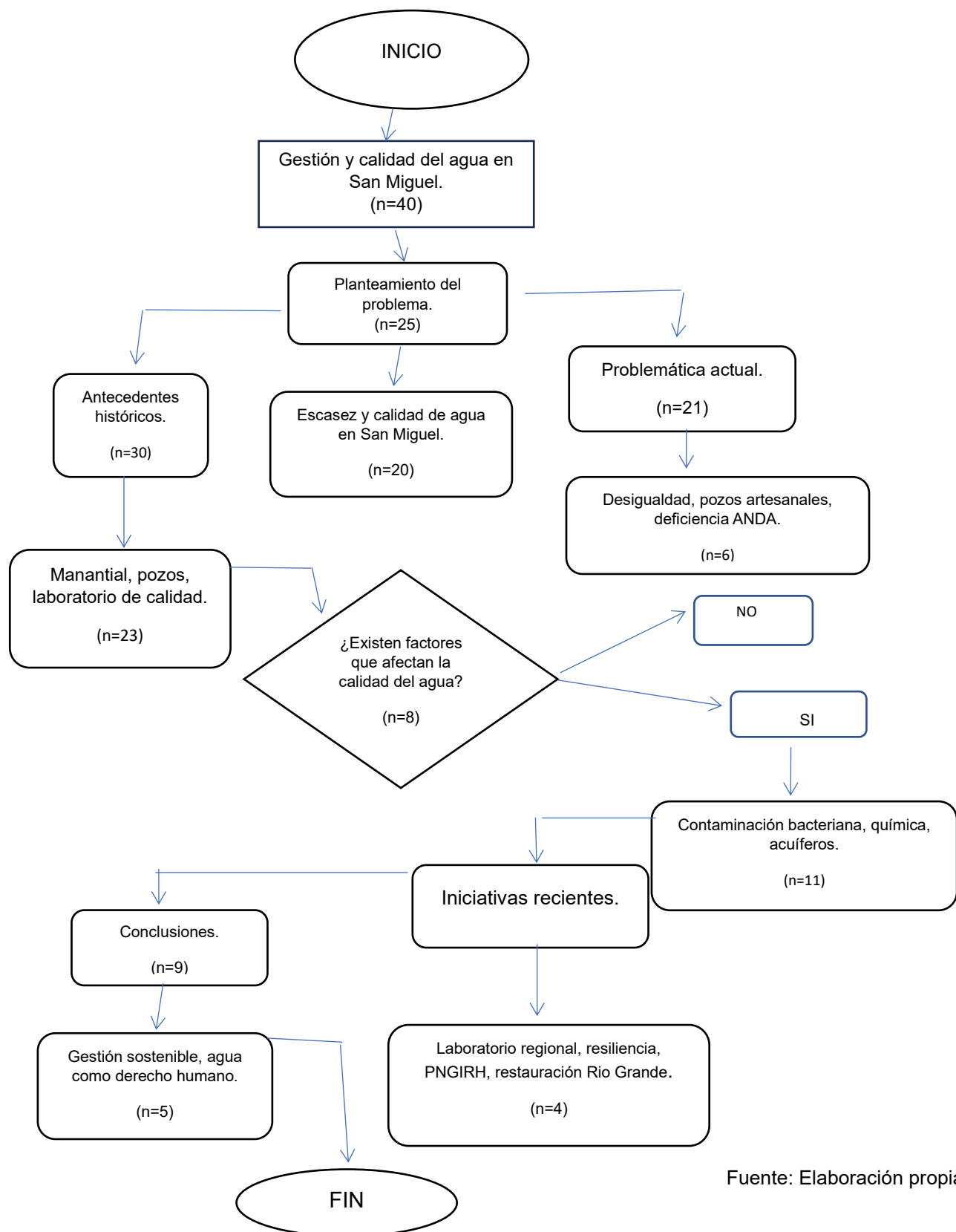
El acceso al agua potable es uno de los derechos fundamentales para el desarrollo humano y la salud pública. En el contexto urbano, la gestión eficiente de este recurso representa un reto creciente, especialmente en países en vías de desarrollo donde la urbanización ha superado la capacidad de las infraestructuras existentes. A medida que las ciudades crecen, también lo hace la demanda de agua, lo que genera mayor requerimiento sobre las fuentes naturales, los sistemas de tratamiento y las redes de distribución.

La gestión del agua potable implica un conjunto de procesos técnicos, administrativos y sociales que van desde la captación hasta la entrega del recurso a los hogares, escuelas, centros de salud y comercios. Sin embargo, esta cadena es a menudo interrumpida por deficiencias en la infraestructura, falta de inversión, contaminación de fuentes y escasa participación comunitaria. A pesar de los esfuerzos institucionales y de cooperación internacional, muchos sistemas de agua urbana presentan problemas estructurales que afectan directamente a la calidad de vida de millones de personas.

Es importante conocer la gestión del agua en las zonas urbanas del distrito de San Miguel centro, San Miguel para su consumo, con énfasis en los factores que influyen en su calidad, continuidad y cobertura. A su vez entender el ámbito histórico en la gestión y calidad del agua en la zona urbana del municipio de San Miguel.

Se realizó una búsqueda de material bibliográfico en relación Gestión y Calidad del agua potable en la zona urbana de San Miguel, los descriptores utilizados fueron los siguientes: Calidad de agua, Gestión del agua, Escasez de agua potable, Desabastecimiento de agua y se excluyen Potabilización de agua, Escasez de agua en zona rural. (Ver figura 1)

Figura 1: Diagrama de Flujo para los resultados de búsqueda de literatura



Fuente: Elaboración propia

## Discusión

### Antecedentes

El sistema que abastece de agua potable a la ciudad de San Miguel se inicia hace más de 80 años, cuando en 1915 se captó un manantial en Moncagua que abastecía por gravedad el centro de la ciudad. A medida que creció la demanda de la población, se inició la explotación del agua subterránea de la zona. El sistema de abastecimiento de agua potable de ANDA para la ciudad de San Miguel, a finales de 1995 comprende unas 15,660 conexiones y una población servida de 68,000 personas. para una población de 147,000 habitantes, de una cobertura del 46%

En la actualidad la Ciudad de San Miguel se abastece de agua potable de un acuífero ubicado inmediatamente debajo de la zona urbana, el agua es captada por medio de pozos profundos perforados ubicados en diferentes sitios dentro de la Ciudad. En otras palabras, dentro de los límites de la ciudad esta la zona de explotación del acuífero. (1)

Avances recientes y desafíos pendientes en 2024, ANDA comenzó la construcción de un laboratorio de calidad en San Miguel, pero su eficacia dependerá de la aplicación de sus resultados. Persiste la necesidad de coordinación entre actores públicos, privados y comunitarios, y de una política pública integral que garantice sostenibilidad. Construcción del Laboratorio de Calidad del Agua en la Región Oriental, este laboratorio, que representa una inversión de 1.3 millones de dólares, se enmarca en el componente 3 del programa: Mejora de la Gestión Institucional, diseñado para garantizar un control más eficiente y preciso de la calidad del agua distribuida en los departamentos de Usulután, San Miguel, Morazán y La Unión. Gracias a su diseño moderno y a la implementación de tecnología de vanguardia, el laboratorio permitirá:

- a) Ampliar la cobertura de análisis de agua, con capacidad para realizar hasta 1,440 análisis de agua anuales e incluir parámetros avanzados.

b) Fortalecer la autonomía regional, ya que ya no será necesario transportar las muestras de agua al laboratorio central y se podrá obtener resultados en menor tiempo.

c) Acreditación internacional, lo que permitirá cumpliendo con la norma ISO 17025 y consolidar un servicio confiable y reconocido.

d) Incrementar servicios, por lo que será posible procesar más muestras adicionales al año, beneficiando directamente a 452,840 usuarios de la zona oriental del país. (2)

La calidad sanitaria del agua para consumo humano fue estudiada en la zona urbana del municipio de San Miguel, durante los meses de marzo a junio de 1992; específicamente en las seis plantas de bombeo y distribución de agua potable de ANDA: Hirleman, El Jalacatal, La Paz, Belén, San Carlos y El Molino. En el estudio anteriormente mencionado, se hicieron análisis bacteriológicos (NMP y RTB) físicos (olor, sabor, color, turbidez y temperatura) y químicos (pH, cloro libre, plomo y arsénico); del agua del sistema de distribución de ANDA: muestreada a 10 y 50 metros de cada planta de bombeo. En los análisis bacteriológicos se empleó la técnica de "fermentación de tubos múltiples" y se determinaron el número más probable de coliformes (NMP) y el recuento total de bacterias (RTB) (3)

### **Evaluación Microbiológica**

Evaluación de la calidad microbiológica y presencia de microorganismos multidrogosistentes en el agua del río El Tixcuco y la red de agua que abastece a la colonia Prados de San Miguel, en el municipio de San Miguel, El Salvador, 2023.

En el estudio anteriormente mencionado se evaluó la presencia de microorganismos multidrogosistentes en el agua del río El Tixcuco y la red que abastece a la Colonia Prados de San Miguel, Municipio de San Miguel, El Salvador.

(4)

La fase experimental se dividió en 2 etapas. Primero, la fase de campo en la cual se recolectaron las muestras de agua y se tomaron parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH y cloro residual). Segundo, la fase de laboratorio.

El análisis de microorganismos se realizó mediante la técnica de tubos múltiples para determinar el número más probable de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*. Posteriormente se aislaron e identificaron cepas de *Klebsiella spp.* y *Pseudomonas spp.* a las cuales se les realizaron pruebas de antibiogramas por el método de Kirby Bauer para determinar si las bacterias aisladas presentaban susceptibilidad o resistencia a una serie de antibióticos seleccionados. Se encontraron altas concentraciones de bacterias coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* para ambos sitios de estudio. (4)

De acuerdo con el MARN y SNET, los ríos Suquiapa, Sucio, Agua Caliente, Colón, Acelhuate, Acahuapa y Grande de San Miguel, son utilizados como medios de descarga directa de las aguas negras generadas en Santa Ana, Zona Agroindustrial de Zapotitán, Armenia, Santa Tecla, San Salvador, San Vicente y San Miguel, respectivamente (MARN, 2003) (5)

Datos relacionados con el boletín estadístico de ANDA 2020 sobre el abastecimiento de agua potable y alcantarillado en la zona urbana del municipio de San Miguel:

Cobertura de población urbana con acceso a servicios de acueducto y alcantarillado con conexiones domiciliarias en el año 2020 en número de habitantes y porcentajes, en relación a este porcentaje en el departamento de San Miguel, población servida de 217,550 personas que representan un 80.2% con acceso a acueductos y 143,479 personas que representan un 52.9%.

La situación de los servicios de acueducto y alcantarillado en el municipio de San Miguel para el año 2020. Estos datos reflejan que la zona urbana contaba con 26,397 servicios de acueducto y 28,547 de alcantarillado, lo que representaba una cobertura del 52.3% y 56.6% de la población urbana, respectivamente. (6)

Los boletines estadísticos de ANDA muestran que la cobertura de agua potable en la zona urbana se ha mantenido entre 87.1% y 96.9%, con una tendencia al alza desde el 2007 y siendo provista mayoritariamente por la institución a través de conexiones permanentes en los hogares (ANDA, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2020). (7)

Uno de los problemas más críticos que afecta la calidad de vida de los salvadoreños, es el acceso al agua. A lo antes mencionado se suman otras dos problemáticas como es la disponibilidad y calidad del agua. El Salvador es uno de los países de América Latina, con menor disponibilidad de agua por habitante; pero no sólo eso, sino que lo más crítico son los pronósticos en relación al balance hídrico, que indican que para el año 2030, El Salvador, enfrentará un déficit hídrico (Banco Mundial), esto quiere decir que la demanda de agua será superior a la disponibilidad (oferta de agua), generando un desequilibrio, que sin lugar a dudas afectará el desarrollo económico y social del país (8)

### **Problemática en comunidades de la zona urbana de San Miguel**

En la zona de San Miguel, El Salvador, se refleja una problemática que precede de hace muchos años y presenta durante varios años una problemática persistente relacionada con el abastecimiento de agua potable ya que la cobertura de Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), es principalmente para el área urbana y semi urbana; la calidad del servicio es muy criticada por los usuarios, tanto por la calidad del agua, como por la consistencia del servicio, debido a que un importante número de usuarios tienen conexiones de tuberías para abastecerse de agua potable, pero carecen del tan vital líquido, o solamente llega el agua una o dos horas al día y es que esta es una realidad que se ve a nivel nacional.

Las zonas urbanas experimentan con cierta frecuencia interrupciones y prolongadas en el suministro por parte de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), lo que ha generado inconformidad y preocupación entre la población salvadoreña. La falta de acceso continuo a este recurso esencial ha

obligado a muchas familias a buscar alternativas de autoabastecimiento, como la perforación de pozos artesanales y la implementación de sistemas locales de distribución gestionados por la misma comunidad, sin respaldo técnico institucional.

Estas soluciones, aunque prácticas, han generado nuevos desafíos relacionados con la calidad del agua consumida, la sostenibilidad del recurso hídrico y la inequidad en el acceso, puesto que no todas las familias tienen la capacidad económica para financiar dichos proyectos.

Esta situación refleja una carencia estructural en la planificación y cobertura del servicio de agua potable en zonas urbanas en expansión, donde el crecimiento poblacional no ha sido acompañado por una ampliación adecuada de la infraestructura de abastecimiento.

A pesar de los esfuerzos institucionales en otros sectores de San Miguel, la persistencia de esta problemática en la zona urbana pone en evidencia las limitaciones del sistema actual y la necesidad urgente de estudiar las causas, consecuencias y posibles soluciones integrales para garantizar el derecho humano al agua en esta comunidad específica. (8)

## **Proyectos de gestión de agua y cobertura de servicios en zona urbana de San Miguel**

El Banco Mundial, en conjunto con ANDA llevan a cabo el Proyecto de Resiliencia del Sector Hídrico de El Salvador, en donde se es mencionado textualmente parte de los puntos principales del proyecto y el justificante de la inversión del mismo

Componente 2: “Modernizar la gestión del servicio y fortalecer la planificación para mejorar la resiliencia a los riesgos climáticos”, las actividades a realizar son: a) elaboración de dos planes maestros de abastecimiento de agua y saneamiento para las ciudades de San Miguel y Santa Ana, b) desarrollo de perfiles de riesgo y planes de contingencia para eventos climáticos y emergencias para el abastecimiento de

agua prioritario de ANDA y sistemas de aguas residuales, c) aumentar la representación de las mujeres en el sector del agua. (9)

El “Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico de El Salvador, con énfasis en Zonas Prioritarias”, fue elaborado por el MARN con el apoyo del “Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento” de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), El objetivo del PNGIRH es garantizar la satisfacción de las demandas de agua, en equilibrio y armonización con el desarrollo social y económico del país. (10)

La evolución de la historia humana muestra que la demanda de agua, en casi todas las sociedades del planeta, se ve afectada principalmente por dos variables: el crecimiento demográfico y la elevación en el nivel de vida que está determinada por patrones de conducta que tienden al desperdicio y el abuso en el consumo. En coherencia con esta generalidad, la demanda de agua en El Salvador mantiene una tendencia de rápido crecimiento.

Otro de los factores que también incide en la configuración de la actual crisis hídrica, es el relacionado con la escasa utilidad y desperdicio del agua en los sistemas de riego para cultivos agrícolas y la pérdida de agua potable en las tuberías que la transportan subterráneamente a las ciudades. (11)

La cobertura del servicio de agua potable del área urbana de San Miguel es del 75.6%, tanto por la ANDA como por otros operadores. Ningún sector de San Miguel tiene servicio de agua permanentemente, según la información recabada; el mejor de los casos está sería el sector “Santa Fe” con servicio durante 22 horas al día todos los días.

El municipio de San Miguel cuenta en la actualidad con 45,212 conexiones de alcantarillado que suponen una cobertura del 76%, de las cuales 27,712 están gestionadas por ANDA. Del resto de conexiones no gestionadas por ANDA, solo el sistema de El Pacífico cuenta con una red de alcantarillado propia incluido su sistema de depuración. Considerando el crecimiento de viviendas previsto hasta 2039, si no

se realiza una ampliación de la red existente la cobertura descendería hasta el 46%.  
(12)

En el Plan Maestro de Infraestructura 2019-2030, en donde se plantea las prioridades estratégicas del sector agua y saneamiento y se mencionan dentro de ellas la siguiente a corto y mediano plazo:

- Mejorar la gestión empresarial de ANDA: Con el fin de que cuente con la capacidad financiera y técnica suficientes para atender las responsabilidades a su cargo.
- Provisión de plantas de Tratamiento de aguas residuales en los principales centros urbanos: San Salvador, Santa Ana y San Miguel. (13)

ANDA presenta un Plan de restauración ambiental del Río Grande de San Miguel, este plan se desarrollará a través de las instituciones que conforman el Comité Interinstitucional Nacional de Cuencas Hidrográficas (CINACH) y las 45 municipalidades dentro de la cuenca de este importante cuerpo de agua.

La propuesta contempla un abordaje integral de las problemáticas que enfrenta este río en las cuencas alta, media y baja, entre las que destacan la deforestación, el vertido de aguas residuales sin ningún tratamiento y la mala disposición de los residuos sólidos. (14)

Es importante para el conocimiento de las personas que desean realizar un pozo artesanal para uso doméstico en la zona urbana, conocer el marco legal de estas acciones para actuar acorde a la ley. En el artículo 170 menciona lo siguiente:

Pozos artesanales para usos domésticos Art. 170.- Los propietarios de inmuebles que tengan dentro del mismo, pozos artesanales para usos doméstico o uso común, tendrán la obligación de informar y registrarlos en la ASA, dentro del año siguiente a la entrada en vigencia de la presente Ley. Con relación a los pozos artesanales que se quieran excavar y aprovechar su recurso hídrico y que se encuentren en área

urbana, las personas naturales o jurídicas interesadas deberán solicitar el permiso de exploración correspondiente. (15)

La Subregión de San Miguel es la zona con un mayor desarrollo urbanístico y por lo tanto con una mayor demanda de recursos hídricos. Están presentes en su territorio las dos más grandes zonas acuíferas de la subregión:

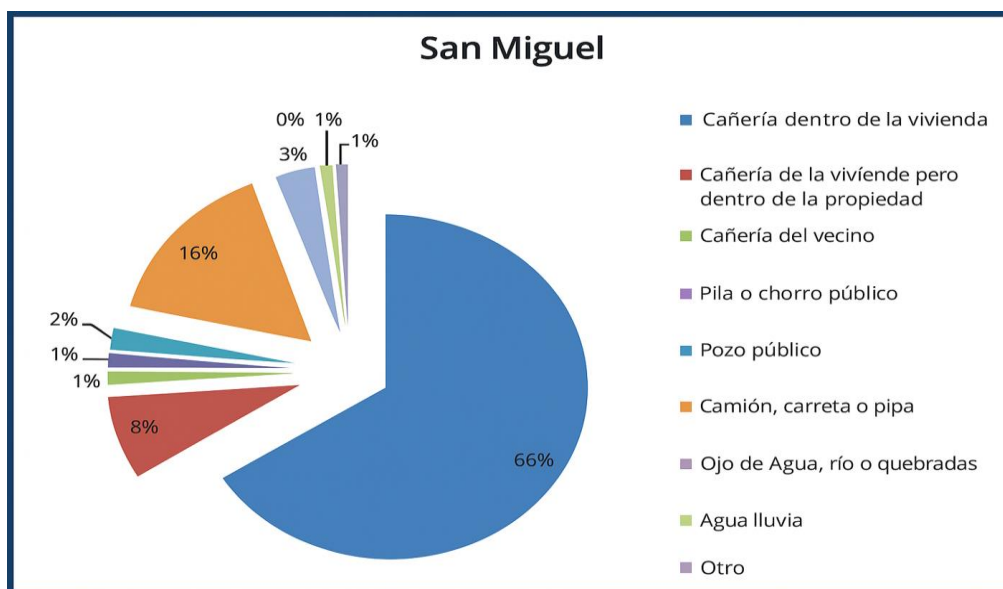
La principal, por su extensión territorial, es la unidad hidrogeológica conocida como Acuífero Poroso de Gran Extensión y Productividad Media, este acuífero ocupa toda la parte central del municipio, sus propiedades son variables, la Transmisividad, general oscila entre 40 m<sup>2</sup>/d a 400 m<sup>2</sup>/d. La otra unidad hidrogeológica presente es un acuífero volcánico y probablemente gran producción, el cual ocupa la zona circundante del volcán Chaparrastique. (16)

Los datos obtenidos a partir del Censo de población de 2007 para toda la subregión de San Miguel muestran que hay más población urbana que rural, pero esto se debe al fuerte peso poblacional de San Miguel. Considerando la demanda establecida para la subregión equivalente a 516.7 Litros/segundo y el análisis de disponibilidad del recurso realizado anteriormente, se concluye que la demanda es mayor que la capacidad de obtención de recurso. Pese a que en el futuro se prevé la reducción de pérdidas de manera sustancial y teniendo en cuenta el posible ritmo de aumento de cobertura por ANDA comparado al siempre mayor ritmo de aumento de población, se deduce que a medio plazo el recurso se agote o, en cualquier caso, no logre cubrir la demanda de la población. (16)

### **Origen del agua utilizada en San Miguel**

Considerando el origen del agua utilizada en el municipio de San Miguel los datos se visualizan conforme a la siguiente propuesta gráfica: En este municipio un porcentaje significativo de las viviendas equivalente al 66% cuentan con cañería dentro de 2 viviendas (el peso de la ciudad de San Miguel), 16% la obtienen de pozos privados y el resto de pozos públicos, camiones, etc. (Ver gráfico 1). (16)

Gráfico 1: Origen del Agua utilizada en las viviendas en San Miguel



Fuente: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA)

Los parámetros físico-químicos del agua del pozo Metrocentro el agua presenta concentraciones de Hierro total y Manganeso superiores a los límites máximos permisibles, así también, según su pH, Conductividad Eléctrica y Dureza, esta se clasifica como agua dura, el pH se encuentra dentro de los rangos permitidos. (Ver tabla 1)

El bajo contenido de cloruros nos indica que es agua de poco recorrido. No se tiene datos bacteriológicos para este pozo.

Para el pozo residencial El Sitio los valores de calcio y magnesio se encuentran ligeramente superior a lo permitido. (17)

**Tabla 1:** Calidad del Agua de Pozo Municipio de San Miguel.

PARÁMETRO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (NORMA CONACYT <sup>7</sup> )	POZO METROCENTRO	POZO RESID. EL SITIO	POZO RESID. LA PRADERA
Latitud Norte		260250	264460	261232
Longitud Este		590500	586580	591882
Elevación. (msnm)		102	120	104
Temperatura Agua °C	18-30			
pH	8.5	7.10	6.80	7.8
Olor	NR	Terroso	Normal	Normal
Turbiedad	5 UNT	9.0	0.3	0
Color real	15 Pt.Co	5.0	0	0
Color Aparente.		48	0	0
Sólidos Totales.		440 mg/l		332
Sólidos Totales Disueltos	1000 mg/l	428 mg/l	782	203
Calcio	75 mg/l	47.2 mg/l	93.60	27.20
Magnesio	50 mg/l	19.68 mg/l	56.38	3.40
Hierro (soluble)		0.10 mg/l	-	0
Hierro (total)	0.3 mg/l	0.90 mg/l	-	Trazas
Conductividad.	500-1600 mg/l	660 MicroMhos/cm	1230	406
Manganeso (soluble)		0.30 mg/l		0.15
Manganeso (total)	0.1 mg/l	0.30 mg/l	-	0.15
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	400 mg/l	35.0 mg/l	60.36	10.58
Cloruros (Cl)	25-250 mg/l	27.5 mg/l	63.00	6
Fluoruros (F)	1.0mg/l	0.28 mg/l	-	0.32
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	45 mg/l	2.0 mg/l	0.55	0.08
Sílice (SiO <sub>2</sub> )		95.2 mg/l	112.74	111.21
Bicarbonatos		259 mg/l		176
Bióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )		39.79 mg/l		6
Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	350 mg/l	259 mg/l	524	176
Alcalinidad al Bicarbonato		60.0 mg/l		46
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	500 mg/l	199 mg/l	-	82
Dureza Carbonato (CaCO <sub>3</sub> )		199.0 mg/l	466	82
Dureza no Carbonatico		0	0	0
Carbonatos			144.38	

Fuente: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados ANDA

La contaminación química proveniente del uso de pesticidas esta también diseminada, particularmente en áreas donde se cultiva algodón en las planicies costeras del sur este. Dichlorodiphenyl trichloroethane (DDT) es un pesticida común en El Salvador. En el río Grande de San Miguel se han encontrado concentraciones de 3.15 miligramos de DDT por litro de agua, lo cual es tres veces mayor que el límite letal para peces. Existen reportes de que los ríos y arroyos en las principales áreas agrícolas están altamente contaminados con químicos y pesticidas agrícolas. (18)

Algunos de los acuíferos más importantes del país ya se encuentran sobreexplotados; es decir, que la tasa de extracción es mucho mayor, que la tasa de

recuperación por infiltración de los mismos. Una situación preocupante es el avance de la urbanización sobre zonas de recarga acuífera.

Las principales ciudades del país se ubican en unidades acuíferas de alta producción. La urbanización limita la infiltración, pero además puede proporcionar la contaminación de los mismos. La principal razón para el descenso del nivel freático es sin embargo la sobreexplotación. En algunas partes del mundo la extensión de la irrigación y de otras actividades que consumen agua se ha hecho a costa de acuíferos cuya recarga es lenta o casi nula. El resultado ha sido diverso, pero siempre negativo. (19)

La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) informó sobre la suspensión y deficiencia en el servicio de agua potable en varias zonas del oriente y occidente del país, las cuales son de corto plazo, pues los equipos técnicos de la autónoma se encuentran trabajando en cada región para solventar los inconvenientes.

El presidente de ANDA, Rubén Alemán, aseguró que la prioridad del Gobierno es responder a las demandas de la población y reiteró que se encuentran trabajando para mejorar el funcionamiento de las más de 500 estaciones de bombeo y rebombeo a escala nacional, cuyo mantenimiento nunca fue prioridad para las anteriores administraciones y que ha generado que la distribución del servicio sea ineficiente en varias zonas del territorio. (20)

## Conclusión

La situación de desabastecimiento a nivel nacional en el área urbana en los últimos años, pone en evidencia cómo las limitaciones históricas y estructurales de la gestión hídrica han derivado en una crisis cotidiana que afecta directamente a la población. La evolución del sistema, desde su nacionalización hasta la creación de instituciones como ANDA, han mostrado avances parciales, pero también ha dejado al descubierto la incapacidad de garantizar cobertura total y un servicio continuo. Esta brecha entre planificación y realidad ha generado un entorno de desigualdad, donde la posibilidad de acceder al agua depende no solo de la infraestructura disponible, sino también de la capacidad económica de cada familia.

La problemática en la zona urbana de San Miguel muestra cómo las fallas en el suministro van más allá de la interrupción técnica: se transforman en un factor que incide en la salud, la economía familiar y la cohesión social. La contaminación detectada en distintas zonas de San Miguel, sumada a la dependencia de pozos artesanales y al uso de redes improvisadas, incrementa el riesgo sanitario y refleja un panorama de vulnerabilidad que trasciende lo local.

La situación de la zona urbana en San Miguel, así como también en otras zonas de alta densidad poblacional en el país, visibilizan no solo una falla técnica en la prestación del servicio, sino también una dimensión profundamente humana ya que hay familias obligadas a buscar soluciones improvisadas, asumir costos adicionales y organizarse comunitariamente para defender un derecho básico. Las manifestaciones, las denuncias y la movilización social son prueba de que la población percibe el agua como un elemento indispensable para la vida, la salud etc.

Finalmente, la historia reciente con fallos en sistemas de bombeo y proyectos incompletos de expansión de cobertura, permite comprender que la crisis no responde únicamente a una coyuntura, sino a una acumulación de deficiencias institucionales y de gestión. Esta situación permite analizar cómo los modelos de gobernanza del agua impactan en la vida diaria de comunidades urbanas y cómo estas, a su vez, generan formas de resistencia y adaptación ante la precariedad de un recurso indispensable para la vida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Campos J, Delgado Delgado J, Romero Morejon H. Análisis De Sostenibilidad Del Servicio De Agua Suministrada Por Anda En La Ciudad De San Miguel. [Tesis de Postgrado] [Repositorio Institucional Universidad de El Salvador] [Online].; 2012. Acceso 13 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/cf5dfd63-74a2-4fe6-be26-0986b4a6be3c/content>.
2. ANDA. Primera piedra del nuevo Laboratorio de Calidad del Agua en la Región Oriental. [Online]; 2024. Acceso 26 de Juliode 25. Disponible en: <https://www.anda.gob.sv/primer-piedra-del-nuevo-laboratorio-de-calidad-del-agua-en-la-region-oriental/>.
3. Espinal A. Análisis bacteriológico y físico químico de agua de consumo del municipio de San Miguel, El Salvador. [Tesis de Pregrado] [Repositorio Institucional Universidad de El Salvador] [Online]; 1993. Acceso 3 de Juliode 2025. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/f10b76de-66fd-4bcf-ad1b-510fc8d84c83>
4. Rodríguez Beltrán A, Guevara Franco L. Evaluación de la calidad microbiológica y presencia de microorganismos multidrogosresistentes del agua del río El Tixcuco y la red de agua que abastece a la Colonia Prados de San Miguel, Municipio de San Miguel, El Salvador. [Tesis de Pregrado] [Repositorio Institucional Universidad de El Salvador] [Online]; 2023. Acceso 13 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/1f0add9-b09c-4917-89a7-b91dfe2277b2/content>
5. Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES). Agua y calidad de vida: Estudios, Competitividad para el Desarrollo 2011. San Salvador: FUSADES; 2011. [Online]; 2011. Acceso 13 de Agostode 2025. Disponible en: [https://fusades.org/publicaciones/agua\\_y\\_calidad\\_de\\_vida.pdf](https://fusades.org/publicaciones/agua_y_calidad_de_vida.pdf)

6. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. Boletín Estadístico 2020. [Online]. ANDA; 2020. Acceso 13 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://www.anda.gob.sv/anda/wp-content/uploads/2020/Descargas/BoletinesEstadisticos/BoletinEstadistico2020.pdf>.

7. Martínez V, Lee D, Alyami I, Zimila H, Bautista F, Fuentes A et al. Contaminación del agua en El Salvador: Evaluación de la calidad del agua de los ríos y estudio preliminar de la presencia de contaminantes orgánicos emergentes. Estudios Americanos (ECA) [Online].; 2023;78(775) pp:21-29. Acceso 31 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://revistas.uca.edu.sv/index.php/eca/article/view/8014/8540>.

8. Rivera Magaña R, Martínez G, Aguiñada S, Cevallos Barahona A, García González N, Serrano Pineda R et al. Agua y gobernabilidad en El Salvador; Alternativas Para El Desarrollo. [Online].; 2006;101. Acceso 20 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://repo.funde.org/459/1/APD-101-I.pdf>.

9. ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados). Marco de Gestión Ambiental y Social (MGAS) – Proyecto de Resiliencia del Sector Agua El Salvador. San Salvador: ANDA; 2024. Acceso 20 de Agosto de 2025 Disponible en: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099032624170562288/pdf/P178734164f9690141a3ec1c8feda987f7d.pdf>

10. Erazo M. Valoraciones del enfoque extractivo del Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico de El Salvador. San Salvador: Fundación Friedrich Ebert Stiftung América Central; 2017 [Online]. Acceso 20 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesamcentral/13597.pdf>.

11. Ibarra Turcios A, Jarquín Campos U, Rivera F. Hacia la gestión sustentable del agua en El Salvador: Propuestas básicas para elaborar una Política Nacional Hídrica. [San Salvador]: UNES; 2017. Acceso 27 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://www.unes.org.sv/wp-content/uploads/2017/01/Propuestas-politica-nacional-hidrica.pdf>.

12. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (El Salvador); Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. Resumen ejecutivo del Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento (PLANAPS). San Salvador: AECID; 2017.. Acceso 23 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://www.aecid.sv/wp-content/uploads/2018/02/RESUMEN-EJECUTIVO-PLANAPS.compressed.pdf>.

13. Valorización del Proceso de Descentralización de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en El Salvador. RASES. San Salvador.; 2007 [Online] [Actualizado 2007 oct 3; Citado 2025 ago 30.] Disponible en: [https://forodelagua.org.sv/oldwebsite/sites/default/files/documentos/2013/01/descen-tralizacion\\_aguas\\_rases\\_2007-11-02.pdf](https://forodelagua.org.sv/oldwebsite/sites/default/files/documentos/2013/01/descen-tralizacion_aguas_rases_2007-11-02.pdf).

14. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Plan de restauración ambiental del Río Grande de San Miguel [Online]. San Salvador: MARN; 2021. Acceso 31 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.sv/presentamos-plan-de-restauracion-ambiental-del-rio-grande-de-san-miguel/>.

15. Autoridad Salvadoreña del Agua. Ley General de Recursos Hídricos. [Online]. San Salvador: ASA; 2022 Jul 06. Acceso 4 de Septiembre de 2025. Disponible en: <https://www.asa.gob.sv/download/ley-del-agua/>.

16. MINISTERIO DE VIVIENDA. Volumen 1D DS-Infraestructuras de desarrollo de la Subregión de San Miguel. Componente I: Diagnóstico territorial (sectoriales e integrado). [Online].; 2022. Acceso 3 de Septiembre de 2025. Disponible en: [https://pubhtml5.com/mngg/iinb/Volumen\\_1D\\_DS-Infraestructuras de desarrollo de la Subregi%C3%B3n de San Miguel/](https://pubhtml5.com/mngg/iinb/Volumen_1D_DS-Infraestructuras_de_desarrollo_de_la_Subregi%C3%B3n_de_San_Miguel/).

17. MINISTERIO DE VIVIENDA. Volumen 1A DS-Biofisico o Medio Ambiente y Recursos Naturales. Componente I: Diagnóstico territorial (sectoriales e integrado) [Online].; 2022. Acceso 5 de Septiembre de 2025. Disponible en: [https://pubhtml5.com/mngg/idbq/Volumen\\_1A\\_DS-Biof%C3%ADsico o Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Subregi%C3%B3n de San Miguel/](https://pubhtml5.com/mngg/idbq/Volumen_1A_DS-Biof%C3%ADsico_o_Medio_Ambiente_y_Recursos_Naturales_de_la_Subregi%C3%B3n_de_San_Miguel/).

18. Oliva Véjar A, Zeledón Alvarez S, Hernández Serrano J. Conceptualización Del Tema: “Aspectos Tecnicos En El Manejo Y Tratamiento Del Agua En La Vivienda Urbana De El Salvador. [Online].; 2005. Acceso 5 de Septiembre de 2025. Disponible en: <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/Fulltext/ADOA0000805/C1.pdf>.

19. Alvarenga Gonzalez A, Cruz Laínez H, Portillo González H, Portillo Pereira O. Evaluación del impacto hídrico que se genera en el acuífero subterráneo de la cuenca del Río El Jute del municipio de San Miguel, por la explotación de pozos de uso industrial y abastecimiento de agua potable. [Tesis de Pregrado] [Repositorio Institucional Universidad de El Salvador] [Online].; 2016. Acceso 5 de Septiembre de 2025. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/9f73e087-17be-467a-8326-82605e83e696>.

20. Presidencia de la República de El Salvador. Gobierno trabaja arduamente para resolver deficiencia en el servicio de agua potable en la zona oriental y occidental del país. [Online]. San Salvador: Presidencia de la República de

El Salvador; 2021 Mar 19. Acceso 5 de Septiembre de 2025. Disponible en: <https://www.presidencia.gob.sv/gobierno-trabaja-arduamente-para-resolver-deficiencia-en-el-servicio-de-agua-potable-en-la-zona-oriental-y-occidental-del-pais/>.