

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



CLARIDAD EN CADA GOTA: LA VERDAD DEL AGUA EN ANALQUITO

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR
CARLOS FRANCISCO MORALES TOBAR
JOSÉ GUSTAVO RIVAS RODRÍGUEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN QUÍMICA Y FARMACIA

SEPTIEMBRE 2025

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO JUAN ROSA 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

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

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que contribuyeron a la realización de este trabajo de investigación y al producto final en formato documental.

Agradecemos profundamente a nuestra tutora, Katia Eunice Leyton Barrientos, por su guía constante, sus orientaciones académicas y su compromiso durante todo el proceso. Su acompañamiento fue clave para alcanzar los objetivos planteados y dar solidez a cada etapa del proyecto.

A la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), por la información brindada y por permitir el acercamiento a la gestión local del sistema de abastecimiento de agua en Santa Cruz Analquito.

Al Laboratorio de Ensayos y Control de Calidad (LECC), por su apoyo en la toma y análisis de muestras, garantizando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

A los docentes, estudiantes y autoridades del Centro Escolar “Santa Cruz Analquito”, quienes participaron con entusiasmo y compartieron su percepción sobre la calidad del agua en su comunidad.

A las familias encuestadas en el distrito, que con disposición respondieron las preguntas y aportaron sus experiencias, enriqueciendo la dimensión social de este trabajo.

Finalmente, a nuestras familias y amigos, por su apoyo incondicional, su motivación constante y la confianza que depositaron en nosotros durante este proceso.

A todos, nuestro más profundo agradecimiento.

Carlos Francisco Morales Tobar

José Gustavo Rivas Rodríguez

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la fuerza, la salud y la sabiduría necesarias para culminar este trabajo y acompañarme en cada paso del camino durante toda mi vida.

A mi madre Silvia Dolores Rodríguez, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante, siendo mi mayor inspiración para seguir adelante.

A la memoria de mi padre José María Rivas, cuyo ejemplo de esfuerzo permanece vivo en mi vida y me impulsó a alcanzar esta meta.

A mi abuela Blanca Abrego y mi familia, por su cariño, consejos y oraciones que siempre me sostuvieron en los momentos de dificultad.

A mi amiga Mónica Gómez, por su apoyo, compañía y palabras de ánimo, que me recordaron que no estaba solo en este proceso.

A todos ellos, les dedico este logro con profundo amor y gratitud.

José Gustavo Rivas Rodríguez

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor y apoyo incondicional; a mis amigos, por acompañarme en este camino.

A quienes ya no están, pero dejaron una huella significativa en mi vida.

A mi abuela, por su ejemplo, enseñanza y cariño, que han sido pilares fundamentales en mi formación.

Y a Salem, cuya memoria permanece viva y se refleja también en este logro.

Carlos Francisco Morales Tobar

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo evaluar la calidad del agua de la red de distribución, en el distrito de Santa Cruz Analquito, municipio de Cuscatlán Sur, El Salvador. Para ello, se realizó un muestreo en dos puntos estratégicos, uno en una vivienda próxima a la planta potabilizadora, administrada por la Administración Nacional De Acueductos y Alcantarillados (ANDA), y el otro, en el Centro Escolar “Santa Cruz Analquito”, ubicado más distante de la Planta. Con el fin, de comparar ambas muestras, una cerca de donde recibe tratamiento de potabilización y otra, en un punto más alejado. El estudio se llevó a cabo entre marzo y agosto del año 2025.

Las muestras fueron sometidas a pruebas de análisis físico-químicos y microbiológicos, determinando el cumplimiento de los requisitos de calidad e inocuidad para agua de consumo humano establecidos en el reglamento técnico RTS 13.02.01:14. Los resultados evidenciaron que, en la mayoría de parámetros evaluados, cumplió con lo establecido en el reglamento, no así con otros, encontrándose la presencia de coliformes totales, un nivel insuficiente de cloro residual y concentraciones de arsénico superiores al límite establecido.

Además, se realizaron encuestas y entrevistas a miembros de la comunidad, autoridades locales, estudiantes y docentes, con el fin de conocer la percepción que ellos tienen sobre el servicio de agua potable. Mostrando las encuestas que, una parte de la población no confía plenamente en la potabilidad del agua que recibe. Concluyéndose que, pese a contar con acceso al servicio de agua potable, la calidad del agua no garantiza plenamente, la inocuidad ni seguridad para el consumo humano.

Por lo que, se debe examinar el tratamiento de potabilización en la planta. Además, monitorear constantemente la calidad del agua suministrada, verificando el cumplimiento de parámetros físicoquímicos y microbiológicos. Enfatizando en la presencia de arsénico, ya que éste, puede causar efectos en la salud a largo plazo.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. N° |
|---|---------|
| RESUMEN | |
| CAPÍTULO I | 9 |
| 1.0 INTRODUCCIÓN | 10 |
| CAPÍTULO II | 12 |
| 2.0 OBJETIVOS | 13 |
| 2.1 Objetivo General | 13 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 13 |
| CAPÍTULO III | 14 |
| 3.0 MARCO TEÓRICO | 15 |
| 3.1 El agua como derecho humano y recurso esencial para la vida | 15 |
| 3.2 Reglamento Técnico Salvadoreño: RTS 13.02.01:14 | 16 |
| 3.3 Gestión del agua potable en comunidades rurales de El Salvador | 17 |
| 3.4 Caracterización geográfica y sociodemográfica de Santa Cruz Analquito | 18 |
| 3.5 Riesgos asociados al consumo de agua no segura | 20 |
| 3.6 Calidad del agua potable y parámetros de evaluación | 22 |
| 3.7 Historia de la distribución del agua en Santa Cruz Analquito | 23 |
| 3.8 Resultados de la calidad del agua en Santa Cruz Analquito | 24 |
| 3.9 Percepción de la población de Santa Cruz Analquito sobre la calidad del agua | 31 |
| CAPÍTULO IV | 36 |
| 4.0 PRODUCTO FINAL | 37 |
| CAPÍTULO V | 38 |
| 5.0 CONCLUSIONES | 39 |
| CAPÍTULO VI | 41 |
| 6.0 RECOMENDACIONES | 42 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 43 |
| ANEXOS | 46 |

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

El acceso a agua potable de calidad representa uno de los pilares fundamentales para el bienestar humano, sin embargo, en diversos distritos rurales de El Salvador, este derecho enfrenta desafíos significativos. El distrito de Santa Cruz Analquito, en el departamento de Cuscatlán, es una de las comunidades donde el sistema de abastecimiento de agua ha presentado deficiencias en cuanto a su distribución, mantenimiento y control de calidad. En ese contexto, surge la necesidad de analizar la gestión del recurso desde una perspectiva técnica y social.

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar la calidad del agua suministrada en dos puntos estratégicos del sistema de distribución del distrito en Santa Cruz Analquito: una vivienda ubicada en las cercanías de la planta de tratamiento administrada ANDA, y la Escuela Municipal del mismo distrito, localizada en un punto más distante. Ambos lugares fueron seleccionados por representar extremos contrastantes dentro de la red, y por el impacto directo que su condición puede tener sobre la salud de los habitantes, especialmente en la población estudiantil.

La metodología empleada contempló la recolección de muestras de agua, en los antes sitios mencionados, seguida de un análisis físico-químico y microbiológico basado en los lineamientos establecidos en el REGLAMENTO TÉCNICO SALVADOREÑO RTS 13.02.01:14 AGUA. AGUA DE CONSUMO HUMANO. REQUISITOS DE CALIDAD E INOCUIDAD. Además, se incorporó una dimensión social mediante la aplicación de entrevistas y encuestas a autoridades locales, residentes y, docentes y estudiantes de la Escuela Municipal; con el fin de comprender la percepción que tienen sobre la calidad del agua y el servicio que reciben en sus hogares o centros educativos.

Este estudio se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre los meses de marzo y agosto del año dos mil veinticinco. Su finalidad no solo consistió en verificar el cumplimiento de los parámetros establecidos en el Reglamento Técnico Salvadoreño, sino también en identificar posibles deficiencias en el mantenimiento y distribución del recurso hídrico.

De acuerdo con el diagnóstico comunitario más reciente, Santa Cruz Analquito cuenta con 752 viviendas distribuidas en tres zonas, albergando una población total de 2,409 personas. La mayor parte de las viviendas utilizan agua proveniente de tuberías intradomiciliarias, aunque un porcentaje minoritario aún no posee acceso directo a agua potable en sus hogares.

Como resultado de esta investigación, se generó un producto audiovisual en formato documental, el cual expone de manera clara y accesible los hallazgos técnicos y sociales obtenidos. Este material está destinado tanto a la comunidad como a tomadores de decisiones, con el objetivo de fomentar la conciencia colectiva sobre la importancia del agua como recurso vital y promover acciones concretas para su preservación y uso adecuado.

CAPÍTULO II

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar la calidad del agua de consumo humano en dos puntos estratégicos de la red de distribución del distrito de Santa Cruz Analquito, municipio de Cuscatlán Sur, conforme a los lineamientos establecidos en el Reglamento Técnico Salvadoreño RTS 13.02.01:14 y presentar los hallazgos a través de un producto audiovisual en formato documental.

2.2 Objetivos Específicos

- 2.2.1 Realizar toma de muestras de agua de consumo humano en puntos representativos del sistema de distribución de agua en el distrito de Santa Cruz Analquito, municipio de Cuscatlán Sur.
- 2.2.2 Recabar información mediante entrevistas y encuestas a residentes, autoridades locales, estudiantes y personal docente, con el objetivo de conocer la percepción del servicio de agua potable y los hábitos de consumo en la comunidad.
- 2.2.3 Analizar las muestras recolectadas conforme al REGLAMENTO TÉCNICO SALVADOREÑO 3.02.01:14 AGUA. AGUA DE CONSUMO HUMANO. REQUISITOS DE CALIDAD E INOCUIDAD con el fin de verificar su cumplimiento.
- 2.2.4 Comparar los resultados obtenidos entre ambos puntos de muestreo para identificar posibles variaciones en la calidad del agua y detectar deficiencias en el sistema de distribución.
- 2.2.5 Sistematizar y presentar los hallazgos técnicos y sociales en un documental, que permita divulgar de forma accesible la situación del sistema de abastecimiento, así como proponer recomendaciones orientadas a mejorar la calidad del agua en la comunidad.

CAPÍTULO III

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 El agua como derecho humano y recurso esencial para la vida

El agua es un recurso indispensable para la vida y el desarrollo de todas las formas de existencia. Su disponibilidad en cantidad y calidad adecuada es vital para satisfacer necesidades básicas como la higiene personal, el saneamiento, la producción de alimentos y la preservación de los ecosistemas. Desde una perspectiva sanitaria, el acceso a agua potable reduce significativamente la incidencia de enfermedades infecciosas, especialmente en poblaciones vulnerables como niños, adultos mayores y personas con sistemas inmunológicos comprometidos.

Reconociendo su importancia, en el año dos mil diez, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el acceso al agua potable segura y al saneamiento como un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos¹. Este derecho implica que el agua debe estar disponible en cantidad suficiente, ser accesible físicamente y económicamente, aceptable en cuanto a su calidad y culturalmente adecuada para su uso previsto¹.

A pesar de dicho reconocimiento, millones de personas en todo el mundo, especialmente en áreas rurales y marginadas, siguen sin acceso a agua segura. El cumplimiento del derecho humano al agua no se limita únicamente al suministro físico del recurso, sino que abarca también aspectos relacionados con la gestión, sostenibilidad, equidad y participación comunitaria en su administración y protección².

En el contexto salvadoreño, el agua continúa siendo un recurso con desafíos importantes en cuanto a disponibilidad, calidad y gobernanza. Factores como la contaminación de fuentes superficiales, la sobreexplotación de acuíferos, la deforestación, el cambio climático y la falta de inversión en infraestructura inciden directamente en la seguridad hídrica³.

La protección del recurso hídrico requiere, además, de la participación activa de las comunidades, la vigilancia del cumplimiento de los reglamentos técnicos o normativas y el fortalecimiento de las capacidades locales para su gestión responsable. Garantizar el derecho al agua implica también educar a la población sobre su valor, fomentar el uso racional y promover la cultura del agua como elemento clave para el bienestar colectivo.

3.2 Reglamento Técnico Salvadoreño: RTS 13.02.01:14

El control de la calidad del agua destinada al consumo humano en El Salvador está regulado por el Reglamento Técnico Salvadoreño RTS 13.02.01:14, emitido por el Ministerio de Salud a través del Consejo Nacional de Calidad. Este reglamento establece los requisitos esenciales que debe cumplir el agua para considerarse segura e inocua para la salud pública. Su aplicación es obligatoria para las entidades responsables del abastecimiento, tratamiento y monitoreo del recurso.

El RTS 13.02.01:14 especifica valores máximos permisibles para una amplia gama de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos. Entre ellos se incluyen indicadores como el pH, la turbidez, el color, la conductividad eléctrica, el contenido de cloro residual, la presencia de metales pesados y, especialmente, la detección de microorganismos patógenos como coliformes totales y *Escherichia coli*⁴.

Uno de los aspectos más relevantes de este reglamento técnico es su enfoque preventivo, el cual busca no solo evaluar la calidad del agua tratada en planta, sino también garantizar que esta mantenga sus condiciones hasta llegar al consumidor final. Por ello, también enfatiza la importancia del monitoreo continuo en distintos puntos de la red de distribución, así como la capacitación del personal técnico encargado de las operaciones.

Asimismo, el reglamento adopta como referencia ciertos lineamientos internacionales, como los propuestos por la Organización Mundial de la Salud, pero adaptándolos al contexto salvadoreño, tomando en cuenta las condiciones geográficas, climáticas y de infraestructura que prevalecen en el país⁵. Esto permite establecer un marco regulador más cercano a la realidad nacional, aunque aún enfrenta retos en su implementación práctica, especialmente en zonas rurales.

El cumplimiento de este reglamento resulta clave para proteger la salud de la población, prevenir brotes de enfermedades hídricas y asegurar que el agua distribuida realmente cumpla su propósito como recurso vital. No obstante, su efectividad depende de la coordinación entre las instituciones responsables, la inversión sostenida en infraestructura y la participación activa de las comunidades en la vigilancia y uso responsable del recurso.

3.3 Gestión del agua potable en comunidades rurales de El Salvador

La gestión del agua potable en las comunidades rurales salvadoreñas enfrenta múltiples desafíos estructurales, técnicos y sociales. Aunque el país ha suscrito compromisos internacionales sobre el derecho humano al agua, aún persisten amplias brechas en el acceso y la calidad del servicio. Estas limitaciones se evidencian en zonas alejadas de los centros urbanos, donde la cobertura de la red pública es parcial o inexistente, y donde el monitoreo de la calidad del recurso es escaso o nulo⁶.

En el marco legal nacional, la Ley General de Recursos Hídricos reconoce la función esencial del agua y promueve su uso sostenible, pero su aplicación efectiva depende de la articulación institucional y del fortalecimiento de las capacidades locales. La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) es la entidad responsable del abastecimiento formal en muchos distritos, aunque su presencia en zonas rurales es limitada. En respuesta a esta realidad, han surgido sistemas autónomos gestionados por juntas rurales de agua, asociaciones comunales o alcaldías, con diversos niveles de organización y eficiencia⁷.

Una de las principales dificultades que enfrentan estos sistemas comunitarios es la falta de financiamiento para modernizar la infraestructura y asegurar procesos adecuados de tratamiento, distribución y control de calidad. Muchas redes de conducción son antiguas, presentan fugas, y no cuentan con sistemas de cloración estables o laboratorios locales para realizar análisis periódicos. En consecuencia, el agua que llega a los hogares puede estar expuesta a contaminación microbiológica, especialmente durante la época lluviosa o cuando hay fallos operativos⁸.

El mantenimiento preventivo y la reparación de las instalaciones también dependen del nivel de compromiso de los miembros de la comunidad y de la sostenibilidad financiera del sistema. Las tarifas mensuales que las familias pagan por el servicio son generalmente bajas, y en muchos casos apenas cubren los costos básicos de operación. A ello se suman barreras técnicas, como la falta de capacitación de los operadores, y barreras sociales, como el bajo involucramiento de la población en la toma de decisiones relacionadas con el agua⁷.

Sin embargo, diversas experiencias muestran que cuando las comunidades reciben acompañamiento técnico, formación y fortalecimiento organizativo, es posible mejorar notablemente la calidad del servicio. Programas impulsados por organismos internacionales, organizaciones no gubernamentales y universidades han demostrado que la gestión comunitaria del

agua puede ser eficaz, siempre que se garantice la participación activa de los usuarios, la transparencia financiera y el acceso a información técnica oportuna⁸.

La falta de monitoreo constante, las prácticas inadecuadas de almacenamiento doméstico y el uso limitado de medidas de tratamiento casero como hervir o clorar el agua, aumentan la exposición de la población a posibles riesgos sanitarios. Estas condiciones evidencian que, más allá de la existencia de una planta de tratamiento, la gestión integral del agua debe considerar todo el sistema, incluyendo la red de distribución, los hábitos de consumo y la educación comunitaria.

3.4 Caracterización geográfica y sociodemográfica de Santa Cruz Analquito

Santa Cruz Analquito es un distrito ubicado dentro del departamento de Cuscatlán, El Salvador. Limita al norte con los distritos de Candelaria y San Ramón, al sur con Paraíso de Osorio y San Emigdio (ambos del departamento de La Paz), al este con Jerusalén y Santa María Ostuma, y al oeste nuevamente con Candelaria y San Emigdio (Figura N°1). Su extensión territorial aproximada es de 10.76 kilómetros cuadrados, de los cuales una fracción mínima corresponde al área urbana y el resto al entorno rural⁹.

Administrativamente, el distrito se divide en una zona urbana y una rural. La zona urbana comprende los barrios El Calvario, San Luis, San José y El Centro; mientras que la zona rural está compuesta por el cantón Barrio Abajo y caseríos como El Pezote, El Guarumo, Los Morales, Colonia Santa Cruz y Colonia 15 de Diciembre. Esta configuración refleja una organización territorial dispersa, lo cual representa un reto para la provisión equitativa de servicios básicos, entre ellos el acceso al agua potable.

De acuerdo con el Censo Diagnóstico Comunitario 2023, Santa Cruz Analquito cuenta con un total de 752 viviendas habitadas, distribuidas en tres zonas, que albergan a 2,409 personas. Del total de habitantes, 1,138 son hombres y 1,271 son mujeres. La mayor parte de la población se concentra en edades productivas, aunque destaca un número significativo de niños menores de nueve años, lo cual implica una demanda importante de servicios de agua segura para consumo directo y para el funcionamiento de centros escolares y unidades de salud¹⁰.

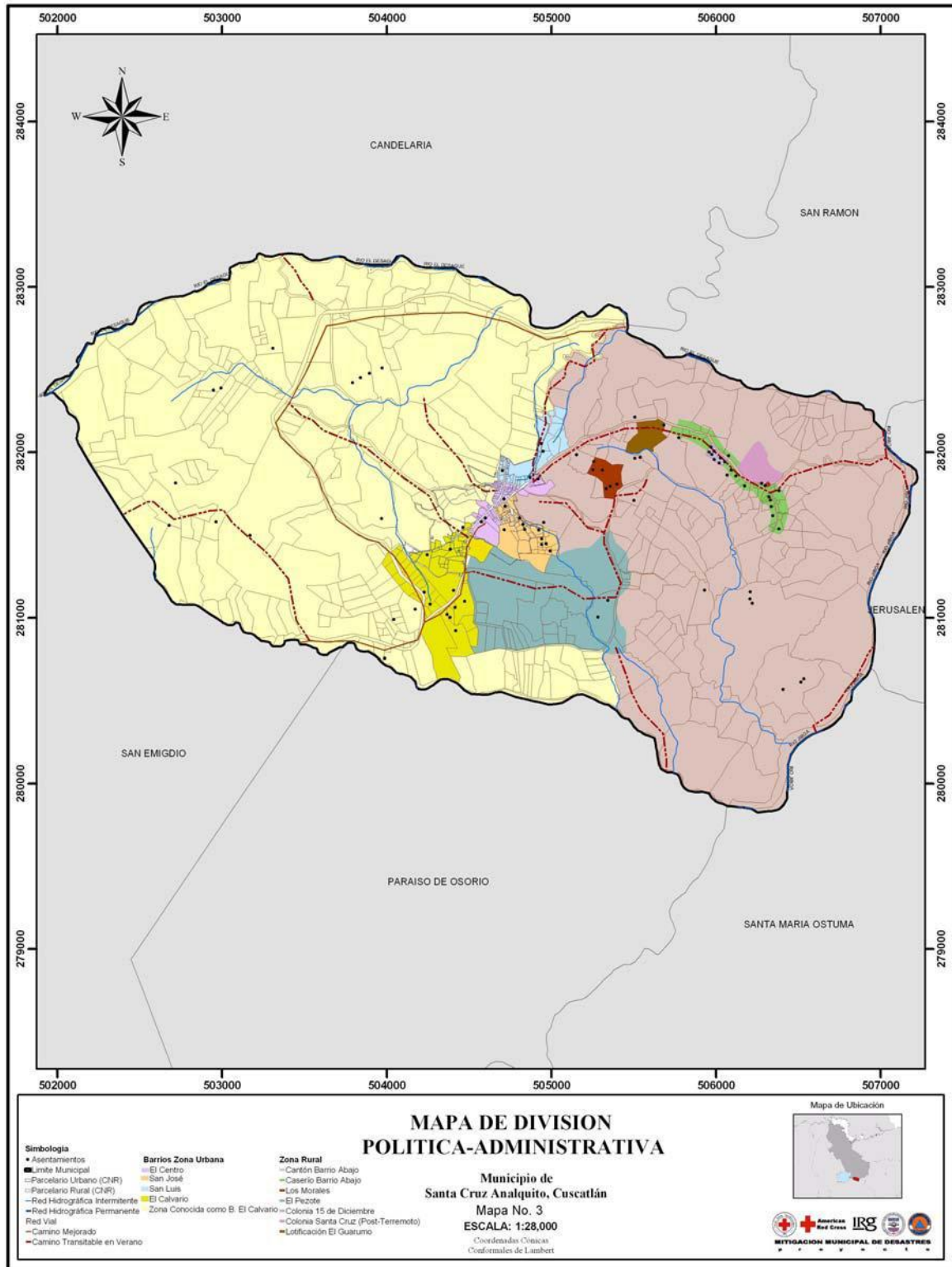


Figura N°1: Mapa de división político-administrativa de Santa Cruz Analquito⁹.

El acceso a los servicios básicos aún presenta limitaciones. Aunque 668 familias reportan acceso a tuberías intradomiciliares, más de 80 hogares, aún dependen de cantareras u otras fuentes de agua¹⁰.

En cuanto a las condiciones estructurales de las viviendas, la mayoría está construida con paredes de ladrillo o bloque, y techos de lámina. Sin embargo, aún existen casos de viviendas con materiales precarios como bahareque o adobe, principalmente en la zona rural. Además, se constató que un porcentaje considerable de las familias cocina con leña dentro de la vivienda, lo cual representa un factor de riesgo adicional para la salud respiratoria de los habitantes.

Históricamente, Santa Cruz Analquito ha sido un municipio afectado por eventos naturales como terremotos, lluvias torrenciales y deslizamientos. En los años 2001 y 2003, fenómenos de esta naturaleza causaron la destrucción de viviendas, el colapso de infraestructura pública, la interrupción de servicios y la pérdida de vidas humanas⁹. Estas condiciones geográficas y climáticas refuerzan la importancia de contar con un sistema de agua potable resiliente, monitoreado y accesible para toda la población, especialmente en zonas de difícil acceso.

La realidad sociodemográfica de Santa Cruz Analquito confirma que cualquier intervención relacionada con el agua potable debe tomar en cuenta no solo los aspectos técnicos de calidad y tratamiento, sino también las condiciones de vivienda, los hábitos de consumo, la dispersión territorial y la vulnerabilidad ambiental del municipio. Este enfoque integral permite comprender con mayor profundidad los riesgos a los que está expuesta la comunidad y formular estrategias sostenibles de mejora del sistema de distribución de agua.

3.5 Riesgos asociados al consumo de agua no segura

El consumo de agua contaminada representa uno de los principales factores de riesgo para la salud pública, especialmente en comunidades donde el monitoreo sistemático de calidad no es constante. Aunque un sistema de abastecimiento puede suministrar agua tratada y considerada potable en origen, su inocuidad no siempre está garantizada hasta el punto final de consumo. La pérdida de cloración residual, la contaminación en las redes de distribución y el almacenamiento inadecuado son factores que pueden comprometer la calidad del agua incluso después del tratamiento inicial¹¹.

En el caso de Santa Cruz Analquito, el sistema de distribución es administrado ANDA, lo que presupone que el agua que sale de la planta cumple con los parámetros establecidos en reglamento técnico. No obstante, al recorrer largas distancias hasta llegar a zonas periféricas como la escuela municipal, donde el agua a veces es consumida directamente del grifo, se genera incertidumbre sobre el cumplimiento sostenido de los estándares de potabilidad. Esta investigación se propuso verificar esa condición mediante análisis microbiológicos y fisicoquímicos.

Desde el punto de vista técnico, los principales indicadores de contaminación son los coliformes totales y *Escherichia coli*. Su presencia sugiere contaminación fecal reciente y representa un alto riesgo de transmisión de enfermedades gastrointestinales. Según la Organización Mundial de la Salud, en el agua potable no debe haber ningún nivel detectable de *Escherichia coli* en 100 mililitros de muestra¹¹.

Los grupos más vulnerables a este tipo de contaminación son los niños, los adultos mayores y las personas inmunocomprometidas. En contextos escolares, como el que se investiga, el riesgo se eleva debido al consumo directo del agua sin tratamiento adicional. Esto puede derivar en ausentismo escolar, enfermedades recurrentes y afectación del rendimiento académico¹².

Por otro lado, la falta de tratamiento doméstico del agua agrava la situación. En Santa Cruz Analquito, la mayor parte de la población no aplica ningún método adicional de tratamiento de agua, es decir, que el agua que se consume es la que llega directamente al grifo de cada hogar, lo cual aumenta la exposición potencial en caso de fallas en la red o pérdida de cloro residual. Esta condición no implica que el agua esté necesariamente contaminada, pero sí resalta la necesidad de evaluarla técnicamente y promover prácticas de manejo seguro en los hogares y centros educativos.

En suma, el riesgo no radica en la fuente de abastecimiento en sí, sino en la ausencia de datos confiables sobre su comportamiento a lo largo del sistema y en los hábitos de consumo. Evaluar la calidad real del agua en puntos estratégicos de distribución es fundamental para prevenir enfermedades y asegurar que el recurso cumpla su función como bien esencial para la vida y la salud.

3.6 Calidad del agua potable y parámetros de evaluación

La calidad del agua destinada al consumo humano se evalúa en función de parámetros microbiológicos, físico-químicos, organolépticos y de contaminantes específicos. En El Salvador, estos lineamientos se encuentran definidos en el Reglamento Técnico Salvadoreño RTS 13.02.01:14, que establece los límites máximos permisibles para garantizar que el agua sea segura e inocua¹³.

En primer lugar, los parámetros microbiológicos constituyen el eje central de la vigilancia sanitaria. El reglamento exige la ausencia total de bacterias coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en 100 mL de muestra. Estos indicadores son fundamentales, ya que su presencia refleja contaminación de origen fecal o deficiencias en la desinfección, lo que representa un riesgo directo de transmisión de enfermedades gastrointestinales¹³.

En cuanto a los parámetros físico-químicos, el reglamento define límites relacionados con las características naturales y las condiciones del tratamiento. Entre ellos destacan: pH entre 6,0 y 8,5; turbidez no mayor de 5 UNT; sólidos disueltos totales con un límite de 1000 mg/L; dureza máxima de 500 mg/L; cloro residual libre dentro del rango de 0,3 a 1,1 mg/L; y sulfatos hasta 250 mg/L. Además, parámetros organolépticos como olor y color deben mantenerse en condiciones no rechazables, ya que influyen directamente en la aceptación del agua por parte de la población¹³.

Respecto a los metales y compuestos inorgánicos, el RTS establece límites estrictos para aquellos con efectos tóxicos acumulativos, tales como arsénico (0,01 mg/L), plomo (0,01 mg/L), cadmio (0,003 mg/L), mercurio (0,006 mg/L) y cromo (0,05 mg/L), entre otros. Estos valores buscan prevenir efectos crónicos en la salud derivados del consumo prolongado de agua contaminada¹³.

En síntesis, el RTS 13.02.01:14 proporciona un marco normativo integral que permite evaluar si el agua es apta para el consumo humano. Su cumplimiento es indispensable para prevenir riesgos sanitarios y garantizar que la población acceda a un recurso seguro, no solo en el punto de potabilización, sino también a lo largo de toda la red de distribución.

3.7 Historia de la distribución del agua en Santa Cruz Analquito

El acceso al agua potable en Santa Cruz Analquito no siempre fue un servicio garantizado. Durante gran parte del siglo XX, la población dependió de ríos, quebradas y nacimientos para abastecerse de este recurso, lo que implicaba recorrer largas distancias para acarrear agua hasta los hogares y exponerse a posibles contaminaciones ambientales¹⁴.

Fue hasta 1978 que se introdujo el primer sistema formal de distribución de agua potable en el distrito. En ese entonces, la infraestructura fue diseñada para abastecer únicamente a unas 400 viviendas. El suministro provenía de la planta de tratamiento de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) ubicada en el distrito vecino de Paraíso de Osorio, desde donde se bombeaba el agua hacia Santa Cruz Analquito. Este hecho marcó un cambio sustancial en la calidad de vida de la población, al permitir por primera vez el acceso a un servicio público de agua tratada¹⁵.

Con el crecimiento poblacional y el aumento de la demanda, la capacidad de aquel sistema resultó insuficiente. Fue hasta 2018 cuando se inició la gestión para un proyecto histórico de mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable de Santa Cruz Analquito. El proceso incluyó la elaboración de la carpeta técnica, evaluaciones de factibilidad y permisos ambientales, y culminó en 2019 con la aprobación oficial del proyecto. En septiembre de 2020, pese a los retrasos ocasionados por la pandemia, comenzaron las obras de construcción de la nueva infraestructura¹⁶.

El componente más significativo de esta modernización fue la perforación y puesta en funcionamiento del pozo Los Morales, ubicado en el propio distrito. Con ello, Santa Cruz Analquito dejó de depender del sistema del distrito de Paraíso de Osorio y pasó a contar con un abastecimiento propio. Desde entonces, toda el agua que circula en la red proviene de este pozo y recibe tratamiento en la planta local, lo que constituyó un hito en la historia de la comunidad¹⁷.

Actualmente, el sistema abastece a más de mil hogares y busca garantizar la sostenibilidad del servicio. Sin embargo, la transición hacia un suministro propio también ha planteado nuevos desafíos: mantener la calidad del agua en toda la red y asegurar el cumplimiento sostenido de los parámetros establecidos en el Reglamento Técnico Salvadoreño RTS 13.02.01:14 14.

3.8 Resultados de la calidad del agua en Santa Cruz Analquito

Se propuso evaluar la calidad del agua en dos puntos estratégicos de la red: uno cercano a la planta de tratamiento y bombeo, donde el agua recién ha sido tratada, y otro en el Centro Escolar “Santa Cruz Analquito”, que representa un punto lejano y sensible por la población infantil que allí consume el recurso diariamente. De esta forma, se busca aportar evidencia técnica sobre el cumplimiento del reglamento en cada punto y contrastar los hallazgos con la percepción de la comunidad respecto al servicio.

3.8.1 Resultados del punto cercano a la planta de tratamiento y bombeo

El primer punto de muestreo se estableció en una vivienda cercana a la planta de tratamiento y bombeo. La selección de este sitio tuvo como propósito evaluar la calidad del agua en el punto donde ingresa a la red de distribución, es decir, en el lugar donde debería encontrarse en condiciones óptimas tras el proceso de potabilización. Este punto funciona como un referente base para comparar el estado inicial del agua con los resultados de otros sectores de la red.

Los resultados fisicoquímicos mostraron que varios parámetros se encuentran dentro de los límites establecidos por el RTS 13.02.01:14. El pH fue de 7,0; cumpliendo con el rango permitido (6,0–8,5). La turbidez fue de 0,0 UNT, valor excelente al estar muy por debajo del límite de 5 UNT. En cuanto a la dureza total, el valor obtenido fue de 117 mg/L de CaCO₃, frente al límite máximo de 500 mg/L, lo que indica un agua relativamente blanda. Los sólidos disueltos totales (SDT) se ubicaron en 175 mg/L, muy inferiores al máximo permitido de 1000 mg/L. El color aparente se reportó en <2 Pt-Co, muy por debajo del límite de 15, y el olor fue calificado como “no rechazable”, cumpliendo con lo estipulado.

En lo referente a los compuestos inorgánicos y metales, la mayoría se encontró en concentraciones bajas o no detectables:

- Hierro total: <0,05 mg/L (límite 0,3 mg/L).
- Manganeso total: <0,025 mg/L (límite 0,1 mg/L).
- Plomo: <0,005 mg/L (límite 0,01 mg/L).
- Cadmio: <0,002 mg/L (límite 0,003 mg/L).
- Mercurio: <0,0010 mg/L (límite 0,006 mg/L).
- Cobre: <0,25 mg/L (límite 2,0 mg/L).

- Zinc: <0,50 mg/L (límite 4,0 mg/L).
- Fluoruros: 0,4 mg/L (límite 1,5 mg/L).

Todos estos valores cumplen ampliamente lo establecido. Sin embargo, se detectó un hallazgo crítico: arsénico en 0,014 mg/L, superando el límite máximo de 0,01 mg/L. La presencia de arsénico representa un incumplimiento al reglamento y constituye un riesgo de exposición crónica, dado que se trata de un contaminante químico de toxicidad acumulativa.

En el ámbito microbiológico, los resultados fueron mixtos. Se confirmó la ausencia de *Escherichia coli* y coliformes fecales, cumpliendo con lo exigido en el reglamento. Sin embargo, se registró la presencia de coliformes totales en >23 NMP/100 mL, cuando el RTS establece que estos deben estar completamente ausentes en 100 mL de muestra. Aunque los coliformes totales no necesariamente indican contaminación fecal, sí evidencian la posibilidad de contaminación ambiental o deficiencias en la protección del agua durante el proceso de tratamiento.

La medición in situ de cloro residual libre mostró un valor de 0,1 mg/L, inferior al rango mínimo exigido de 0,3 a 1,1 mg/L. El cloro residual es esencial porque garantiza la protección del agua frente a la recontaminación en la red de distribución. Su deficiencia explica la detección de coliformes totales y revela que el proceso de desinfección no está asegurando la inocuidad del recurso.

El agua del punto cercano a la planta cumple con parámetros como pH, turbidez, dureza, sólidos disueltos totales y metales pesados como plomo, cadmio y mercurio, presenta tres incumplimientos críticos frente al reglamento: exceso de arsénico (0,014 mg/L frente al límite de 0,01 mg/L), presencia de coliformes totales (>23 NMP/100 mL, cuando debe ser 0) y deficiencia en cloro residual libre (0,1 mg/L frente al mínimo de 0,3 mg/L).

Estos resultados reflejan que, en el inicio de la red de distribución, el agua no cumple plenamente con los requisitos del RTS 13.02.01:14, lo cual implica riesgos para la salud pública y evidencia debilidades en el sistema de potabilización.

3.8.2 Resultados del punto lejano a la planta de tratamiento y bombeo

El segundo punto de muestreo se ubicó en el Centro Escolar “Santa Cruz Analquito”, que representa un sector clave por dos razones: se encuentra a mayor distancia de la planta de tratamiento, lo que

implica que el agua ha recorrido un tramo más largo de la red de distribución, y es un espacio sensible, dado que en él niños y adolescentes consumen agua diariamente. Evaluar este sitio permite observar no solo la calidad inicial del agua tratada, sino también los efectos que puede sufrir al desplazarse por las tuberías hasta llegar a los usuarios finales.

Los resultados del análisis indicaron que la mayoría de los parámetros se encontraban dentro de los valores aceptables establecidos por el RTS. El pH fue de 7,0, cumpliendo con el rango normativo de 6,0 a 8,5. La turbidez se reportó en 0,0 UNT, muy por debajo del límite de 5 UNT. Los sólidos disueltos totales (SDT) alcanzaron 176,5 mg/L, en un nivel muy inferior al máximo de 1000 mg/L. La dureza total fue de 112 mg/L, bastante alejada del límite máximo de 500 mg/L. El color aparente se mantuvo en <2 Pt-Co y el olor fue descrito como “no rechazable”, en conformidad con el reglamento.

Respecto a los compuestos inorgánicos y metales, los niveles se mantuvieron bajos o no detectables en la mayoría de los casos:

- Hierro total: <0,05 mg/L (límite 0,3 mg/L).
- Manganeso total: <0,025 mg/L (límite 0,1 mg/L).
- Cadmio: <0,002 mg/L (límite 0,003 mg/L).
- Plomo: <0,005 mg/L (límite 0,01 mg/L).
- Mercurio: <0,0010 mg/L (límite 0,006 mg/L).
- Cobre: <0,25 mg/L (límite 2,0 mg/L).
- Zinc: <0,50 mg/L (límite 4,0 mg/L).
- Fluoruros: 0,4 mg/L (límite 1,5 mg/L).

Sin embargo, el arsénico se registró en 0,013 mg/L, nuevamente por encima del límite de 0,01 mg/L. Los nitratos presentaron un valor de 7 mg/L, aunque este resultado aún se encuentra dentro del límite de 50 mg/L, su presencia en incremento respecto al punto cercano sugiere una posible influencia de la red de distribución.

En el ámbito microbiológico, se mantuvo la misma tendencia observada en el punto cercano. El análisis confirmó la ausencia de *Escherichia coli* y coliformes fecales, lo cual es positivo. Sin embargo, se reportó la presencia de coliformes totales en >23 NMP/100 mL, incumpliendo nuevamente lo estipulado por el reglamento, que exige ausencia total en 100 mL de muestra.

El nivel de cloro residual libre medido in situ fue de 0,1 mg/L, valor inferior al rango exigido de 0,3 a 1,1 mg/L. Este hallazgo indica que, aun después de recorrer la red de distribución, el agua sigue careciendo de la protección mínima necesaria contra la recontaminación. La baja concentración de cloro explica la persistencia de coliformes totales en este punto.

Los resultados del punto lejano reflejan una situación muy similar a la encontrada en el punto cercano: la mayoría de los parámetros físico-químicos cumplen con lo establecido en el reglamento, pero se mantienen incumplimientos críticos en tres aspectos: presencia de arsénico por encima del límite permitido, detección de coliformes totales y deficiencia en el nivel de cloro residual libre. La diferencia principal con respecto al punto cercano radica en el valor de los nitratos, que, aunque dentro del límite, mostró un ligero incremento, posiblemente asociado a las condiciones de la red o a infiltraciones ambientales.

El agua que llega al Centro Escolar “Santa Cruz Analquito” presenta la misma vulnerabilidad que en el punto inicial: no cumple plenamente con los requisitos del RTS 13.02.01:14 y, por tanto, no puede considerarse segura para consumo humano sin medidas correctivas adicionales.

3.8.3 Comparación entre los dos puntos de muestreo

El contraste entre los resultados del punto cercano a la planta de tratamiento y bombeo y el punto lejano en el Centro Escolar “Santa Cruz Analquito” (Tabla N°1) permite identificar patrones comunes y diferencias puntuales que reflejan el comportamiento del agua a lo largo de la red de distribución.

En primer lugar, ambos puntos mostraron cumplimiento en parámetros físico-químicos básicos: el pH se mantuvo en 7,0, dentro del rango de 6,0 a 8,5 exigido por el Reglamento Técnico Salvadoreño RTS 13.02.01:14; la turbidez fue nula (0,0 UNT), muy por debajo del límite de 5 UNT; los sólidos disueltos totales se situaron en 175–176 mg/L, ampliamente inferiores al máximo de 1000 mg/L; y la dureza total fue de 112–117 mg/L, dentro de valores aceptables. El color (<2 Pt-Co) y el olor (“no rechazable”) también cumplieron en ambas muestras. Estos resultados indican que el agua mantiene una apariencia aceptable y una composición estable desde el inicio de la red hasta el punto más distante evaluado.

Con respecto a los metales y compuestos inorgánicos, la situación fue semejante: hierro, manganeso, cadmio, plomo, mercurio, cobre, zinc y fluoruros se encontraron en concentraciones

muy bajas o no detectables, cumpliendo en ambos casos con el reglamento. No obstante, tanto en el punto cercano como en el lejano se detectó arsénico por encima del límite máximo de 0,01 mg/L (0,014 mg/L y 0,013 mg/L respectivamente), configurando una no conformidad crítica que afecta directamente la inocuidad del agua.

En cuanto a los parámetros microbiológicos, los dos puntos coincidieron en la ausencia de *Escherichia coli* y coliformes fecales, lo cual es positivo y representa un aspecto esencial para la seguridad del agua. Sin embargo, también coincidieron en un hallazgo preocupante: la presencia de coliformes totales en >23 NMP/100 mL, incumpliendo con lo dispuesto en el reglamento, que exige ausencia total en 100 mL de muestra. Este resultado sugiere que, aunque el tratamiento inicial logra eliminar bacterias fecales, la red de distribución no protege al agua de la recontaminación ambiental.

La medición de cloro residual libre in situ reforzó esta conclusión: en ambos puntos se reportaron niveles de 0,1 mg/L, por debajo del rango normativo de 0,3 a 1,1 mg/L. La baja concentración de cloro residual explica la vulnerabilidad del agua frente a microorganismos y confirma que el proceso de desinfección no se sostiene de manera adecuada a lo largo de la red.

La única diferencia observable entre ambos puntos estuvo en los nitratos, cuyo valor en el punto lejano fue de 7 mg/L, mientras que en el punto cercano fue no detectable. Aunque ambos resultados se encuentran dentro del límite máximo de 50 mg/L, el incremento en el punto lejano puede sugerir una influencia de la red o de posibles infiltraciones ambientales.

La comparación demuestra que el agua de Santa Cruz Analquito presenta una condición uniforme a lo largo de la red: cumple en parámetros físico-químicos básicos y no contiene bacterias fecales, pero muestra tres incumplimientos críticos en ambos puntos: exceso de arsénico, presencia de coliformes totales y niveles insuficientes de cloro residual libre. Estas coincidencias indican que el problema no se limita a un sector específico, sino que constituye una situación estructural que compromete la inocuidad del agua en todo el distrito y que debe ser abordada de manera prioritaria para garantizar el cumplimiento integral del reglamento y la protección de la salud de la población¹³.

Diversas investigaciones han evidenciado que la exposición prolongada al arsénico a través del agua de consumo humano constituye un grave problema de salud pública. Según Smith et al. (2002), la ingesta de este contaminante se relaciona con un aumento en la incidencia de cáncer de piel, vejiga y pulmón, así como con enfermedades cardiovasculares y alteraciones del sistema nervioso. Incluso concentraciones ligeramente superiores a los límites recomendados representan un riesgo para la población cuando la exposición es continua¹⁸.

Además, los efectos adversos del arsénico no solo se manifiestan a nivel individual, sino que también impactan en la carga sanitaria de las comunidades, generando un mayor número de enfermedades crónicas y gastos en atención médica. En este sentido, su control se vuelve prioritario en cualquier sistema de abastecimiento de agua potable¹⁸.

La presencia de coliformes totales y fecales, en particular *Escherichia coli*, es considerada el mejor indicador biológico de contaminación fecal en agua de consumo. Edberg et al. (2000) señalan que su detección refleja la posibilidad de coexistencia de bacterias, virus y protozoarios patógenos, responsables de enfermedades como diarreas agudas, gastroenteritis, fiebre tifoidea, hepatitis A y cólera¹⁹.

El impacto en salud pública es inmediato, ya que la contaminación microbiológica del agua es una de las principales causas de enfermedades diarreicas agudas (EDA) en comunidades rurales y urbanas con sistemas de distribución vulnerables. La ausencia de coliformes constituye, por tanto, un criterio fundamental de inocuidad, y su incumplimiento refleja deficiencias en la desinfección o infiltración de contaminantes en la red¹⁹.

Tabla N°1: Comparación de resultados obtenidos en el análisis de calidad del agua con los límites establecidos en el reglamento RTS 13.02.01:14.

| Determinación | Especificación | Resultados Punto Cercano | Resultados Punto Lejano | Unidades |
|--------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Color Aparente | ≤15 | <2 | <2 | Pt-Co |
| Dureza total (EDTA) | ≤500 | 117 | 112 | mg/L de CaCO ₃ |
| Olor | No rechazable | No rechazable | No rechazable | No aplica |
| Sólidos Totales Disueltos | ≤1000 | 175 | 176.5 | mg/L |
| Sulfatos | ≤250 | 27.5 | 26.7 | mg/L |
| Turbidez | ≤5 | 0.5 | 0 | UNT |
| Aluminio | ≤0.2 | <0.05 | <0.05 | mg/L |
| Antimonio | ≤0.02 | <0.003 | <0.003 | mg/L |
| Arsénico | ≤0.01 | 0.014 | 0.013 | mg/L |
| Bario | ≤0.7 | <0.025 | <0.025 | mg/L |
| Boro | ≤2.4 | 0.12 | 0.15 | mg/L |
| Cadmio | ≤0.003 | <0.002 | <0.002 | mg/L |
| Cianuro | ≤0.07 | <0.03 | <0.03 | mg/L |
| Cromo | ≤0.05 | <0.005 | <0.005 | mg/L |
| Hierro total | ≤0.3 | <0.05 | <0.05 | mg/L |
| Manganeso total | ≤0.1 | <0.025 | <0.025 | mg/L |
| Nitratos | ≤50 | 5 | 7 | mg/L |
| Nitritos | ≤3 | <0.02 | <0.02 | mg/L |
| Plomo | ≤0.01 | <0.005 | <0.005 | mg/L |
| Cobre | ≤2.0 | <0.25 | <0.25 | mg/L |
| Fluoruros | ≤1.5 | 0.4 | 0.4 | mg/L |
| Mercurio | ≤0.006 | <0.0010 | <0.0010 | mg/L |
| Selenio | ≤0.04 | <0.005 | <0.005 | mg/L |
| Níquel | ≤0.07 | <0.0025 | <0.0025 | mg/L |
| Zinc | ≤4.0 | <0.50 | <0.50 | mg/L |
| pH in situ | Min: 6.0 Max: 8.5 | 7 | 7 | No aplica |
| Cloro Residual in situ | Min: 0.3 Max: 1.1 | 0.1 | 0.1 | mg/L |
| Recuento de Coliformes Totales | <1.1 | >23.0 | >23.0 | NMP/100 mL |
| Recuento de Coliformes Fecales | <1.1 | <1.1 | <1.1 | NMP/100 mL |
| Recuento de Escherichia Coli | <1.1 | <1.1 | <1.1 | NMP/100 mL |

Fuente: Elaboración propia

3.9 Percepción de la población de Santa Cruz Analquito sobre la calidad del agua

Además de los análisis de laboratorio, se levantó información a través de encuestas aplicadas a 100 familias del distrito de Santa Cruz Analquito, con el propósito de conocer cómo perciben los habitantes la calidad del agua que reciben y cuáles son sus hábitos de consumo.

La primera pregunta presenta el origen del agua utilizada en los hogares (Figura N°2), el 92% de las familias recibe agua directamente del sistema público administrado por ANDA. Esto significa que la mayoría de los hogares cuenta con una conexión propia que abastece de forma constante a la vivienda. Un 5% de la población depende de conexiones compartidas con un vecino, mientras que el 3% aún obtiene el recurso de chorros públicos. Aunque se trata de una minoría, refleja que no todos los hogares tienen acceso domiciliario completo.

Estos datos reflejan que el sistema formal de distribución cubre a casi toda la población, lo cual constituye un avance importante en términos de cobertura. Sin embargo, el hecho de que todavía existan familias que dependen de conexiones indirectas o puntos comunitarios muestra que no todos los habitantes tienen acceso pleno y equitativo al servicio domiciliario.

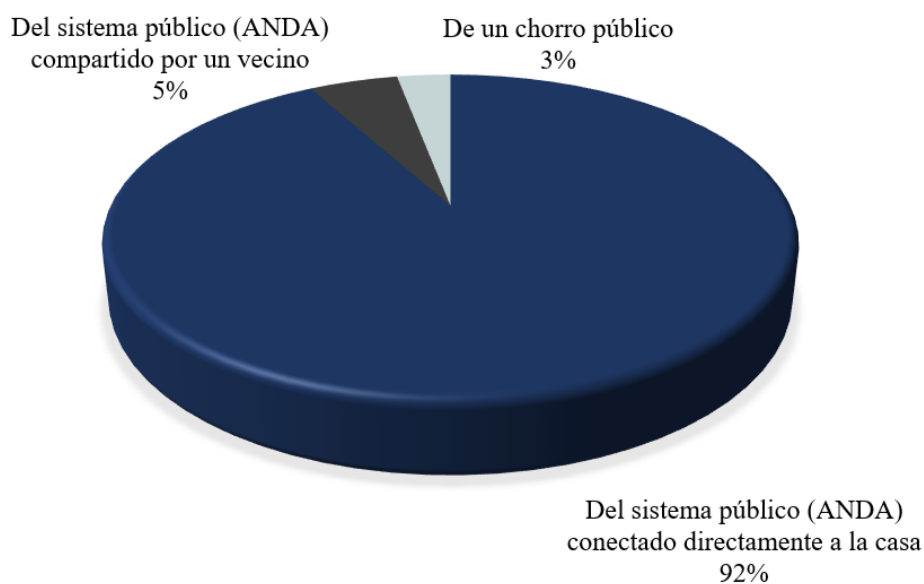


Figura N°2: Origen de la fuente de agua de donde proviene principalmente el agua que las familias utilizan y consumen

Fuente: Elaboración propia

Se preguntó con qué frecuencia llega el agua a los hogares (Figura N°3), el 60% de las familias respondió que recibe el servicio todos los días. Este grupo representa la mayoría y evidencia que, para buena parte de la población, el abastecimiento es constante.

Sin embargo, un 24% de los encuestados indicó que el agua llega únicamente entre 3 y 5 veces por semana, mientras que un 13% señaló que solo la reciben 1 o 2 veces por semana. Estas respuestas muestran que más de un tercio de la comunidad todavía enfrenta irregularidades en la continuidad del servicio. Finalmente, un 3% de las familias afirmó que no recibe agua directamente en sus viviendas, lo cual refleja que existen sectores que dependen de medios alternativos para abastecerse.

Estos datos evidencian que, aunque la cobertura es amplia, la continuidad no es homogénea en el distrito. La irregularidad en el suministro influye en la confianza de los habitantes y obliga a algunas familias a almacenar agua, con el riesgo de comprometer su calidad durante el almacenamiento

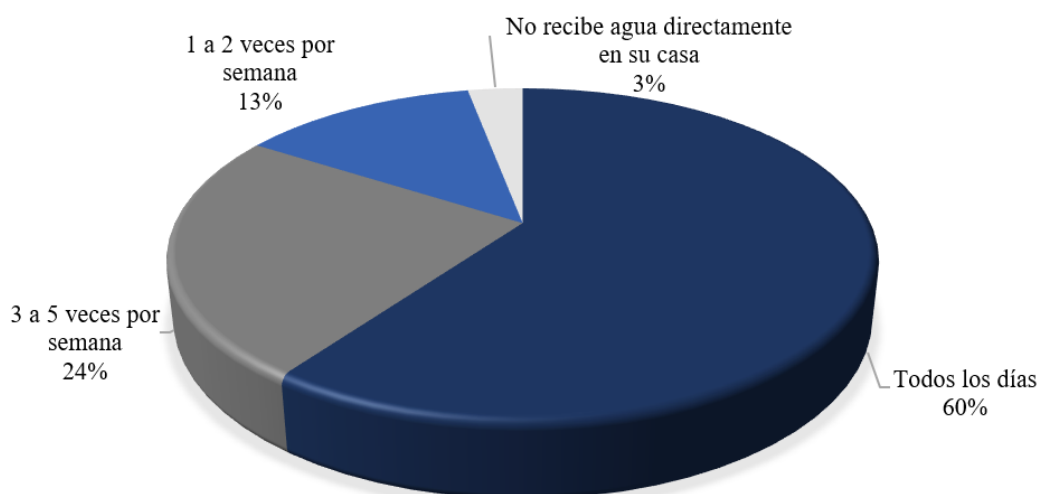


Figura N°3: Frecuencia con la que las familias reciben agua potable directamente en sus hogares

Fuente: Elaboración propia

Al consultar a las familias si consumen el agua directamente del grifo o aplican algún tipo de tratamiento (Figura N°4), el 44% de los encuestados respondió que la beben sin realizar ningún proceso adicional. Este grupo muestra confianza en el sistema de distribución, aunque también refleja exposición a los riesgos encontrados en los análisis de laboratorio.

Un 15% de las familias mencionó que hierve el agua antes de consumirla, mientras que el 29% opta por comprar agua embotellada. Estas prácticas son evidencia de la desconfianza de la población hacia la calidad del recurso y del esfuerzo por reducir posibles riesgos sanitarios. En menor medida, un 6% de los hogares señaló que añade cloro como medida de desinfección casera y otro 6% que utiliza filtros. Aunque son grupos pequeños, estas respuestas revelan estrategias domésticas para suplir deficiencias del sistema.

Los resultados confirman que más de la mitad de las familias toma alguna medida preventiva antes de consumir el agua. Esta percepción coincide con los hallazgos técnicos, que evidenciaron la presencia de coliformes totales y un nivel bajo de cloro residual, factores que afectan la confianza en el recurso.

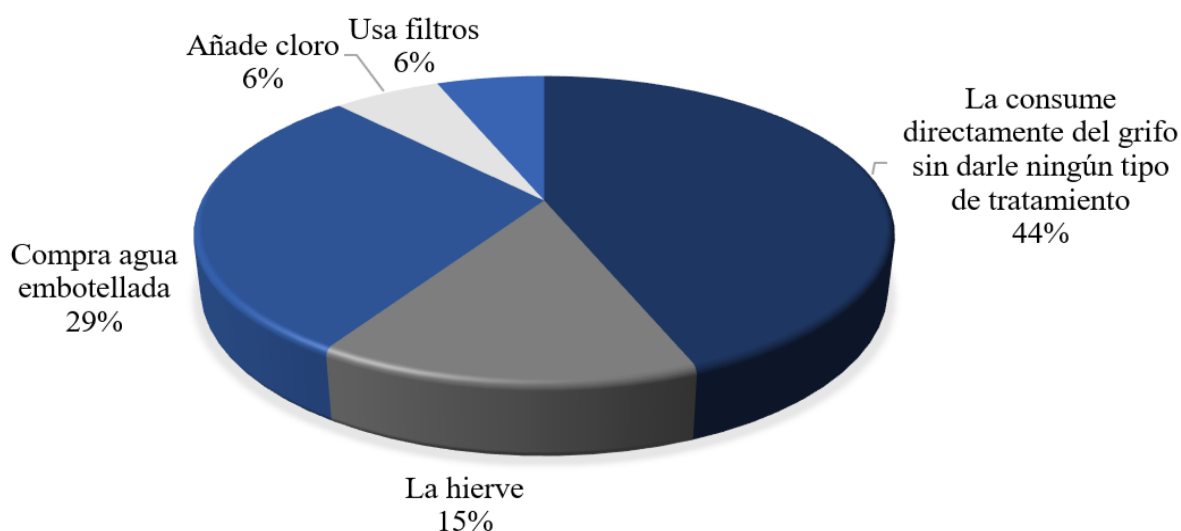


Figura N°4: Tipos de tratamientos que realizan las familias al agua antes de consumirla directamente del grifo

Fuente: Elaboración propia

Cuando se consultó si el agua que llega a las viviendas alguna vez ha caído sucia, con mal olor o mal sabor (Figura N°5), el 66% de las familias respondió que nunca ha tenido esta experiencia. Este grupo mayoritario refleja que, en términos generales, la población percibe un agua aceptable en sus características organolépticas. Sin embargo, un 24% de los encuestados indicó que en algunas ocasiones el agua sí ha presentado problemas de calidad sensorial. Además, un 10% afirmó que esta situación se ha repetido en múltiples ocasiones, lo que revela que una parte de la comunidad ha percibido deficiencias recurrentes.

Estos resultados muestran que, aunque la mayoría no identifica problemas de sabor, olor o turbidez en el agua, existe un sector considerable que sí los ha experimentado. Ello coincide con los hallazgos técnicos de presencia de coliformes totales y bajo cloro residual, que podrían explicar variaciones en la calidad percibida por la población.

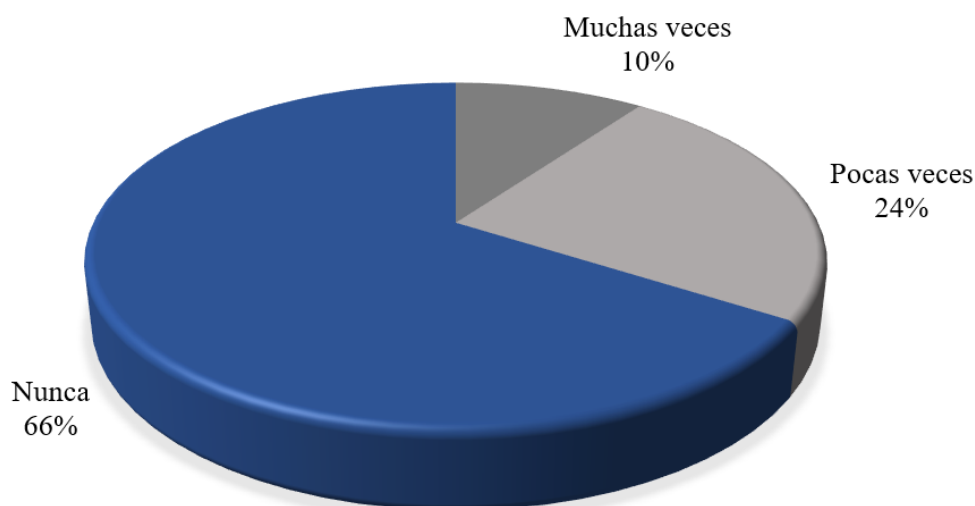


Figura N°5: Frecuencia con la que el agua llega en condiciones inadecuadas a los hogares (sucia, con mal olor o mal sabor)

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se preguntó a las familias qué es lo que más les preocupa sobre el agua que reciben en sus hogares (Figura N°6), el 44% respondió que no tienen ninguna preocupación específica. Este resultado muestra que casi la mitad de la población percibe el servicio como aceptable.

Sin embargo, un 25% señaló como principal problema la falta de continuidad, al afirmar que el agua no llega todos los días. Este dato refleja la importancia que tiene la regularidad del suministro en la confianza de la población.

Un 11% manifestó temor a que el agua no alcance para toda la comunidad, mientras que un 8% expresó que el precio es un aspecto que les preocupa. Aunque no son los porcentajes más altos, muestran inquietudes ligadas a la sostenibilidad y accesibilidad del recurso.

Un 7% de los encuestados mencionó que el agua no puede ser utilizada directamente para beber del grifo y un 5% señaló problemas de olor o sabor. Estos porcentajes, aunque menores, coinciden con los hallazgos técnicos de deficiencias en cloro residual y presencia de coliformes totales, que explican la desconfianza de un sector de la población.

En conjunto, los resultados de esta pregunta confirman que la comunidad valora la cobertura alcanzada, pero mantiene dudas sobre la continuidad, la seguridad sanitaria y la calidad sensorial del agua que recibe en sus hogares.

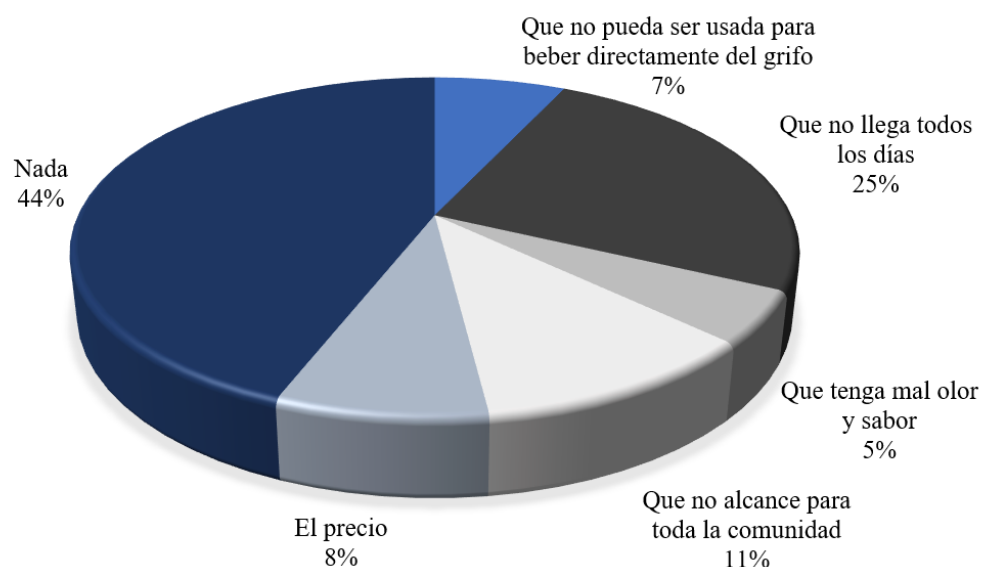


Figura N°6: Principales preocupaciones de la población respecto al agua recibida en sus hogares

Fuente: Elaboración propia

Las encuestas reflejaron que, aunque la mayoría de familias de Santa Cruz Analquito cuenta con conexión al sistema público y percibe el servicio como aceptable, persisten dudas relacionadas con la continuidad, la calidad sensorial y la seguridad del agua. Una parte importante de la población opta por hervirla, filtrarla o comprarla embotellada, lo que confirma que la confianza en el recurso no es plena y que las percepciones sociales coinciden con los hallazgos técnicos de deficiencias en el proceso de potabilización

CAPÍTULO IV

4.0 PRODUCTO FINAL

El producto final de esta investigación es un documental titulado “CLARIDAD EN CADA GOTTA: LA VERDAD DEL AGUA EN ANALQUITO”, cuyo propósito es dar a conocer, de forma clara y accesible, la situación del agua potable en el distrito de Santa Cruz Analquito.

El documental está estructurado en bloques narrativos que combinan elementos históricos, culturales y técnicos. Inicia con la descripción del distrito, su geografía, el origen del nombre y las tradiciones locales, para posteriormente introducir la importancia del agua como recurso esencial. A lo largo del relato se expone la evolución del sistema de distribución, desde sus inicios hasta la implementación del pozo local, y se incluyen entrevistas con miembros de la comunidad, docentes y autoridades.

Asimismo, se presentan los resultados de laboratorio obtenidos en los dos puntos de muestreo, junto con la percepción de la población recolectada mediante encuestas. La combinación de testimonios, imágenes reales, narración y análisis científico busca transmitir no solo datos técnicos, sino también el sentir de la comunidad frente al agua que consume.

El producto se encuentra disponible en formato digital de alta calidad, lo que facilita su consulta desde cualquier dispositivo a partir del siguiente link:

<https://youtu.be/v2YLn0oV4Nw?si=Ely9NiaGx2ivwQd9>

Cualquier persona interesada puede acceder al material completo y comprender los hallazgos de la investigación. En síntesis, el documental constituye una herramienta de divulgación científica y comunitaria, que refleja tanto la dimensión técnica como la social del agua en Santa Cruz Analquito, aportando evidencia y conciencia sobre la importancia de la calidad del recurso hídrico.

CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES

1. La toma de muestras de agua de consumo humano en puntos representativos del sistema de distribución de Santa Cruz Analquito permitió identificar variaciones en la calidad del recurso entre sectores cercanos y alejados de la planta de tratamiento y bombeo. La selección estratégica de los sitios de muestreo, realizada conforme a la normativa RTS 13.02.01:14, garantizó resultados confiables y representativos, aportando información clave para la evaluación del suministro en la comunidad.
2. Las entrevistas y encuestas aplicadas a residentes, autoridades locales, estudiantes y personal docente permitieron recopilar información valiosa sobre la percepción del servicio de agua potable en Santa Cruz Analquito. Los resultados evidenciaron preocupaciones relacionadas con la calidad, disponibilidad y continuidad del suministro, así como hábitos de consumo que influyen en el uso del recurso. Estos hallazgos aportan una perspectiva social complementaria al análisis técnico, fortaleciendo la comprensión integral de la gestión del agua en la comunidad.
3. El análisis de las muestras recolectadas conforme al RTS 13.02.01:14 Agua de consumo humano. Requisitos de calidad e inocuidad permitió verificar el grado de cumplimiento de los parámetros establecidos en el reglamento. Los resultados evidenciaron que algunos indicadores se mantienen dentro de los límites aceptables, mientras que otros reflejan desviaciones que requieren atención para garantizar la inocuidad y seguridad del recurso destinado al consumo humano.
4. La comparación de los resultados entre los puntos de muestreo reveló variaciones en ciertos parámetros de calidad del agua, estas diferencias ponen en evidencia posibles deficiencias en el sistema de distribución, resaltando la necesidad de fortalecer las medidas de control y monitoreo para asegurar un suministro uniforme y seguro en toda la comunidad.
5. El análisis de arsénico y coliformes totales en las muestras permitió identificar riesgos sanitarios relevantes para la población. La presencia de arsénico representa un peligro toxicológico de carácter crónico, mientras que los coliformes totales son indicadores sensibles de contaminación microbiológica, lo que resalta la importancia de mantener un control riguroso sobre estos parámetros.

6. La medición del cloro libre residual evidenció la eficacia del proceso de desinfección aplicado en el sistema de distribución. Este parámetro constituye un indicador esencial para garantizar la potabilidad del recurso, ya que asegura la acción continua del tratamiento y disminuye el riesgo de proliferación de microorganismos patógenos en la red.
7. Se consiguió sistematizar y presentar los hallazgos técnicos y sociales en el documental “CLARIDAD EN CADA GOTA: LA VERDAD DEL AGUA EN ANALQUITO”, el cual permitirá divulgar los resultados de manera accesible, integrando evidencia científica y percepción comunitaria.

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES

1. A la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA): fortalecer los procesos de desinfección y capacitación del personal encargado para poder garantizar que el cloro residual libre se mantenga dentro del rango establecido en el reglamento en toda la red de distribución.
2. A las autoridades municipales de Santa Cruz Analquito: coordinar esfuerzos con las entidades competentes para realizar un monitoreo más frecuente de los parámetros de calidad del agua, especialmente arsénico y coliformes totales.
3. Al Ministerio de Salud: establecer un programa de monitoreo periódico de la calidad del agua en Santa Cruz Analquito, priorizando la vigilancia de arsénico, coliformes totales y cloro libre residual, a fin de garantizar el cumplimiento del RTS 13.02.01:14 y proteger la salud de la población e implementar campañas de educación comunitaria sobre el manejo seguro del agua en los hogares, fomentando prácticas de hervido, filtrado y almacenamiento higiénico mientras se solucionan las deficiencias del sistema.
4. A la Administración de Sistemas de Agua: fortalecer las acciones de control y mantenimiento en la red de distribución, asegurando la presencia adecuada de cloro libre residual y corrigiendo oportunamente las deficiencias detectadas para mantener la potabilidad del recurso en todos los sectores del distrito.
5. A las instituciones educativas del distrito: establecer medidas preventivas para garantizar que el agua consumida por los estudiantes sea segura, incluyendo filtros certificados o puntos de cloración adecuados.
6. A la comunidad de Santa Cruz Analquito: organizarse mediante comités locales de agua que permitan ejercer vigilancia ciudadana, reportar irregularidades en la calidad del recurso y exigir acciones correctivas a las instituciones competentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Naciones Unidas. Resolución 64/292: El derecho humano al agua y al saneamiento [Internet]. Asamblea General de las Naciones Unidas; 2010 [citado 2025 may 12]. Disponible en: https://digitallibrary.un.org/record/687002/files/A_RES_64_292-EN.pdf
2. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable. 4a ed. Ginebra: OMS; 2017 [citado 2025 may 27]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44584/9789241548151_eng.pdf
3. Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad de El Salvador. Gestión integrada del recurso hídrico en El Salvador: desafíos y propuestas [Internet]. San Salvador: Universidad de El Salvador; 2020 [citado 2025 jun 3]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/bitstreams/9cfd673d-bb6-4b67-aaf0-74d5471995/download>
4. Ministerio de Salud. RTS 13.02.01:14. Agua. Agua de consumo humano. Requisitos de calidad e inocuidad [Internet]. San Salvador: Ministerio de Salud; 2014 [citado 2025 jun 14]. Disponible en: https://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/reglamento/rts_calidad_e_inocuidad_del_agua_para_consumo_humano_v1.pdf
5. Organización Panamericana de la Salud. Evaluación de la calidad del agua en América Latina: adaptación normativa y desafíos. Washington D.C.: OPS; 2013.
6. Procuraduría para la Defensa de los Derechos Humanos (PDDH). Informe especial sobre el derecho humano al agua en comunidades rurales de El Salvador [Internet]. San Salvador: PDDH; 2020 [citado 2025 jun 28]. Disponible en: <https://www.pddh.gob.sv/portal/wp-content/uploads/2021/06/INFORME-PDDH-2019-2020-FINAL.pdf>
7. Water for People El Salvador. Modelos de gestión comunitaria del agua potable en zonas rurales: diagnóstico y propuestas [Internet]. San Salvador: Water for People; 2019 [citado 2025 jul 2]. Disponible en: <https://www.waterforpeople.org/wp-content/uploads/2023/05/Water-For-People-Informe-de-Impacto-2022.pdf>

8. Centro Salvadoreño de Tecnología Apropriada (CESTA). Retos de la gobernanza hídrica en comunidades rurales [Internet]. San Salvador: CESTA; 2021 [citado 2025 jul 9]. Disponible en: https://prismaregional.org/wpcontent/uploads/2020/02/bol145_desafios_del_agua_y_la_reforma_del_sector_hidrico_en_ESV.pdf
9. Cruz Roja Salvadoreña; USAID; Grupo de Recursos Internacionales. Plan de mitigación y uso de tierras de Santa Cruz Analquito [Internet]. San Salvador: CRS/USAID/GRI; 2003 [citado 2025 may 18]. Disponible en: <https://www.eird.org/deslizamientos/pdf/spa/doc15471/doc15471-1.pdf>
10. Dirección Nacional del Primer Nivel de Atención, SIBASI Cuscatlán. Diagnóstico comunitario consolidado de Santa Cruz Analquito. San Salvador: Ministerio de Salud; 2023.
11. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable. 4a ed. Ginebra: OMS; 2017 [citado 2025 jul 14]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/1/9789241549950-eng.pdf>
12. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). Estado Mundial de la Infancia 2012: Niños en un mundo urbano [Internet]. Nueva York: UNICEF; 2012 [citado 2025 jun 5]. Disponible en: <https://www.unicef.org/china/media/10591/file/The%20State%20ofthe%20World%E2%80%99s%20Children%202012.pdf>
13. Ministerio de Salud de El Salvador. Reglamento Técnico Salvadoreño RTS 13.02.01:14. Agua. Agua de consumo humano. Requisitos de calidad e inocuidad [Internet]. San Salvador: Ministerio de Salud; 2018 [citado 2025 jun 22]. Disponible en: https://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/reglamento/rts_calidad_e_inocuidad_del_agua_para_consumo_humano_v1.pdf
14. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable. 4a ed. Ginebra: OMS; 2017 [citado 2025 may 30]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>
15. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). Informe histórico sobre sistemas de agua potable en comunidades rurales. San Salvador: ANDA; 1980.

16. Municipalidad de Santa Cruz Analquito. Proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable [Internet]. Santa Cruz Analquito: Alcaldía Municipal; 2019 [citado 2025 jul 20]. Disponible en:
https://www.transparencia.gob.sv/descarga_archivo.php?id=NDQ5ODk2&inst=449896
17. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados ANDA. Inauguración de pozo que reforzará el servicio para 3500 habitantes en Santa Cruz Analquito [Internet]. San Salvador: ANDA; 2023 [citado 2025 jun 9]. Disponible en:
<https://www.anda.gob.sv/inauguracion-de-pozo-que-reforzara-el-servicio-para-3500-habitantes-en-santa-cruz-analquito/>
18. Smith AH, Lopipero PA, Bates MN, Steinmaus CM. Arsenic epidemiology and drinking water standards [Internet]. *Environ Health Perspect.* 2002;110(Suppl 5):757–63 [citado 2025 jul 5]. Disponible en: <https://superfund.berkeley.edu/pdf/260.pdf>
19. Edberg SC, Rice EW, Karlin RJ, Allen MJ. Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection [Internet]. *J Appl Microbiol.* 2000;88(S1):106S–16S [citado 2025 may 25]. Disponible en:
<https://academic.oup.com/japlmicro/article-abstract/88/S1/106S/6721253>

ANEXOS

ANEXO N°1. ENCUESTA PERCEPCIÓN COMUNITARIA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN SANTA CRUZ ANALQUITO

Percepción comunitaria del servicio de agua potable en Santa Cruz Analquito

Objetivo: Esta encuesta busca conocer la opinión de los habitantes del distrito de Santa Cruz Analquito sobre el servicio de agua potable en la comunidad. Dirigida a una persona mayor de 18 años por familia.

Indicaciones: Marque solo una opción por pregunta.

1. ¿De dónde proviene principalmente el agua que usted y su familia utilizan en su hogar?

- Del sistema público (ANDA) conectado directamente a la casa
- Del sistema público (ANDA) compartido por un vecino
- De un chorro público

2. ¿Con qué frecuencia llega el agua a su casa?

- Todos los días
- 3 a 5 veces por semana
- 1 a 2 veces por semana
- No recibe agua directamente en su casa

3. Si consume agua directamente del grifo, ¿Usted realiza algún tipo de tratamiento antes de consumir esta agua?

- La hierve
- Añade cloro
- Usa filtro
- Compra agua embotellada
- La consume directamente del grifo sin darle ningún tipo de tratamiento

4. ¿Alguna vez el agua que llega a su casa cae sucia, tiene mal olor o mal sabor?

- Muchas veces
- Pocas veces
- Nunca

5. ¿Qué es lo que más le preocupa sobre el agua que recibe en su hogar?

- Que no pueda ser usada para beber directamente del grifo
- Que no llega todos los días
- Que tenga mal olor y sabor
- Que no alcance para toda la comunidad
- El precio
- Nada

ANEXO N°2

RESULTADOS DE LABORATORIO



Liderazgo + Excelencia + Compromiso + Confiabilidad

Calle San Antonio Abad, No. 1965. S.S., El Salvador
 www.lecc.com.sv Correo: info@lecc.com.sv
 PBX: (503) 2525-0200 WhatsApp: +503 7180-4157

INFORME DE ANÁLISIS

CONTROL: AG-2507-00096 v1

Solicitado por: JOSE GUSTAVO RIVAS RODRIGUEZ
 BO. EL CENTRO, SANTA CRUZ
 ANALQUITO, CUSCATLAN

AGUA DE GRIFO PUNTO CERCANO A PLANTA

| | | | |
|----------------|---------------------------------|---------------------|------------|
| Origen: | RED ANDA | Fecha de toma: | 04-07-2025 |
| Lugar: | SANTA CRUZ ANALQUITO, CUSCATLÁN | Hora de toma: | 10:15 |
| Muestreo: | LECC bajo PE-GC-35 y PE-GC-21 | Ingreso de muestra: | 04-07-2025 |
| Coordenadas: | No disponible | Emisión de informe: | 22-07-2025 |
| Observaciones: | No aplica | | |



Confirme la veracidad de este informe escaneando el código QR.
 El usuario y contraseña es el número de control.

RESULTADOS

| Determinación | Método | Referencia ¹ | Especificación ² | Resultado | Unidades |
|---------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|
| Color Aparente | 2120 C | SMEWW 24th Edition | <=15 | <2 | Pt-Co |
| Dureza total (EDTA)* | 2340 C | SMEWW 24th Edition | <=500 | 117.00 | mg/L de CaCO3 |
| Olor | Sensorial | SMEWW 24th Edition | No rechazable | No rechazable | No Aplica |
| Sólidos Totales Disueltos | Instrumental | SMEWW 24th Edition | <=1000 | 175.0 | mg/L |
| Sulfatos | 4500-SO4-2 E | SMEWW 24th Edition | <=250 | 27.5 | mg/L |
| Turbidez * | 2130 B | SMEWW 24th Edition | <=5 | 0.0 | UNT |
| Aluminio | 3500-Al, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.2 | <0.05 | mg/L |
| Antimonio | 3500-Sb, 3113B | SMEWW 23rd Edition | <=0.02 | <0.003 | mg/L |
| Arsénico * | 3500-As, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.01 | 0.014 | mg/L |
| Bario | 3500-Ba, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.7 | <0.025 | mg/L |
| Boro | 4500-B C | SMEWW 24th Edition | <=2.4 | 0.12 | mg/L |
| Cadmio | 3500-Cd, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.003 | <0.002 | mg/L |
| Cianuro | 4500-CN E | SMEWW 24th Edition | <=0.07 | <0.03 | mg/L |
| Cromo | 3500-Cr, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.05 | <0.005 | mg/L |
| Hierro total * | 3500 Fe-B | SMEWW 24th Edition | <=0.3 | <0.05 | mg/L |
| Manganeso total | 3500-Mn B | SMEWW 24th Edition | <=0.1 | <0.025 | mg/L |
| Nitratos* | 4500-NO3-H | SMEWW 24th Edition | <=50 | 5 | mg/L |
| Nitritos | 4500- NO2- B | SMEWW 24th Edition | <=3 | <0.02 | mg/L |
| Plomo * | 3500-Pb, 3113 B | SMEWW 24th Edition | <=0.01 | <0.005 | mg/L |
| Cobre * | 3500-Cu, 3111B | SMEWW 24th Edition | <=2.0 | <0.25 | mg/L |
| Fluoruros | 4500-F D | SMEWW 24th Edition | <= 1.5 | 0.4 | mg/L |
| Mercurio | 3500-Hg, 3114C | SMEWW 24th Edition | <=0.006 | <0.0010 | mg/L |
| Selenio | 3500-Se, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.04 | <0.005 | mg/L |

(*) Ensayo acreditado y sin (*) ensayos no acreditados.
 Laboratorio de Ensayo acreditado por el OSA con registro N° LEA-05:02 para el alcance detallado en www.osa.gob.sv



Liderazgo + Excelencia + Compromiso + Confiabilidad

Calle San Antonio Abad, No. 1965. S.S., El Salvador
www.lecc.com.sv Correo: info@lecc.com.sv
PBX: (503) 2525-0200 WhatsApp: +503 7180-4157

INFORME DE ANÁLISIS

CONTROL: AG-2507-00096 v1

Solicitado por: JOSE GUSTAVO RIVAS RODRIGUEZ
BO. EL CENTRO, SANTA CRUZ
ANALQUITO, CUSCATLAN

AGUA DE GRIFO PUNTO CERCANO A PLANTA

| | | | |
|----------------|---------------------------------|---------------------|------------|
| Origen: | RED ANDA | Fecha de toma: | 04-07-2025 |
| Lugar: | SANTA CRUZ ANALQUITO, CUSCATLÁN | Hora de toma: | 10:15 |
| Muestreo: | LECC bajo PE-GC-35 y PE-GC-21 | Ingreso de muestra: | 04-07-2025 |
| Coordenadas: | No disponible | Emisión de informe: | 22-07-2025 |
| Observaciones: | No aplica | | |



Confirme la veracidad de este informe escaneando el código QR.
El usuario y contraseña es el número de control.

RESULTADOS

| Determinación | Método | Referencia ¹ | Especificación ² | Resultado | Unidades |
|----------------------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------|-----------|------------|
| Niquel | 3500-Ni, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.07 | <0.0025 | mg/L |
| Zinc * | 3500-Zn, 3111B | SMEWW 24th Edition | <=4.0 | <0.50 | mg/L |
| pH in situ * | 4500-H+ B | SMEWW 24th Edition | Min: 6.0 Max: 8.5 | 7.0 | No Aplica |
| Cloro Residual in situ * | 4500-Cl G | SMEWW 24th Edition | Min: 0.3 Max: 1.1 | 0.1 | mg/L |
| Recuento de Coliformes Totales * | 9223 A y B | SMEWW 24th Edition | <1.1 | >23.0 | NMP/100 mL |
| Recuento de Coliformes Fecales * | 9221 E | SMEWW 24th Edition | <1.1 | <1.1 | NMP/100 mL |
| Recuento de Escherichia Coli * | 9223 A y B | SMEWW 24th Edition | <1.1 | <1.1 | NMP/100 mL |

NOTAS:

¹: Cuando no se especifica versión de la referencia debe entenderse que es la edición vigente.

²: Especificaciones:

RTS 13.02.01:14 AGUA. AGUA DE CONSUMO HUMANO. REQUISITOS DE CALIDAD E INOCUIDAD

ACLARACIONES:

- Los resultados corresponden a la muestra ensayada.
- Este informe no puede ser reproducido de forma parcial.
- Puede consultar el significado de las abreviaturas en: www.lecc.com.sv

Autorizado por:

Licda. Alma Jeanethe Mina Lara
QUÍMICA FARMACÉUTICA
Insc. JVPQF No. 1004

Signataria autorizada
Alma Jeanethe Mina (QF, MBA)
Fecha: 22/07/2025





Liderazgo + Excelencia + Compromiso + Confiabilidad

Calle San Antonio Abad, No. 1965. S.S., El Salvador
 www.lecc.com.sv Correo: info@lecc.com.sv
 PBX: (503) 2525-0200 WhatsApp: +503 7180-4157

INFORME DE ANÁLISIS

CONTROL: AG-2507-00097 v1

Solicitado por: JOSE GUSTAVO RIVAS RODRIGUEZ
 BO. EL CENTRO, SANTA CRUZ
 ANALQUITO, CUSCATLAN

AGUA DE GRIFO PUNTO LEJANO DE PLANTA

| | | | |
|----------------|---------------------------------|---------------------|------------|
| Origen: | RED ANDA | Fecha de toma: | 04-07-2025 |
| Lugar: | SANTA CRUZ ANALQUITO, CUSCATLÁN | Hora de toma: | 10:55 |
| Muestreo: | LECC bajo PE-GC-35 y PE-GC-21 | Ingreso de muestra: | 04-07-2025 |
| Coordenadas: | No disponible | Emisión de informe: | 22-07-2025 |
| Observaciones: | No aplica | | |



Confirme la veracidad de este informe escaneando el código QR.
 El usuario y contraseña es el número de control.

RESULTADOS

| Determinación | Método | Referencia ¹ | Especificación ² | Resultado | Unidades |
|---------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------------|---------------|---------------------------|
| Color Aparente | 2120 C | SMEWW 24th Edition | <=15 | <2 | Pt-Co |
| Dureza total (EDTA)* | 2340 C | SMEWW 24th Edition | <=500 | 112.00 | mg/L de CaCO ₃ |
| Olor | Sensorial | SMEWW 24th Edition | No rechazable | No rechazable | No Aplica |
| Sólidos Totales Disueltos | Instrumental | SMEWW 24th Edition | <=1000 | 176.5 | mg/L |
| Sulfatos | 4500-SO4-2 E | SMEWW 24th Edition | <=250 | 26.7 | mg/L |
| Turbidez * | 2130 B | SMEWW 24th Edition | <=5 | 0.0 | UNT |
| Aluminio | 3500-Al, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.2 | <0.05 | mg/L |
| Antimonio | 3500-Sb, 3113B | SMEWW 23rd Edition | <=0.02 | <0.003 | mg/L |
| Arsénico * | 3500-As, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.01 | 0.013 | mg/L |
| Bario | 3500-Ba, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.7 | <0.025 | mg/L |
| Boro | 4500-B C | SMEWW 24th Edition | <=2.4 | 0.15 | mg/L |
| Cadmio | 3500-Cd, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.003 | <0.002 | mg/L |
| Cianuro | 4500-CN E | SMEWW 24th Edition | <=0.07 | <0.03 | mg/L |
| Cromo | 3500-Cr, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.05 | <0.005 | mg/L |
| Hierro total * | 3500 Fe-B | SMEWW 24th Edition | <=0.3 | <0.05 | mg/L |
| Manganeso total | 3500-Mn B | SMEWW 24th Edition | <=0.1 | <0.025 | mg/L |
| Nitratos* | 4500-NO3-H | SMEWW 24th Edition | <=50 | 7 | mg/L |
| Nitritos | 4500- NO2- B | SMEWW 24th Edition | <=3 | <0.02 | mg/L |
| Plomo * | 3500-Pb, 3113 B | SMEWW 24th Edition | <=0.01 | <0.005 | mg/L |
| Cobre * | 3500-Cu, 3111B | SMEWW 24th Edition | <=2.0 | <0.25 | mg/L |
| Fluoruros | 4500-F D | SMEWW 24th Edition | <= 1.5 | 0.4 | mg/L |
| Mercurio | 3500-Hg, 3114C | SMEWW 24th Edition | <=0.006 | <0.0010 | mg/L |
| Selenio | 3500-Se, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.04 | <0.005 | mg/L |

(*) Ensayo acreditado y sin (*) ensayos no acreditados.
 Laboratorio de Ensayo acreditado por el OSA con registro N° LEA-05:02 para el alcance detallado en www.osa.gob.sv



Liderazgo + Excelencia + Compromiso + Confiabilidad

Calle San Antonio Abad, No. 1965. S.S., El Salvador
www.lecc.com.sv Correo: info@lecc.com.sv
PBX: (503) 2525-0200 WhatsApp: +503 7180-4157

INFORME DE ANÁLISIS

CONTROL: AG-2507-00097 v1

Solicitado por: JOSE GUSTAVO RIVAS RODRIGUEZ
BO. EL CENTRO, SANTA CRUZ
ANALQUITO, CUSCATLAN

AGUA DE GRIFO PUNTO LEJANO DE PLANTA

| | | | |
|----------------|---------------------------------|---------------------|------------|
| Origen: | RED ANDA | Fecha de toma: | 04-07-2025 |
| Lugar: | SANTA CRUZ ANALQUITO, CUSCATLÁN | Hora de toma: | 10:55 |
| Muestreo: | LECC bajo PE-GC-35 y PE-GC-21 | Ingreso de muestra: | 04-07-2025 |
| Coordenadas: | No disponible | Emisión de informe: | 22-07-2025 |
| Observaciones: | No aplica | | |



Confirme la veracidad de este informe escaneando el código QR.
El usuario y contraseña es el número de control.

RESULTADOS

| Determinación | Método | Referencia ¹ | Especificación ² | Resultado | Unidades |
|----------------------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------|-----------|------------|
| Niquel | 3500-Ni, 3113B | SMEWW 24th Edition | <=0.07 | <0.0025 | mg/L |
| Zinc * | 3500-Zn, 3111B | SMEWW 24th Edition | <=4.0 | <0.50 | mg/L |
| pH in situ * | 4500-H+ B | SMEWW 24th Edition | Min: 6.0 Max: 8.5 | 7.0 | No Aplica |
| Cloro Residual in situ * | 4500-Cl G | SMEWW 24th Edition | Min: 0.3 Max: 1.1 | 0.1 | mg/L |
| Recuento de Coliformes Totales * | 9223 A y B | SMEWW 24th Edition | <1.1 | >23.0 | NMP/100 mL |
| Recuento de Coliformes Fecales * | 9221 E | SMEWW 24th Edition | <1.1 | <1.1 | NMP/100 mL |
| Recuento de Escherichia Coli * | 9223 A y B | SMEWW 24th Edition | <1.1 | <1.1 | NMP/100 mL |

NOTAS:

¹: Cuando no se especifica versión de la referencia debe entenderse que es la edición vigente.

²: Especificaciones:

RTS 13.02.01:14 AGUA. AGUA DE CONSUMO HUMANO. REQUISITOS DE CALIDAD E INOCUIDAD

ACLARACIONES:

- Los resultados corresponden a la muestra ensayada.
- Este informe no puede ser reproducido de forma parcial.
- Puede consultar el significado de las abreviaturas en: www.lecc.com.sv

Autorizado por:

Licda. Alma Jeanethe Mina Lara
QUÍMICA FARMACÉUTICA
Insc. JVPQF No. 1004

Signataria autorizada
Alma Jeanethe Mina (QF, MBA)
Fecha: 22/07/2025

República de El Salvador
SRS
LABORATORIO ESPECIALIZADO
EN CONTROL DE CALIDAD (LECC)
Inscripción: E50LT0357
Propietario: ESEBESA, S.A. DE C.V.
Distrito: SAN SALVADOR
Departamento: SAN SALVADOR