

**REPÚBLICA DE NICARAGUA**

**EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS**

**ENACAL**



**Perfil de Proyecto “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable  
en el municipio de Masatepe”**

**Dirección de Preinversión -GPI**

**Managua, Nicaragua**

**Abril 2026**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| <b>1. RESUMEN DEL PROYECTO .....</b>       | <b>1</b>  |
| <b>2. OBJETIVOS DEL PROGRAMA .....</b>     | <b>3</b>  |
| <b>3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b> | <b>4</b>  |
| <b>4. INTRODUCCIÓN .....</b>               | <b>5</b>  |
| <b>5. ANTECEDENTES .....</b>               | <b>6</b>  |
| <b>6. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA .....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>7. COMPONENTE: AGUA POTABLE.....</b>    | <b>10</b> |

## 1. RESUMEN DEL PROYECTO

**Tabla 1. Resumen del Proyecto**

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Título:</b>                   | “Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable en el municipio de Masatepe”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |
| <b>País / zona geográfica:</b>   | Nicaragua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |
| <b>Entidad solicitante:</b>      | Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |
| <b>Agencia ejecutora:</b>        | ENACAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                          |
| <b>Objetivos:</b>                | <p><b>Objetivo general:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Contribuir a mejorar las condiciones sanitarias y medio ambientales de los habitantes en los municipios de Masatepe.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a. Brindar el servicio de agua potable en calidad, cantidad y continuidad a 27,373 personas mediante 3,456 conexiones domiciliarias nuevas al término de ejecución de las obras en los municipios de Masatepe.</p> |                          |
| <b>Componentes:</b>              | <p>El programa está compuesto por los siguientes componentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mejoramiento y equipamiento de los sistemas de agua potable.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |
| <b>Beneficiarios:</b>            | 27,373 habitantes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |
| <b>Financiamiento:</b>           | Costo de obras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>U\$ 20,753,587.65</b> |
| <b>Período de ejecución</b>      | 3 años (2026 – 2029)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                          |
| <b>Líneas de actuación:</b>      | Agua potable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |
| <b>Descripción del programa:</b> | En este programa se propone la construcción de:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | <p><b>Agua potable:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Construcción y perforación de ocho (8) pozos perforados, cada uno con una capacidad de 265 gpm.</li> <li>ii. Instalación de 5.07 km de líneas de impulsión en tubería de hierro fundido dúctil (HFD), con diámetros que varían entre 150 mm y 400 mm.</li> <li>iii. Instalación de 7.26 km de línea de aducción en HFD de 350 mm de diámetro.</li> <li>iv. Construcción de un tanque vitrificado sobre suelo con capacidad de 2,103.24 m<sup>3</sup>, destinado a atender la Zona Alta Sur y la Zona Baja Norte.</li> <li>v. Rehabilitación de un tanque existente de acero sobre suelo con volumen de 1,892.7 m<sup>3</sup>, que continuará operando para la Zona Baja.</li> <li>vi. Instalación de 62.88 km de red de distribución en tubería PVC SDR-26, con diámetros comprendidos entre 50 mm y 300 mm,</li> <li>vii. Construcción de siete (7) Unidades Operativas de Control (UOC), que permitirán optimizar la operación del sistema, particularmente en el control de presiones y labores de mantenimiento.</li> <li>viii. Instalación de 3,456 nuevas conexiones domiciliarias.</li> </ul> |
| <b>Estrategia del programa:</b> | <p>El proyecto se ejecutará en 3 años. La construcción, supervisión y administración de las obras estará a cargo de la Gerencia de Proyectos e Inversiones.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

## **2. OBJETIVOS DEL PROGRAMA**

### **2.1. Objetivo general**

- Contribuir al mejoramiento de las condiciones, higiénicas sanitarias y medio ambientales de los habitantes en municipio de Masatepe

### **2.2. Objetivos específicos**

- a. Brindar el servicio de agua potable en calidad, cantidad y continuidad a 27,373 personas mediante 3,456 conexiones domiciliarias nuevas al término de ejecución de las obras en el municipio de Masatepe.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Basado en el principio de que el agua es un derecho humano y parte esencial de la vida, el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) ha definido como una de sus prioridades en el Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH) garantizar el acceso al agua potable y saneamiento con equidad, solidaridad y justicia social.

En línea con el PNDH, se han redefinido los enfoques y estrategias de agua y saneamiento, así también se han activado Mesas de Coordinación mediante una estrategia para impulsar en coordinación con otras instituciones del Estado, de forma sostenida, las inversiones de agua y saneamiento, a fin de alcanzar los objetivos y metas propuestas de restituir el derecho humano de acceso al agua potable y saneamiento a todos los nicaragüenses.

La ciudad de Masatepe cuenta con 27,373 habitantes los cuales serán beneficiados con Agua Potable.

El programa contribuirá a la reducción de las enfermedades de origen hídrico y mejorar las condiciones higiénicas, sanitarias y medioambientales de la población beneficiaria. Con las inversiones en agua, se producirá un efecto social y ambiental positivo sobre la calidad de vida y el bienestar de los beneficiarios.

El rol de ENACAL como operador de los sistemas le exige mejorar el suministro del agua potable en todos los niveles, para dar un buen servicio en cantidad, calidad y continuidad. Se debe proveer servicio de alcantarillado sanitario que brinden soluciones a la problemática contaminación ambiental que provocan las aguas servidas.

## **4. INTRODUCCIÓN**

El Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN), a través de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), ejecutó el Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano (PISASH) en diversas localidades de Nicaragua, mediante el cual se contrató la elaboración de los estudios y diseños finales para el mejoramiento de los sistemas de agua potable de las ciudades de Masatepe, Estelí, Boaco y Somoto, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población beneficiada.

El presente documento contiene los resultados obtenidos de los estudios y diseños finales, para mejorar y ampliar el servicio de abastecimiento de agua potable de las ciudades beneficiarias. Las acciones realizadas incluyeron el diagnóstico de situación, estudio de factibilidad, diseños finales de obras y la elaboración de documentación relativos a los planos constructivos, especificaciones técnicas y presupuesto.

El proyecto consiste en un conjunto de acciones destinadas a:

- a. Mejorar y ampliar la infraestructura de agua potable, incluyendo las obras de producción tales como pozos y estaciones de bombeo, líneas de impulsión y conducción, almacenamiento y red de distribución.
- b. Reforzar la gestión de ENACAL en la administración, operación y mantenimiento del servicio.
- c. Propiciar la sostenibilidad social y ambiental del servicio.

## **5. ANTECEDENTES**

La mayor parte de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales en las localidades urbanas y periurbanas del país son proporcionados por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL). Creada el 20 de enero de 1998 mediante la Ley No. 276, ENACAL tiene como objetivos principales: proyectar, operar y administrar los acueductos y alcantarillados de su patrimonio.

Del total de acueductos que administra ENACAL, las aguas subterráneas constituyen el recurso natural más utilizado, seguido de las aguas superficiales mediante toma directa, o galerías de infiltración como componentes para mitigar la escasez del vital líquido, este esfuerzo se realizó como parte de un plan conjunto de suministros de plantas potabilizadoras para localidades en situación de emergencia.

Para superar además la problemática de la continuidad del servicio (suministro de agua durante las 24 horas), ENACAL implementa una inversión enorme de esfuerzos y recursos. En este marco, el presente programa se enfoca en el mejoramiento y ampliación de cuatro sistemas de agua potable.

Con la implementación de este programa, se tiene la finalidad de resolver la problemática del suministro de agua potable en las ciudades beneficiadas.



## 6. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

El proyecto comprende:

1. Mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable en la ciudad de Masatepe.

En total se estima un período de ejecución del programa de 3 años. La localización del municipio beneficiados con el Programa se presenta a continuación:



Ilustración 1. Localización del Programa

### 6.1. Componentes

La formulación del proyecto de **Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable en el municipio de Masatepe.**

## Población Beneficiaria

En el siguiente cuadro, se muestra la población base (año de los Estudios), la población beneficiaria (población meta), considerando las conexiones nuevas a realizar con los proyectos tomando como base el año 2029 que hemos definido como año de ejecución e implementación de las obras.

**Tabla 1. Población Beneficiaria en Masatepe**

| Sistema AP | Población Base | Población Meta | conexiones existentes | Conexiones nuevas | Cobertura sin Proyecto (%) | Cobertura con Proyecto (%) |
|------------|----------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| Masatepe   | 21,384         | 27,373         | 5,338                 | 3,456             | 92%                        | 100%                       |

## 6.2. Presupuesto del Programa

A continuación, se presenta un consolidado del presupuesto total objetos de este Programa.

**Tabla 2. Consolidado del Programa**

| Descripción                                                                                       | Monto en U\$      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Mejoramiento y equipamiento de los sistemas de agua potable</b>                                |                   |
| <b>Proyecto 1:</b> Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Masatepe | U\$ 20,753,587.65 |

### 6.3. Principales Resultados del Proyecto de Agua para la ciudad de Masatepe

| Sistema AP | Población Base | Población Meta | Pozo Perforado (unidad-lps)  | Captación superficial Nuevas (unidad-lps) | PTAP nueva (unidad-lps) | Redes Nuevas (km) | Línea de impulsión, conducción y aducción (km) | Tanque Almacenamiento Nuevos (unidad-m <sup>3</sup> ) | Tanque Almacenamiento Rehabilitación (unidad-m <sup>3</sup> ) | UOC (unidad) |
|------------|----------------|----------------|------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------|
| Masatepe   | 21,384         | 27,373         | 8 unidades -133.75 lps total | -                                         | -                       | 93.81             | 5.49                                           | 1 unidad - 2,103 m <sup>3</sup>                       | 1 unidad - 1,890 m <sup>3</sup>                               | 7 unidades   |

## 7. COMPONENTE: AGUA POTABLE

### 7.1. GENERALIDADES DEL COMPONENTE I: MEJORAMIENTO Y EQUIPAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE

#### 7.1.1. Objetivos del componente

Ofrecer y mejorar el servicio de agua potable en calidad, cantidad y continuidad, a **27,373 habitantes** residentes en el municipio de Masatepe.

#### 7.1.2. Problemática de los elementos del sistema y del servicio

La problemática general del servicio obedece a deficiencias en la infraestructura y a limitaciones en la operación y administración. Las principales deficiencias se identifican a continuación:

- Presencia de zonas con servicio intermitente debido a la falta de carga en el sistema.
- Las redes de distribución presentan áreas con valores de presión muy bajos.
- Las fuentes de abastecimiento de agua actualmente en uso no tienen la capacidad suficiente para satisfacer la demanda, actual y futura de la población.
- El bombeo contra la red y el excesivo consumo de la población hacen ineficiente la operación de los sistemas incurriendo en mayor costo energético.
- Los restantes elementos de los acueductos (conducción y distribución), requieren ser reforzados y ampliados.
- Se presentan varios tanques existentes en mal estado y con fugas, requiriéndose la construcción de más tanques de almacenamiento.

#### 7.1.3. Presupuesto estimado

**El presupuesto estimado es de U\$ 20,753,587.65.** En este componente se propone el mejoramiento de los sistemas de agua potable en el municipio de Masatepe, debido a que actualmente este municipio presenta serios problemas de suministro de agua potable, lo que se agudiza en la época de verano teniendo que brindar un servicio irregular.

## 7.2. PROYECTO MASATEPE AP

### Nombre del Proyecto

“Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Masatepe”.

### Objetivo del Proyecto

Brindar el servicio de agua potable en calidad, cantidad y continuidad a 27,373 personas, residentes en el Municipio de Masatepe.

### Identificación del Proyecto



Ilustración 2. Macro y micro localización de Masatepe

## Diagnóstico del área de influencia

### a. Localización

La ciudad de Masatepe es la cabecera del municipio de su mismo nombre y pertenece a la Meseta de los pueblos o Pueblos blancos. Se localiza al Sureste de la ciudad de Managua, a una distancia aproximada de 50 km y a 17 kilómetros de la cabecera departamental Masaya, a una altitud promedio de 450 msnm. Posee una extensión territorial de 59.40 Km<sup>2</sup>.

Limites:

- Al Norte con el municipio de Nindirí.
- Al Sur con el municipio de El Rosario.
- Al Este con los municipios de Nandasmo, Niquinohomo y la laguna de Masaya.
- Al Oeste con los municipios de municipio de La Concepción, San Marcos y Jinotepe.

### b. Clima

Según la clasificación climática de Köppen y W. Griger R, 1928, el área de estudio se encuentra dentro de la zona climática Sabana Tropical de Altura (Aw) y de acuerdo con la clasificación climática de Thornthwaite corresponde a un clima subhúmedo seco. Ambos climas, se caracterizan por presentar valores bajos de precipitación y humedad y cifras de temperatura y de evaporación altas; con una precipitación anual que varía 700 mm y 800 mm.

El municipio de Masatepe presenta dos condiciones climáticas ligeramente diferentes, en los lugares emplazados por encima de la elevación 400 msnm, la temperatura es más fresca oscila entre 24 a 26 °C, mayor humedad e intensidad de los vientos del Este. Mientras los sitios que se localizan en elevaciones menores a los 200 msnm y cercanas a los depósitos de lava de la caldera activa Volcán Masaya, presentan temperaturas más elevadas (27 a 30 °C), menor humedad y moderada intensidad de vientos.

### c. Geología y geomorfología

La formación geológica del litoral del Pacífico de Nicaragua sugiere que éste ha emergido por empuje de las placas continentales entre la era del paleozoico y el cuaternario. El área en estudio (Masatepe) dentro de la zona Masaya-Granada-Nandaime, se ubica en el sector SO de Nicaragua, en la parte meridional del Bloque Chortis, que es una unidad de corteza principalmente continental perteneciente a la Placa Caribe. Más precisamente, el área se ubica en el margen SO de la Depresión Nicaragüense, la cual es una amplia zona subsidente desarrollada paralelamente a la costa del Pacífico y a la Fosa Mesoamericana, en proximidad, se encuentra la Cordillera Volcánica Cuaternaria, que es un segmento

del Arco Volcánico Centroamericano, el cual presenta una inclusión de los complejos volcánicos de Masaya, Apoyo y Mombacho. También la zona es parte de la meseta caraceña, donde se aprecian yacimientos sedimentarios del Terciario.

Los tipos de suelos que se encuentran en general, superficialmente y en variable profundidad, son depósitos aluviales conformados por limos arcillosos, francos limosos y arenas finas y mezclas de estos sobre yacimientos rocosos de origen sedimentarios como arenisca fragmentadas o agrietadas en procesos de meteorización, de diferentes texturas y densidades.

La consistencia de los estratos superficiales conformada por suelos limosos es generalmente entre baja y media. En los estratos rocosos son más densos y la resistencia a la penetración o la excavación en estos es mayor.

#### **d. Actividades económicas**

La economía del lugar puede encontrarse dividida en los siguientes rubros:

##### **Agricultura**

El café era el rubro mayoritario de la zona hasta finales de los años noventa. A partir de la caída de los precios del café, la producción se ha diversificado. El municipio de Masatepe tiene una historia eminentemente agrícola. Hasta finales de los setenta la caña de azúcar era un rubro importante en la zona.

En la zona se cultivan granos como maíz, arroz, frijoles, sorgo. Cítricos como naranjas, limones, mandarinas, mangos, mamones, entre otros dirigidos al comercio nacional.

La ganadería es diversa, pero no extendida. Se encuentran diferentes grupos como el ganado vacuno, caprino, avícola, cerdos y algunas granjas apícolas.

##### **Manufactura y alimentos**

Masatepe se caracteriza por su rica variedad en muebles de distintas maderas fibras los cuales son exportados diversos países del área y Estados Unidos. También pueden encontrarse diversas empresas familiares dedicadas a la producción de dulces variados con formas y sabores. El calzado es otro rubro importante, el cual enfrenta la competencia internacional, aun así exporta variados modelos elaborados a mano en su totalidad. Las panificadoras realzan el gusto del masatepino por el buen pan. Quesadillas, brujos, picos, polvorones salen diariamente al mercado para su distribución dentro de la población.

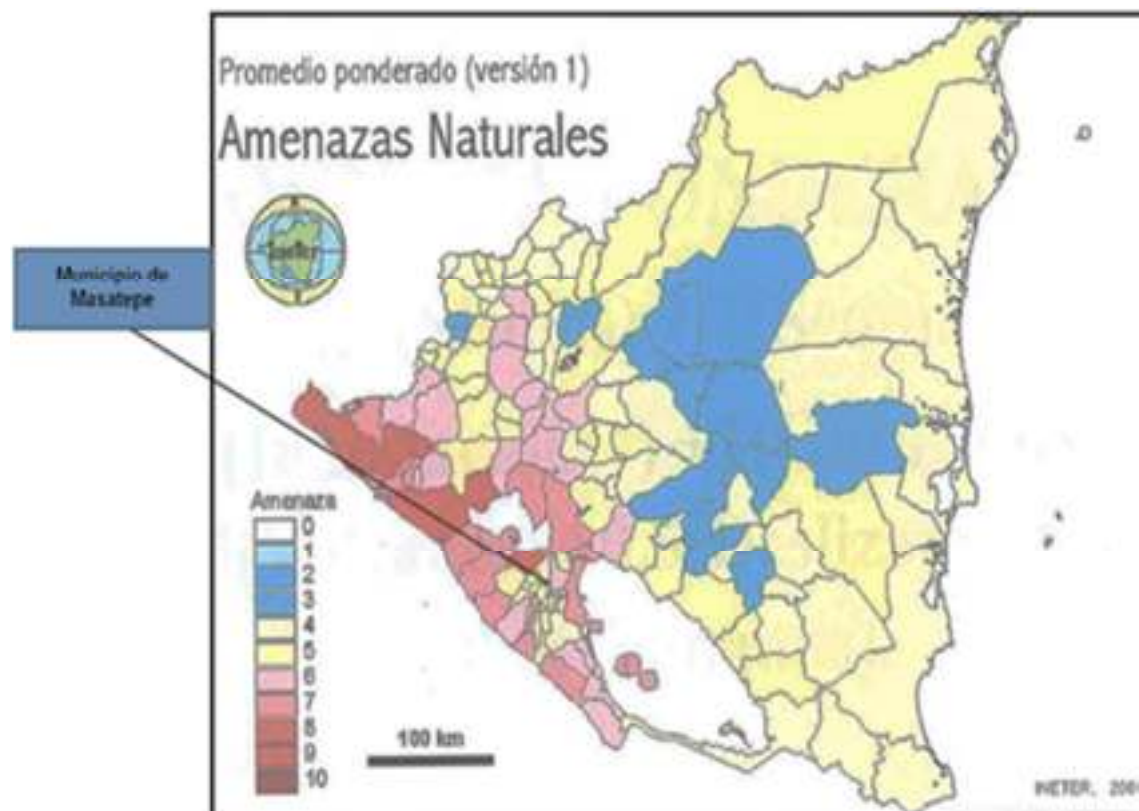


A nivel nacional se conoce a Masatepe como la Cuna del Mondongo, por elaborar las mejores sopas de mondongo; además figura en su diversidad gastronómica Las Tamugas, Nacatamales y las mejores y más atractivas fritangas.

e. Identificación de amenazas

Masatepe municipio de Masaya, se encuentra ubicado en una zona geográfica expuesta ante amenazas naturales, debido principalmente a la probabilidad de ocurrencia de fenómenos: 1) meteorológicos (tormentas tropicales, huracanes, sequías e inundaciones), 2) geológicos (sismos y erupciones volcánicas), 3) geológico-meteorológicos (deslizamientos, erosión-sedimentación, hundimientos).

Según datos de INETER presentado en la figura a continuación, el cual presenta valores ponderados de amenazas naturales en Nicaragua, refleja para el caso de Masatepe, un valor ponderado de las amenazas naturales de 5, el cual lo califica como moderada.



**Ilustración 3. Mapa de distribución territorial de valores ponderados promedios del riesgo de las amenazas naturales de Nicaragua**



Las amenazas de mayor incidencia e importancia son los sismos considerados como altas seguido por sequía y amenaza volcánica, clasificado como moderados, según su ponderación de amenazas, y nivel bajo, se encuentra las inundaciones, huracanes y deslizamiento.

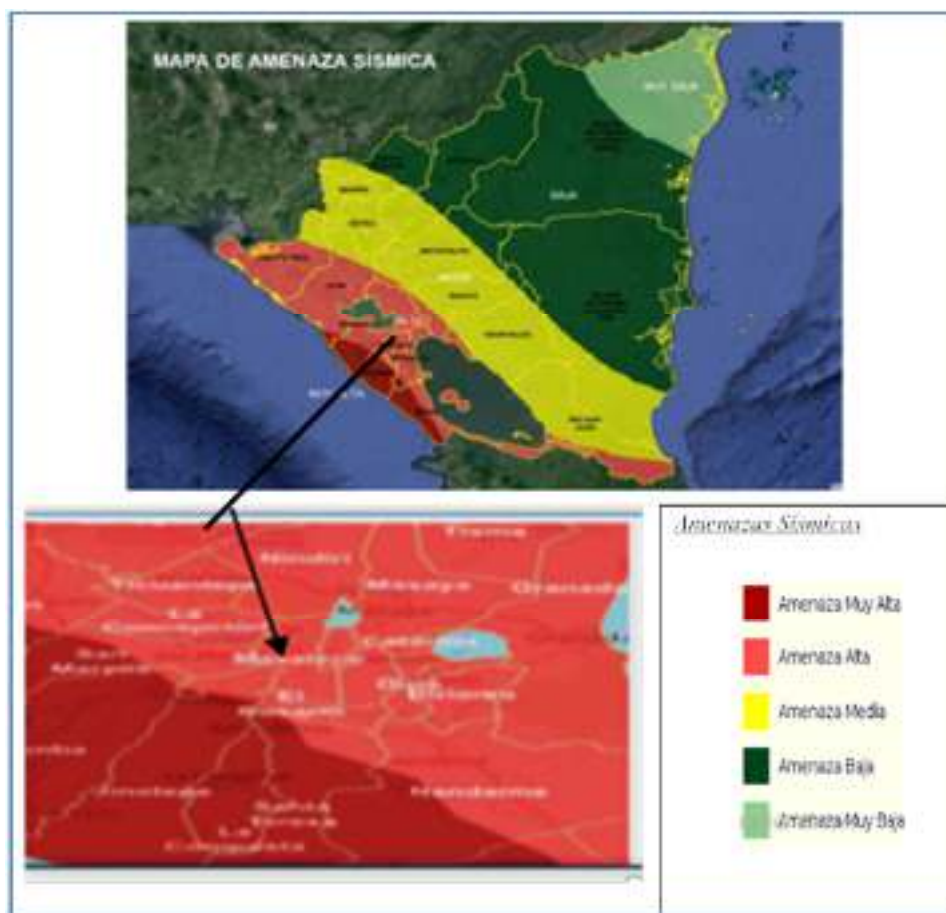
### **Amenaza sísmica**

Nicaragua es un país sísmico en toda su extensión territorial; sin embargo, los mayores riesgos a los sismos se encuentran en la macro región del pacífico.

Considerando la posibilidad real de que ocurra un Sismo en Nicaragua originado por las placas tectónicas Coco y Caribe con intensidad de más de 7° grado en la escala de Richter.

Los sismos afectan a toda la población en general sin embargo se ha determinado que en caso se presentara ese fenómeno los barrios Jalata, Evenor Calero, Macario Brenes y Carlos Fonseca serían los afectados, por existir viviendas más antiguas las cuales podrían colapsar en dependencia de la magnitud del sismo, ocasionando pérdida de vidas, daños en la infraestructura e interrupción de servicios básicos como agua y luz.

En planos de Amenaza sísmica de INETER, el nivel de amenaza por sismos para Masatepe es 4 en una escala de 1 a 5, considerado como amenaza alta, tomando como base la frecuencia de ocurrencia del fenómeno.



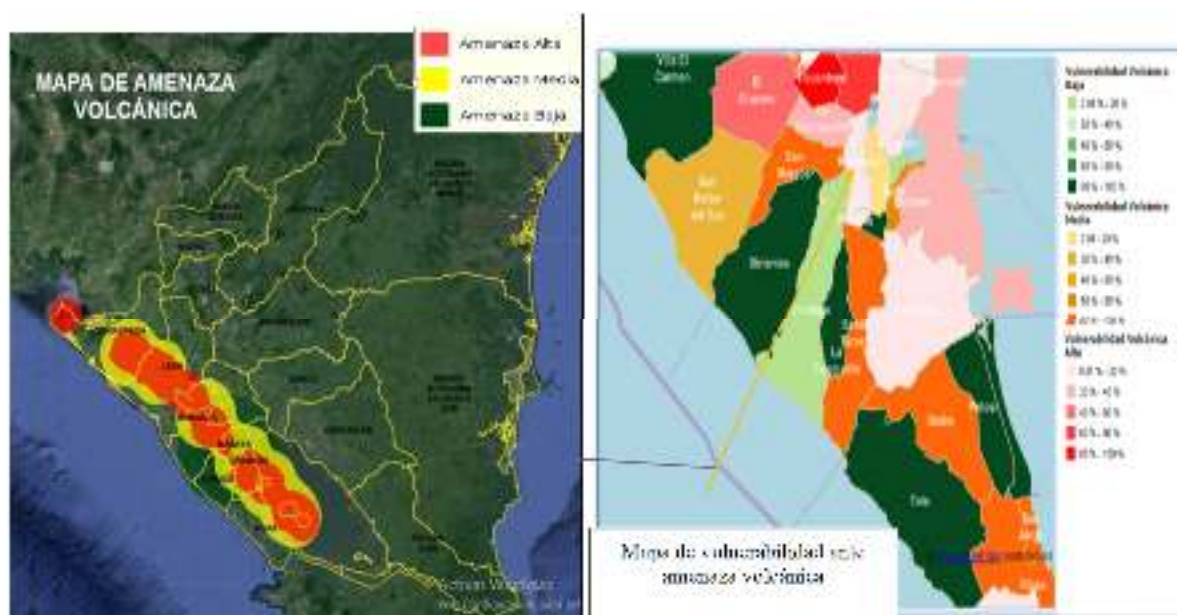
**Ilustración 4. Amenaza sísmica en el municipio de Masatepe**

#### **Amenaza volcánica**

Según mapa de INETER, la vulnerabilidad volcánica en el municipio de Masatepe es alta en un rango de 0.01 a 20%.

En la zona norte del municipio en 17 comunidades y 2 barrios serían los afectados ante esta situación que puede provocar caída de cenizas, balísticos y sismos que afectarían a al menos 2,041 familias y 7,133 personas incluyendo a niños, tercera edad y embarazadas.

Es importante mencionar que con la población de estos lugares se vienen realizando acciones de prevención como conversatorios, capacitaciones de primeros auxilios y simulacros los cuales vienen a hacer que esté preparada la población ante esta situación siendo el comité municipal de prevención de desastres (COMUPRED) el encargado de la evacuación de los habitantes hacia los diferentes albergues destinados en Masatepe.



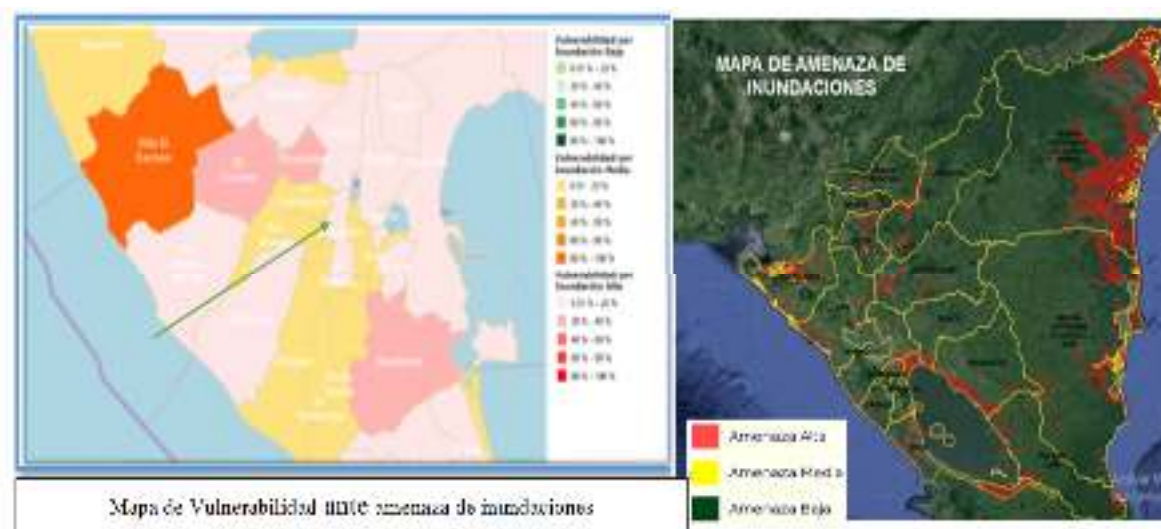
**Ilustración 5. Vulnerabilidad a amenaza volcánica en el municipio Masatepe**

## Inundaciones

Ante este fenómeno el municipio está afectado de manera parcial debido a que no cuenta con ríos que puedan desbordarse, en este sentido la amenaza es muy baja, sin embargo, si existen corrientes naturales de agua pluvial las cuales viajan con gran intensidad en el sector del Pochote y Venecia hasta La Laguna de Masaya.

La vulnerabilidad por inundación en el municipio de Masatepe es alta solamente en un rango de 0.01 a 20%, como podemos apreciar en el mapa de vulnerabilidad a amenaza por inundación de INETER.

La afectación de personas a causa de esta amenaza es de 941 familias y 3290 personas de las comunidades Pochote, Venecia, El Socorro, La mazamorra y sector Camilo Ortega.



**Ilustración 6. Vulnerabilidad a amenaza por inundaciones en el municipio de Masatepe**

### **Amenaza por derrumbe**

Existe 1 reparto y 3 comunidades que resultan afectadas ante esta incidencia 143 casas, 169 familias, 573 personas y 151 grupos vulnerables.

Los lugares afectados ante esta amenaza son Reparto Masatepe en el casco urbano, y las comarcas rurales el Guarumo, Venecia y Cruz de Mayo en donde se da desprendimiento de tierra y caída de rocas que afectan la libre circulación.

### **Amenaza por incendios forestales**

Los meses de noviembre a mayo se presenta este tipo de incidencia debido a la irresponsabilidad del hombre (extractores de miel, garroberos, quemas de monte y quemas agrícolas en gran cantidad, las comunidades que se ven afectadas son; La Sabanita (sector Caleros 1 y 2), Los Romero, El Pochote, Venecia, Nimboja, Los Chirinos.

Según registro de alcaldía municipal, en el 2019 se registraron 20 quemas de malezas, afectando aproximadamente 50 manzanas. Estas quemas perjudican al medio ambiente y ponen en peligro las viviendas vecinas que existen alrededor de los lugares afectados. Ante esta situación son afectadas 741 familias y 2769 personas.

## **7.1. Diagnóstico de los involucrados**

Los involucrados en el problema de capacidad de producción de agua potable lo constituyen los

25,419 (población al año 2026) habitantes de los sectores afectados por el problema, quienes a través de los líderes de Barrios han expresado la necesidad de tener un mejor sistema de abastecimiento de agua potable a las autoridades superiores del ENACAL y su insatisfacción por el mal servicio que reciben. Están conformados por cuatros que se relacionan con siete áreas de interés asociadas al análisis que se muestra a continuación:



**Ilustración 7. Categorías de Involucrados por áreas de interés del proyecto**

a. Afectados por el problema y/o beneficiarios directos

Este grupo está integrado por 25,419 (población al año 2026) habitantes de Masatepe afectados por el desabastecimiento de agua potable, debido a la interrupción del servicio lo que constituye el mayor problema.

b. Operadores y administración del sistema

Se ha considerado en este grupo de involucrados aquella institución que pueden participar en la solución del problema como operadores del sistema. ENACAL, que es La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), es la entidad del Estado de Nicaragua responsable de brindar el servicio de agua potable, a la población que habitan en el Municipio de Masatepe. Que actualmente tiene la concesión del sistema. Por limitados de recursos económicos, la operación y mantenimiento de la infraestructura es inadecuada.

c. Organismos de control

Este nivel de involucrados corresponde a las instituciones que tienen participación en el establecimiento de la normativa, parámetros técnicos y aprobaciones previas en el proceso de construcción del sistema de infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario. Los organismos definidos son Ministerio de ambiente y los recursos naturales (MARENA), el sistema nacional para la prevención de desastre, mitigación y atención a desastre SINAPRED.

d. Instituciones de gobierno

Este nivel de involucrados corresponde a las instituciones de gobiernos que tienen la participación de apoyar en la resolución de problemas que se presenta en las localidades afectadas, el ministerio de salud como institución que debe prevenir los riesgos de morbilidad de la población afectada.

e. Valoración y expectativas en el análisis de los involucrados

**Tabla 3. Valoración y expectativas en el análisis de los involucrados**

| Grupos involucrados           | Problemas percibidos                                                                              | Interés                                                          | Estrategias a resolver                                                                                 | Observaciones                          | Actores responsables              |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|
| Beneficiarios                 | El servicio que reciben los beneficiarios es deficiente                                           | Tener agua potable en cantidad, continuidad, y calidad adecuada  | Presión política por parte de los líderes comunales                                                    | Malestar de los beneficiarios          | Beneficiarios afectados, Alcaldía |
| Unidad ejecutora ENACAL       | Las fuentes están rodeadas de viviendas (sin AS), bajos recursos en la operación y mantenimientos | Proveer el servicio de agua potable                              | Construir los pozos en lugares adecuados y mejorar la operación y mantenimiento de los sistemas AP     | Alto interés con poder de intervención | ENACAL                            |
| Operadores del sistema ENACAL | Altos costos de operación y mantenimiento del sistema AP                                          | Mejorar el abastecimiento de agua potable en cantidad, calidad y | Mejorar la operación y mantenimiento en el sistema de AP                                               | Alto interés con poder de intervención | ENACAL                            |
| Organismo de Control          | Incremento de enfermedades de origen hídrico                                                      | Cumplir con las normas estándares, (calidad del agua)            | Dar seguimiento y monitoreo a la calidad del agua. Y Realizar simulacro ante un posible evento sísmico | Alto interés con poder de intervención | MINSA, ENACAL, SINAPRED           |

## Diagnóstico del servicio de agua potable

La fuente de abastecimiento del acueducto de Masatepe, es del tipo subterráneo, y la extracción del agua se realiza mediante cuatro pozos perforados, a saber: El Tanque, El pozo 1- A, El Mondongo y el pozo 3B que se encuentra inactivo o fuera de servicio desde hace varios años.



El sistema de almacenamiento del acueducto lo conforman dos tanques de almacenamiento, ambos de cuerpo metálico, uno elevado sobre torre de 5,000 galones de capacidad, que está fuera de servicio desde hace varios años y otro cimentado sobre suelo de 500,000 galones de capacidad, actualmente en servicio. El predio de Tanques, está ubicado a 1.25 Km al Este, tomando como referencia el centro de la ciudad, en el sitio más alto de la periferia inmediata, en la comunidad rural denominada El Tanque, coordenadas WGS 84: 11.9138° N y 86.1328° O.

Cuenta con una red de distribución conformada por 9 circuitos principales que abastecen todo el casco urbano y del Tanque de 500,000 galones y la red se desprenden varios ramales que abastecen a la mayoría de las comunidades rurales del municipio.

La mayor parte del acueducto funciona bajo el esquema Fuente-Tanque- Red (F-T-R), siendo la fuente los pozos perforados (clasificados como profundos). Mediante el esquema F-T-R, se abastecen las comunidades rurales de la zona norte del municipio y el casco urbano, que comprende los barrios tradicionales más los repartos periféricos, estos están clasificados en dos zonas: zona alta y zona baja. y se abastecen por gravedad desde la red de distribución gobernada por el Tanque de almacenamiento de 500,000 galones.

La Zona baja la componen los barrios Jalata y Evenor Calero y la zona alta los barrios Carlos Fonseca, y Macario Brenes, además de los repartos, José Benito Escobar, San Juan, Venecia, Masatepe, Villa Progreso, El Porvenir y Nuevo Amanecer.

En el sistema Fuente – Tanque – Red, se distinguen dos (2) subsistemas, a saber:

- Subsistema gobernado por el Tanque 500,000 galones por gravedad, que abastece a todo el casco urbano comprendido desde la banda norte de la carretera Niquinohomo – Masatepe - San Marcos, iniciando en la 2da Av Este hasta la 3era Av Oeste, incluyendo los repartos del lado Este y Oeste de la ciudad, hasta las comunidades rurales del sector Norte y Este, que corresponden a: Colonia Taiwán, El Guarumo, Benjamín Mercado, Nimboja, Los Mangos, Los Chirinos, Los Velásquez y El Pochote.
- Subsistema gobernado por impulsora de 30 HP de potencia, este pequeño subsistema succiona directamente del Tanque de 500,000 galones e impulsa sus caudales mediante tubería de 100 mm (4”) para abastecer a la comunidad rural denominada El Tanque (Sector Este), el segmento de carretera Masatepe – Nandasmo y Reparto Nuevo Amanecer y Comunidad El Higuerón, estas últimas corresponden a la zona Sur del municipio de Masatepe.

El otro subsistema que conforma el acueducto, tiene como fuente el Pozo El Mondongo y cuyo esquema de operación es Fuente – Red, este subsistema abastece las viviendas de la banda Sur de la carretera Niquinohomo – Masatepe - San Marcos, comprendidas entre la 3era Av Oeste hasta la 2da Av Este, incluyendo los repartos del sector Sur y Sur Oeste, que comprenden las comunidades de

Campos Azules, Jardín Botánico, Las Marías, Los Ampíe, Macario Brenes, Mirazul del Llano, Villa Habitat y Urbanización Anden.

a. Fuente de abastecimiento (Pozos perforados)

La fuente de abastecimiento del acueducto de la ciudad de Masatepe es de tipo subterráneo, proveniente del acuífero contenido en los depósitos volcánicos de la Meseta de Carazo. La extracción del agua se realiza mediante cuatro pozos perforados, clasificados como pozos profundos, cuya ubicación y características se detallan en la Tabla 15, Imagen 12 y en el Volumen 2: Anexos (Anexo N°. 6).

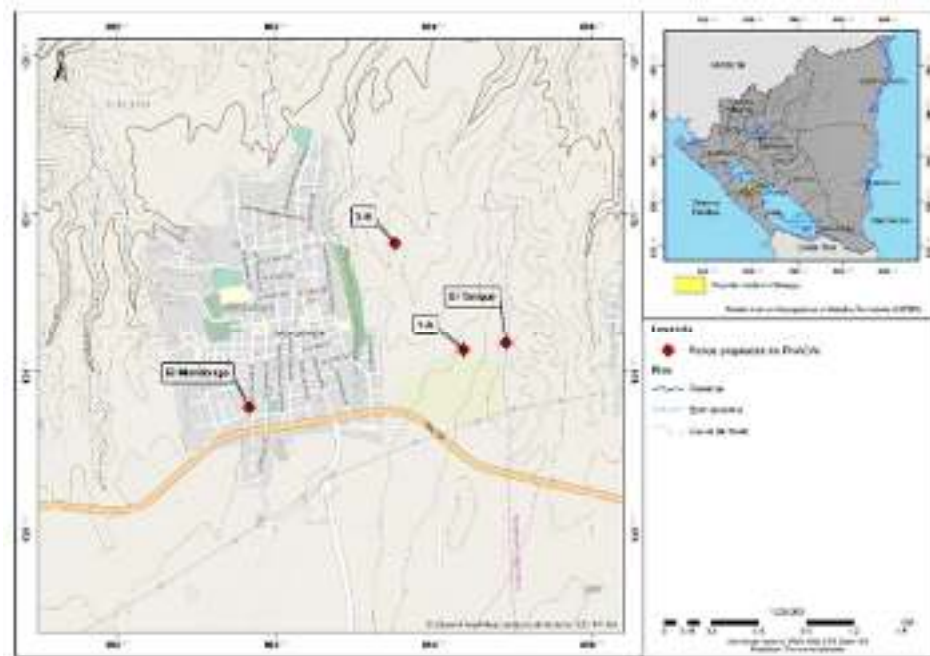
De los cuatro pozos existentes, tres se encuentran actualmente en operación: Pozo El Tanque (F-I-80), Pozo 1-A (1-A-94) y El Mondongo (F-3-87); mientras que el Pozo 3B (ICIDRI) se encuentra fuera de servicio desde hace varios años. El Pozo El Tanque y el Pozo 1-A bombean directamente hacia un tanque de almacenamiento con capacidad de 500,000 galones, abasteciendo el casco urbano y parte de las comunidades del norte de Masatepe. Por su parte, el pozo El Mondongo suministra agua a sectores ubicados a lo largo de la carretera Masatepe–San Marcos, así como a comunidades del sur y este de la ciudad. Los pozos en operación trabajan de manera continua, con un régimen de bombeo de 24 horas diarias.

No obstante, el caudal producido por los pozos El Tanque y 1-A resulta insuficiente para cubrir la demanda actual de la población, lo que obliga a la empresa operadora ENACAL filial Masatepe a implementar racionamientos en el servicio. Esta medida permite la recuperación de volumen y nivel en el tanque de almacenamiento, garantizando el abastecimiento tanto al casco urbano como a las comunidades rurales del norte que dependen de esta infraestructura.

En cuanto al estado de la infraestructura, dos de los pozos en operación presentan macromedidores dañados, lo que impide cuantificar con precisión los caudales extraídos. Asimismo, los tubos piezométricos se encuentran en mal estado, dificultando la medición de niveles dinámicos y estáticos, así como la ejecución de pruebas de bombeo. En este contexto, únicamente el pozo El Mondongo presentó condiciones adecuadas para la realización de dichas pruebas. Los pozos cuentan con cierre perimetral mediante malla ciclón.

Respecto a los equipos de bombeo, uno de los tres sistemas operativos se encuentra en muy mal estado, mientras que los demás presentan condiciones regulares de funcionamiento, con fallas recurrentes que ocasionan interrupciones en el servicio. Adicionalmente, el crecimiento poblacional ha provocado que algunos de los pozos queden rodeados por viviendas, lo cual representa un riesgo sanitario y operativo, por lo que se recomienda evaluar su reubicación o la implementación de medidas de protección adicionales.





**Ilustración 8 Localización de Pozos Perforados de Masatepe**

b. Estaciones de bombeo

De los cuatro pozos existentes, tres están dotados con equipos de bombeo sumergibles y uno (3B) no tiene equipo instalado. En los cuatro (4) pozos se cuenta con medidores de flujo, de los cuales, dos (2) están en regular estado y dos (2) en mal estado o no hay.

Las conexiones de los pozos tienen diámetros de 150 mm (6”) y 100 mm (4”) y cuentan con sus accesorios, tales como válvulas de pase, alivio y retención.

- **Pozo El Mondongo**

Está equipado con una bomba sumergible-motor, la marca de la bomba es SAER y la marca del motor es Franklin Electric, con capacidad de 300 gpm y una potencia de 150 Hp, en buen estado de funcionamiento.

- **Pozo El Tanque**

Está equipado con una bomba sumergible marca Franklin Electric con una potencia de 200 HP, el motor marca Siemens tiene una capacidad para bombear el agua en 270 gpm. El equipo se encuentra en regular estado.

- **Pozo 1-A**

Está equipado con una bomba sumergible marca Franklin Electric con una potencia de 150 Hp y capacidad para bombear el agua de 250 gpm. El equipo se encuentra en regular estado

c. Líneas de conducción

Existen 1.09 kilómetros de tubería de conducción en diámetros de 12” pulgadas, son de material de Hierro Fundido, los pozos 1-a y El Tanque están conectados al tanque de almacenamiento ubicado en el predio del pozo El Tanque, y dicho tanque conectado a la red de distribución, el Pozo el Mondongo está conectado directamente a la red de distribución.

d. Red de distribución

La red de agua potable de la ciudad de Masatepe está compuesta por tuberías y Accesorios de diferentes diámetros siendo de material PVC y pequeñas longitudes de Hierro Fundido, cuya longitud total es de 77,580 m (equivalente a 77.58 Km). En la siguiente Tabla se detallan las longitudes y diámetros según el material de la tubería:

**Tabla 4. Longitud de tubería instalada en la red de conducción y distribución de la ciudad de Masatepe**

| ITEMS             | DIAMETRO (Plg) | MATERIAL | LONGITUD DE TUBERIA (Km) |              | TOTAL (Km)   | %           |
|-------------------|----------------|----------|--------------------------|--------------|--------------|-------------|
|                   |                |          | CASCO URBANO             | ZONA RURAL   |              |             |
| 1                 | 2              | PVC      | 16.81                    | 37.56        | 54.38        | 70%         |
| 2                 | 3              | PVC      | 0.24                     | 4.86         | 5.10         | 7%          |
| 3                 | 4              | PVC      | 5.67                     | 6.42         | 12.09        | 16%         |
| 4                 | 5              | HF       | -                        | 1.57         | 1.57         | 2%          |
| 5                 | 6              | PVC      | 2.60                     | 0.42         | 3.03         | 4%          |
| 6                 | 8              | PVC      | -                        | 0.25         | 0.25         | 0%          |
| 7                 | 10             | PVC      | -                        | 0.51         | 0.51         | 1%          |
| 8                 | 12             | HF       | -                        | 0.66         | 0.66         | 1%          |
| <b>TOTAL (Km)</b> |                |          | <b>25.32</b>             | <b>52.26</b> | <b>77.58</b> | <b>100%</b> |

La red de agua potable de la ciudad de Masatepe se ha desarrollado de manera espontánea, principalmente con el objetivo de ampliar la cobertura del servicio hacia la mayor parte de la población. No obstante, esta expansión no planificada ha generado limitaciones en la calidad y continuidad del abastecimiento. En varios barrios de origen informal, surgidos como asentamientos espontáneos, el acceso al agua es precario: algunos usuarios se abastecen mediante conexiones

informales desde viviendas vecinas, otros acarrean agua desde fuentes públicas, mientras que un grupo recurre a camiones cisterna o a pozos artesanales propios.

Adicionalmente, el sistema de distribución presenta pérdidas significativas. De acuerdo con datos de la filial de ENACAL en Masatepe, el Agua No Facturada (ANF) representa el 15.5 % de la producción, valor que se encuentra por debajo del límite establecido en la NTON 09003-99 (20%). Sin embargo, al contrastar este indicador con la realidad operativa del sistema, caracterizada por una continuidad limitada del servicio, con pocas horas de suministro en más del 80% del acueducto, se evidencia que dicho porcentaje resulta elevado, lo que sugiere la existencia de ineficiencias en la operación y control del sistema.

#### **e. Almacenamiento**

El sistema de almacenamiento del acueducto de Masatepe lo conforman dos tanques de almacenamiento, ubicados en el predio del pozo El Tanque.

Existe un sistema de almacenamiento compensador o combinado, que corresponde a un tanque sobre suelo y el otro elevado sobre torre a 13.80 m del nivel del terreno natural, ambos de acero, el primero con capacidad de 500,000 galones (1,890 m<sup>3</sup>) y en funcionamiento, mientras el segundo cuenta con capacidad de 5,000 galones (18.92m<sup>3</sup>), está fuera de servicio, tenía la función de almacenar agua excedente y distribuirla en el subsistema que hoy es abastecido por un equipo de impulsión de 30 HP; ambos fueron construidos en el 2001.

#### **f. Conexiones de servicio**

El sistema de agua potable cubre la mayor parte del área urbana de la ciudad. Según información proporcionada por la Gerencia Comercial, a abril de 2026 se registran un total de 5,338 conexiones activas de agua potable, incluyendo tanto conexiones con micro medición como sin medición.

### **Identificación de la problemática**

El sistema de agua potable de la ciudad de Masatepe entró en operación en el año 2000, con infraestructura en parte nueva y en parte rehabilitada, y fue diseñado para un horizonte de servicio de 15 a 20 años, el cual ha sido alcanzado en la actualidad. Como consecuencia, el sistema presenta limitaciones en su capacidad para atender la demanda actual, generando deficiencias en la cobertura, continuidad y calidad del servicio.

La insuficiencia en el abastecimiento de agua potable tiene implicaciones directas en la salud de la población, debido al incremento del riesgo de enfermedades de origen hídrico, así como en el aumento de los costos asociados al acceso al recurso. Esta situación repercute negativamente en la calidad de vida de los habitantes, por lo que se hace necesario el mejoramiento, ampliación y optimización integral del sistema, con énfasis en la continuidad del servicio.

En este contexto, se identifican las siguientes problemáticas principales:

- **Crecimiento de la demanda sin expansión equivalente de la oferta:** En los últimos años se ha registrado un incremento sostenido en el número de conexiones, sin que la producción de agua haya aumentado en la misma proporción, generando una presión creciente sobre la infraestructura existente.
- **Déficit de producción en los subsistemas principales:** El acueducto está conformado por tres subsistemas. Dos de ellos dependen del tanque de almacenamiento de 500,000 galones y son abastecidos por los pozos El Tanque y 1-A, cuya producción conjunta (2,905.38 m<sup>3</sup>/d) cubre únicamente el 54% de la demanda de máximo día (5,385.12 m<sup>3</sup>/d), generando un déficit de 2,479.74 m<sup>3</sup>/d, equivalente a la producción de aproximadamente dos pozos adicionales de características similares. El tercer subsistema, abastecido por el pozo El Mondongo, presenta una producción que supera la demanda promedio y de máximo día; sin embargo, la limitada capacidad del sistema de bombeo y los diámetros reducidos de la red de distribución restringen el suministro adecuado, especialmente hacia las comunidades ubicadas en el extremo sur.
- **Infraestructura de producción al límite de su capacidad:** Los pozos y estaciones de bombeo operan de forma continua (24 horas al día durante todo el año), sin margen para incrementar la producción con la infraestructura actual, lo que evidencia la necesidad de nuevas fuentes o mejoras sustanciales en las existentes.
- **Ausencia de desinfección del agua:** Ninguno de los tres pozos en operación cuenta actualmente con sistemas de desinfección activos, situación que en algunos casos persiste desde hace varios años, representando un riesgo sanitario significativo.
- **Insuficiente capacidad de almacenamiento:** La capacidad del tanque existente (500,000 galones) es inferior a la requerida según las normas nacionales vigentes, lo que agrava la condición operativa del sistema. Adicionalmente, el subsistema tipo pozo–red carece de infraestructura de almacenamiento, requiriéndose un volumen estimado de 477.07 m<sup>3</sup> (126,027 galones) para atender adecuadamente la demanda actual.
- **Deficiencias en operación y mantenimiento:** La limitada implementación de mantenimiento preventivo y correctivo ha contribuido al deterioro progresivo de los componentes del sistema, afectando su desempeño y confiabilidad.
- **Baja continuidad del servicio:** La distribución del agua potable presenta serias limitaciones en términos de continuidad. A nivel general, únicamente el 14% de la población dispone de servicio continuo (24 horas al día). El 73% recibe entre 9 y 11 horas diarias de abastecimiento, mientras que un 8% cuenta con servicio entre 12 y 24 horas en días alternos, y el 5% restante recibe 8 horas o menos de servicio también de forma intermitente. Esta situación refleja un sistema con capacidad insuficiente para garantizar un suministro continuo y equitativo.

a. Problema central

La población urbana de la ciudad de Masatepe presenta un acceso limitado e insuficiente al servicio de agua potable, caracterizado por deficiencias en la continuidad, cobertura efectiva, calidad y confiabilidad del suministro. Esta situación es consecuencia de la insuficiente capacidad de producción frente a la demanda actual, la limitada infraestructura de almacenamiento, las restricciones hidráulicas en los sistemas de impulsión y distribución, así como el deterioro progresivo de los componentes del sistema.

El sistema opera bajo condiciones de déficit estructural, lo que obliga a la implementación de esquemas de racionamiento que reducen significativamente las horas de servicio para la mayoría de la población. En términos de continuidad, únicamente un bajo porcentaje de usuarios dispone de abastecimiento continuo, mientras que la mayoría recibe el servicio de forma intermitente, evidenciando una incapacidad del sistema para garantizar un suministro equitativo y sostenido.

Adicionalmente, la falta de tratamiento de desinfección en las fuentes de abastecimiento, junto con las deficiencias en la operación y mantenimiento, incrementa el riesgo sanitario y compromete la calidad del agua suministrada. Esta problemática se ve agravada por el crecimiento de la demanda, el agotamiento del horizonte de diseño del sistema y la ausencia de inversiones oportunas en ampliación y modernización de la infraestructura.

En conjunto, estos factores limitan el acceso adecuado al agua potable, afectando directamente las condiciones de salud, bienestar y desarrollo de la población urbana de Masatepe.

#### **b. Causas y efecto**

##### **Causas**

- Deterioro y limitaciones en la infraestructura de conducción y bombeo: Las líneas de conducción han superado su vida útil de diseño y presentan condiciones de desgaste, mientras que los sistemas de bombeo cuentan con capacidad de impulsión insuficiente para satisfacer la demanda actual.
- Deficiencias en la red de distribución: La red presenta diámetros reducidos que limitan la capacidad de transporte y distribución del caudal, así como un bajo nivel de micro medición, lo que dificulta el control de consumos y la gestión eficiente del sistema.
- Operación deficiente del servicio: El abastecimiento de agua potable se realiza de forma intermitente, con horarios restringidos, como consecuencia de la insuficiente disponibilidad de agua y las limitaciones operativas del sistema.

##### **Efectos**

- Afectaciones a la salud pública: Incremento en la incidencia de enfermedades de origen hídrico, principalmente gastrointestinales y dérmicas, asociadas al consumo de agua de calidad no garantizada o al almacenamiento inadecuado.
- Uso de fuentes alternativas de abastecimiento: La población recurre a mecanismos informales o no seguros, como el acarreo de agua desde fuentes públicas, compra a camiones cisterna, abastecimiento desde viviendas vecinas o utilización de pozos artesanales.
- Incremento en los costos de salud: Mayor gasto familiar asociado al tratamiento de enfermedades relacionadas con la calidad y disponibilidad del agua.
- Aumento en los costos de abastecimiento: Incremento del gasto económico de los hogares debido a la necesidad de adquirir agua por medios alternativos o invertir tiempo y recursos en su obtención.

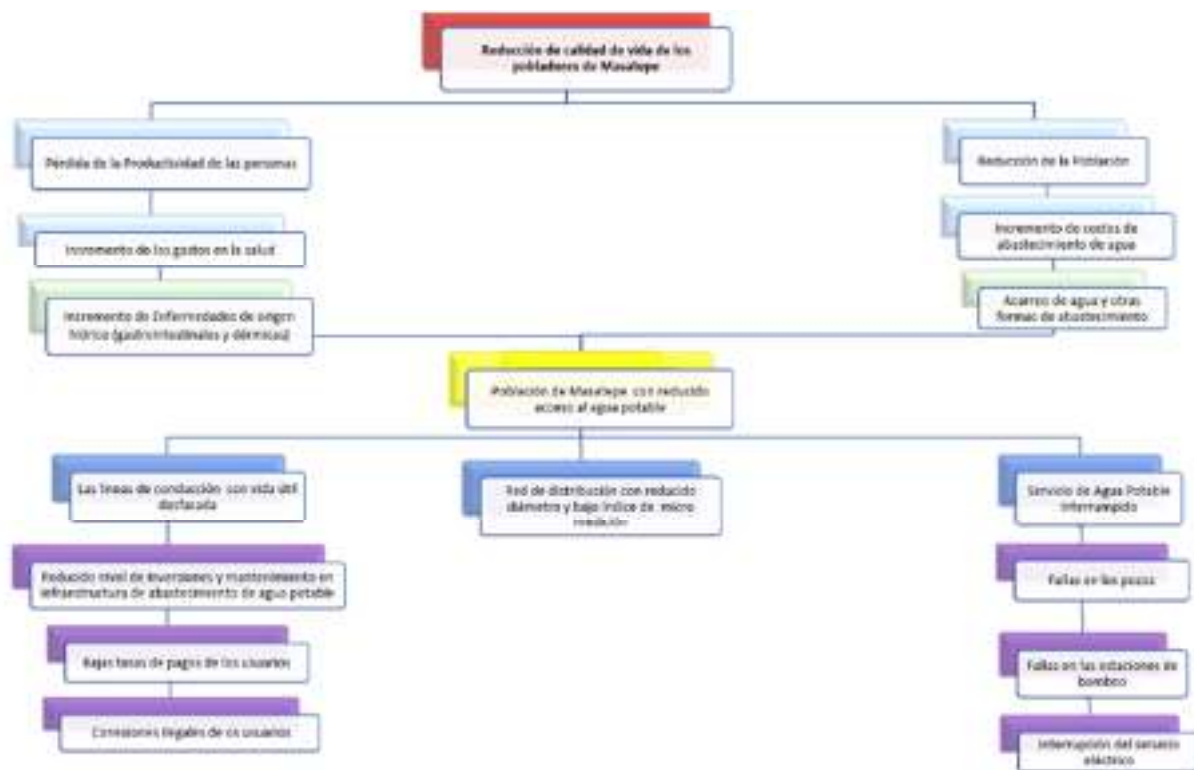


Ilustración 9. Árbol de causa y efecto

## Identificación de los objetivos

### a. Objetivo central

Mejorar la calidad de vida de los pobladores de Masatepe, mediante el mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable.

### b. Objetivos específicos

- Mejorar la cobertura del servicio a para todos los habitantes del municipio de Masatepe.
- Reducción en la interrupción del servicio de abastecimiento de agua potable.

## Medios y fines

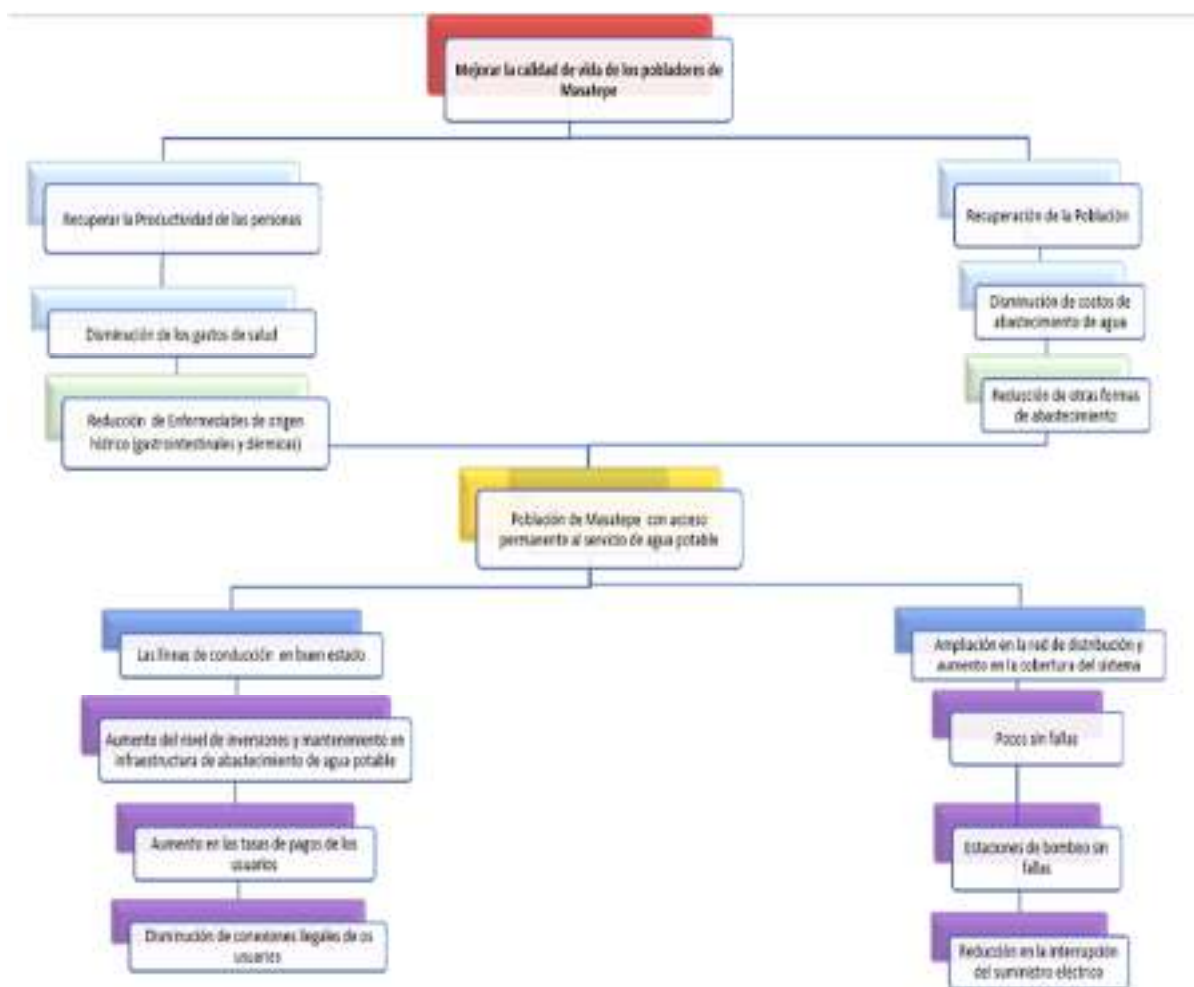


Ilustración 10. Árbol de medios y fines



**Tabla 5. Acciones identificadas por los medios**

|                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Acciones identificadas para los medios                                               |
| <b>Medio fundamental de primer nivel</b>                                             |
| Se realizan inversiones y mantenimiento en infraestructura de abastecimiento de agua |
| Acciones                                                                             |
| * Reemplazo de las líneas de conducción con fugas                                    |
| * Reparaciones a las líneas de conducción con fugas                                  |
| * Ampliación de la líneas de conducción a zonas fuera de cobertura                   |
| <b>Medio fundamental segundo nivel (MF2.1)</b>                                       |
| Aumenta la tasa de pago de los usuarios                                              |
| * Campañas de cultura de pago                                                        |
| * Medidas de cobro dirigidas con acción legal                                        |
| * Acuerdos grupal de pagos                                                           |
| <b>Medio fundamental segundo nivel (MF2.2)</b>                                       |
| Se reduce la infiltración de agua potable                                            |
| Se reduce la interrupción de suministro eléctrico a las estaciones de bombeo         |
| * Instalar generadores eléctrico exclusivo en las estaciones de bombeo               |
| * Construir líneas de transmisión eléctricas dedicada a las estaciones de bombeo     |
| * Aseguramiento del suministro eléctrico                                             |
| <b>Medio fundamental segundo nivel (MF2.3)</b>                                       |
| Disminuye las conexiones ilegales de usuarios                                        |
| * Instalar medidores en las viviendas conectadas ilegalmente                         |
| * Realizar campañas de sensibilización en el buen uso del agua                       |
| * Crear la cultura de pago a los usuarios rebeldes que no quieren legalizarse        |

## Formulación de la iniciativa

### a. Análisis de la demanda

Para la proyección del Consumo Promedio Diario (CPD) y el Consumo máximo día (CMD) se utilizó una dotación de consumo doméstico de 151 lppd y 170 lppd en base a la población beneficiaria y para los otros tipos de consumo se utilizó los siguientes porcentajes de la dotación doméstica: consumo comercial 7% industrial 2%, público 7% y perdidas por fricción 20%. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:



Tabla 6. Proyección de demanda

| Año  | Población | Demanda Domiciliar (D.D) (lts/día) |                            | Demanda Institucional (D.I) |                    |                               |                  | Pérdidas Técnicas (0.2*Demanda Domiciliar) | Consumo Promedio Total (CPT) |         |
|------|-----------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------------------|------------------------------|---------|
|      |           | Dotación (l/hab/día)               | Demanda Domiciliar (l/día) | Comercial (l/día)           | Industrial (l/día) | Público Institucional (l/día) | Subtotal (l/día) |                                            | l/día                        | lts/seg |
|      |           |                                    |                            |                             |                    |                               |                  |                                            |                              |         |
| 2019 | 21,384    | 151.00                             | 3,228,984.00               | 226,028.88                  | 64,579.68          | 226,028.88                    | 516,637.44       | 749,124.29                                 | 4,494,745.73                 | 52.02   |
| 2020 | 21,919    | 151.00                             | 3,309,769.00               | 231,683.83                  | 66,195.38          | 231,683.83                    | 529,563.04       | 767,866.41                                 | 4,607,198.45                 | 53.32   |
| 2021 | 22,467    | 151.00                             | 3,392,517.00               | 237,476.19                  | 67,850.34          | 237,476.19                    | 542,802.72       | 787,063.94                                 | 4,722,383.66                 | 54.66   |
| 2022 | 23,028    | 151.00                             | 3,477,228.00               | 243,405.96                  | 69,544.56          | 243,405.96                    | 556,356.48       | 806,716.90                                 | 4,840,301.38                 | 56.02   |
| 2023 | 23,604    | 151.00                             | 3,564,204.00               | 249,494.28                  | 71,284.08          | 249,494.28                    | 570,272.64       | 826,895.33                                 | 4,961,371.97                 | 57.42   |
| 2024 | 24,194    | 151.00                             | 3,653,294.00               | 255,730.58                  | 73,065.88          | 255,730.58                    | 584,527.04       | 847,564.21                                 | 5,085,385.25                 | 58.86   |
| 2025 | 24,799    | 151.00                             | 3,744,649.00               | 262,125.43                  | 74,892.98          | 262,125.43                    | 599,143.84       | 868,758.57                                 | 5,212,551.41                 | 60.33   |
| 2026 | 25,419    | 151.00                             | 3,838,269.00               | 268,678.83                  | 76,765.38          | 268,678.83                    | 614,123.04       | 890,478.41                                 | 5,342,870.45                 | 61.84   |
| 2027 | 26,054    | 151.00                             | 3,934,154.00               | 275,390.78                  | 78,683.08          | 275,390.78                    | 629,464.64       | 912,723.73                                 | 5,476,342.37                 | 63.38   |
| 2028 | 26,706    | 151.00                             | 4,032,606.00               | 282,282.42                  | 80,652.12          | 282,282.42                    | 645,216.96       | 935,564.59                                 | 5,613,387.55                 | 64.97   |
| 2029 | 27,373    | 151.00                             | 4,133,323.00               | 289,332.61                  | 82,666.46          | 289,332.61                    | 661,331.68       | 958,930.94                                 | 5,753,585.62                 | 66.59   |
| 2030 | 28,058    | 151.00                             | 4,236,758.00               | 296,573.06                  | 84,735.16          | 296,573.06                    | 677,881.28       | 982,927.86                                 | 5,897,567.14                 | 68.26   |
| 2031 | 28,759    | 151.00                             | 4,342,609.00               | 303,982.63                  | 86,852.18          | 303,982.63                    | 694,817.44       | 1,007,485.29                               | 6,044,911.73                 | 69.96   |
| 2032 | 29,478    | 151.00                             | 4,451,178.00               | 311,582.46                  | 89,023.56          | 311,582.46                    | 712,188.48       | 1,032,673.30                               | 6,196,039.78                 | 71.71   |
| 2033 | 30,215    | 170.00                             | 5,136,550.00               | 359,558.50                  | 102,731.00         | 359,558.50                    | 821,848.00       | 1,191,679.60                               | 7,150,077.60                 | 82.76   |
| 2034 | 30,970    | 170.00                             | 5,264,900.00               | 368,543.00                  | 105,298.00         | 368,543.00                    | 842,384.00       | 1,221,456.80                               | 7,328,740.80                 | 84.82   |
| 2035 | 31,745    | 170.00                             | 5,396,650.00               | 377,765.50                  | 107,933.00         | 377,765.50                    | 863,464.00       | 1,252,022.80                               | 7,512,136.80                 | 86.95   |
| 2036 | 32,538    | 170.00                             | 5,531,460.00               | 387,202.20                  | 110,629.20         | 387,202.20                    | 885,033.60       | 1,283,298.72                               | 7,699,792.32                 | 89.12   |
| 2037 | 33,352    | 170.00                             | 5,669,840.00               | 396,888.80                  | 113,396.80         | 396,888.80                    | 907,174.40       | 1,315,402.88                               | 7,892,417.28                 | 91.35   |
| 2038 | 34,186    | 170.00                             | 5,811,620.00               | 406,813.40                  | 116,232.40         | 406,813.40                    | 929,859.20       | 1,348,295.84                               | 8,089,775.04                 | 93.63   |
| 2039 | 35,040    | 170.00                             | 5,956,800.00               | 416,976.00                  | 119,136.00         | 416,976.00                    | 953,088.00       | 1,381,977.60                               | 8,291,865.60                 | 95.97   |
| 2040 | 35,916    | 170.00                             | 6,105,720.00               | 427,400.40                  | 122,114.40         | 427,400.40                    | 976,915.20       | 1,416,527.04                               | 8,499,162.24                 | 98.37   |
| 2041 | 36,814    | 170.00                             | 6,258,380.00               | 438,086.60                  | 125,167.60         | 438,086.60                    | 1,001,340.80     | 1,451,944.16                               | 8,711,664.96                 | 100.83  |

b. Análisis de Oferta

La oferta actual es de 42.35 l/s, evidenciando que la capacidad de las fuentes no satisface la demanda actual de los beneficiarios, Debido a la necesidad de llevar el servicio de agua potable a la población de la Ciudad de Masatepe, se distribuye el sistema de agua potable a través de pipas, y algunas viviendas cuentan con el vital líquido debido a que han construido pozos artesanales.

En la tabla que se muestra a continuación se presenta la producción de los pozos:

| No.                              | Nombre del pozo  | Caudal (gpm) | Producción por día |                     |       | Producción (Mm <sup>3</sup> /año) |
|----------------------------------|------------------|--------------|--------------------|---------------------|-------|-----------------------------------|
|                                  |                  |              | Horas              | m <sup>3</sup> /día | L/s   |                                   |
| 1                                | El Tanque        | 205.44       | 24.00              | 1,119.84            | 12.96 | 408.64                            |
| 2                                | Pozo 1A          | 258.36       | 24.00              | 1,408.32            | 16.30 | 514.03                            |
| 4                                | Pozo El Mondongo | 207.51       | 24.00              | 1,131.12            | 13.09 | 412.85                            |
| <b>Producción Pozos Masatepe</b> |                  |              |                    | 3,659.28            | 42.35 | 1,335.52                          |

c. Brecha oferta y demanda

La evaluación de la relación entre la oferta y la demanda del sistema de agua potable de la ciudad de Masatepe evidencia un déficit significativo en la capacidad de abastecimiento. Para el año 2026, la demanda promedio total se estima en 61.84 l/s, mientras que la demanda de máximo día alcanza los 92.76 l/s y la demanda de máxima hora los 154.60 l/s. En contraste, la oferta actual del sistema resulta insuficiente, presentando un déficit aproximado de 19.9 l/s en términos de demanda promedio.

Las proyecciones indican que esta brecha tenderá a incrementarse en el tiempo. Para el año horizonte 2041, la demanda promedio total se estima en 100.83 l/s, con una demanda de máximo día de 151.24 l/s y una demanda de máxima hora de 252.07 l/s, lo que refleja un crecimiento sostenido impulsado por el aumento poblacional.

Esta situación pone en evidencia que la capacidad actual de producción, conducción y almacenamiento del sistema no es suficiente para satisfacer las condiciones de diseño, particularmente bajo escenarios de máxima demanda. Como consecuencia, el sistema opera bajo condiciones de déficit estructural, lo que se traduce en una baja continuidad del servicio y en la necesidad de implementar esquemas de racionamiento.

En la tabla siguiente se presentan los valores históricos y proyectados del Consumo Promedio Total (CPT), así como del Consumo Máximo Día y Consumo Máxima Hora, los cuales sustentan el análisis de la brecha entre la oferta y la demanda del sistema.

Tabla 7. Proyección de Consumo Máximo Diario

| Año         | Población     | Consumo Promedio Total (CPT) |               | Consumo máximo día (1.5*CPT) |               | Consumo máximo hora (2.5*CPT) |               |
|-------------|---------------|------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
|             |               | l/día                        | lts/seg       | l/día                        | l/seg         | l/día                         | l/seg         |
| 2019        | 21,384        | 4,494,745.73                 | 52.02         | 6,742,118.59                 | 78.03         | 11,236,864.32                 | 130.06        |
| 2020        | 21,919        | 4,607,198.45                 | 53.32         | 6,910,797.67                 | 79.99         | 11,517,996.12                 | 133.31        |
| <b>2021</b> | <b>22,467</b> | <b>4,722,383.66</b>          | <b>54.66</b>  | <b>7,083,575.50</b>          | <b>81.99</b>  | <b>11,805,959.16</b>          | <b>136.64</b> |
| 2022        | 23,028        | 4,840,301.38                 | 56.02         | 7,260,452.06                 | 84.03         | 12,100,753.44                 | 140.06        |
| 2023        | 23,604        | 4,961,371.97                 | 57.42         | 7,442,057.95                 | 86.13         | 12,403,429.92                 | 143.56        |
| 2024        | 24,194        | 5,085,385.25                 | 58.86         | 7,628,077.87                 | 88.29         | 12,713,463.12                 | 147.15        |
| 2025        | 24,799        | 5,212,551.41                 | 60.33         | 7,818,827.11                 | 90.50         | 13,031,378.52                 | 150.83        |
| <b>2026</b> | <b>25,419</b> | <b>5,342,870.45</b>          | <b>61.84</b>  | <b>8,014,305.67</b>          | <b>92.76</b>  | <b>13,357,176.12</b>          | <b>154.60</b> |
| 2027        | 26,054        | 5,476,342.37                 | 63.38         | 8,214,513.55                 | 95.08         | 13,690,855.92                 | 158.46        |
| 2028        | 26,706        | 5,613,387.55                 | 64.97         | 8,420,081.33                 | 97.45         | 14,033,468.88                 | 162.42        |
| 2029        | 27,373        | 5,753,585.62                 | 66.59         | 8,630,378.42                 | 99.89         | 14,383,964.04                 | 166.48        |
| 2030        | 28,058        | 5,897,567.14                 | 68.26         | 8,846,350.70                 | 102.39        | 14,743,917.84                 | 170.65        |
| <b>2031</b> | <b>28,759</b> | <b>6,044,911.73</b>          | <b>69.96</b>  | <b>9,067,367.59</b>          | <b>104.95</b> | <b>15,112,279.32</b>          | <b>174.91</b> |
| 2032        | 29,478        | 6,196,039.78                 | 71.71         | 9,294,059.66                 | 107.57        | 15,490,099.44                 | 179.28        |
| 2033        | 30,215        | 7,150,077.60                 | 82.76         | 10,725,116.40                | 124.13        | 17,875,194.00                 | 206.89        |
| 2034        | 30,970        | 7,328,740.80                 | 84.82         | 10,993,111.20                | 127.24        | 18,321,852.00                 | 212.06        |
| 2035        | 31,745        | 7,512,136.80                 | 86.95         | 11,268,205.20                | 130.42        | 18,780,342.00                 | 217.37        |
| <b>2036</b> | <b>32,538</b> | <b>7,699,792.32</b>          | <b>89.12</b>  | <b>11,549,688.48</b>         | <b>133.68</b> | <b>19,249,480.80</b>          | <b>222.79</b> |
| 2037        | 33,352        | 7,892,417.28                 | 91.35         | 11,838,625.92                | 137.02        | 19,731,043.20                 | 228.37        |
| 2038        | 34,186        | 8,089,775.04                 | 93.63         | 12,134,662.56                | 140.45        | 20,224,437.60                 | 234.08        |
| 2039        | 35,040        | 8,291,865.60                 | 95.97         | 12,437,798.40                | 143.96        | 20,729,664.00                 | 239.93        |
| 2040        | 35,916        | 8,499,162.24                 | 98.37         | 12,748,743.36                | 147.55        | 21,247,905.60                 | 245.92        |
| <b>2041</b> | <b>36,814</b> | <b>8,711,664.96</b>          | <b>100.83</b> | <b>13,067,497.44</b>         | <b>151.24</b> | <b>21,779,162.40</b>          | <b>252.07</b> |

d. Riesgos ambientales en la etapa de construcción

Durante la etapa de construcción, las principales afectaciones ambientales se concentran sobre los componentes agua, aire, suelo, flora, fauna y paisaje, como resultado de las actividades propias del desarrollo de las obras. Entre las acciones con mayor potencial de impacto se identifican las siguientes:

- Limpieza y destronque: Consiste en la remoción de la cobertura vegetal en las áreas destinadas a la construcción, lo que puede generar procesos de erosión, pérdida de suelo y alteración del equilibrio ecológico local.
- Movilización de maquinaria y equipos pesados: Asociada a las actividades de excavación, transporte y disposición de materiales. Genera emisiones de ruido, partículas en suspensión (polvo) y gases producto de la combustión de hidrocarburos, así como el riesgo de contaminación del suelo y agua por derrames de aceites y combustibles.

- Movimientos de tierra: Provocan alteraciones en el relieve natural, incremento de la inestabilidad del suelo y susceptibilidad a la erosión. Asimismo, generan emisiones de polvo y ruido, y pueden modificar temporalmente los patrones de escorrentía y la calidad del agua superficial.
- Instalación de tuberías y perforación de pozos: Implican intervenciones directas sobre el terreno, con efectos como la modificación del relieve, emisión de material particulado y potencial contaminación por residuos sólidos, líquidos y gaseosos.
- Construcción de tanques de almacenamiento: Puede generar inestabilidad local del suelo, emisiones de polvo y generación de residuos sólidos no peligrosos, principalmente de origen doméstico durante las actividades constructivas.
- Impacto sobre flora y fauna: Las actividades de limpieza, destronque, instalación de campamentos, movilización de maquinaria y movimientos de tierra ocasionan la pérdida de cobertura vegetal, fragmentación de hábitats y desplazamiento temporal de fauna silvestre. Estos impactos se asocian principalmente a la construcción de tanques de almacenamiento y estaciones de bombeo.
- Afectación a la fauna por actividades antrópicas: Existe el riesgo de caza de especies silvestres (principalmente avifauna) por parte del personal de obra, lo que podría generar una disminución de poblaciones locales y pérdida de biodiversidad.
- Alteración del paisaje: La construcción de infraestructura como tanques de almacenamiento y estaciones de bombeo modifica la calidad escénica del entorno, debido a la remoción de vegetación y la introducción de elementos artificiales en el paisaje.

e. Riesgos ambientales en la etapa de operación

Durante la etapa de operación, los impactos ambientales se concentran principalmente en el componente hídrico, derivados de la explotación de las fuentes y del funcionamiento del sistema. Entre los principales riesgos se destacan:

- Explotación de fuentes de agua: La extracción continua de agua subterránea puede generar variaciones en los niveles freáticos y en el caudal disponible del acuífero, con posibles efectos sobre su sostenibilidad a largo plazo.
- Mantenimiento de tanques de almacenamiento: Las actividades de limpieza pueden generar descargas de aguas residuales que, si no son manejadas adecuadamente, podrían provocar procesos erosivos o contaminación puntual del suelo y cuerpos de agua.
- Incremento en la generación de aguas residuales: La ampliación de la cobertura y mejora del servicio de agua potable conlleva un aumento en la producción de aguas residuales. En ausencia de una cobertura total del sistema de alcantarillado sanitario, esto podría derivar en descargas inadecuadas, afectando la calidad del suelo y de los cuerpos receptores

## **Descripción de la iniciativa (Solución Técnica adoptada)**

La iniciativa propone el mejoramiento y ampliación integral del sistema de agua potable de la ciudad de Masatepe, con el objetivo de incrementar la oferta hídrica, optimizar la capacidad de almacenamiento y mejorar el desempeño hidráulico y operativo de la red de distribución. La solución está orientada a garantizar un servicio con mayor continuidad, presión adecuada y cobertura eficiente.

Los alcances de la obra son las siguientes:

- Construcción y perforación de ocho (8) pozos perforados, cada uno con una capacidad de 265 gpm.
- Instalación de 5.07 km de líneas de impulsión en tubería de hierro fundido dúctil (HFD), con diámetros que varían entre 150 mm y 400 mm.
- Instalación de 7.26 km de línea de aducción en HFD de 350 mm de diámetro.
- Construcción de un tanque vitrificado sobre suelo con capacidad de 2,103.24 m<sup>3</sup>, destinado a atender la Zona Alta Sur y la Zona Baja Norte.
- Rehabilitación de un tanque existente de acero sobre suelo con volumen de 1,892.7 m<sup>3</sup>, que continuará operando para la Zona Baja.
- Instalación de 62.88 km de red de distribución en tubería PVC SDR-26, con diámetros comprendidos entre 50 mm y 300 mm,
- Construcción de siete (7) Unidades Operativas de Control (UOC), que permitirán optimizar la operación del sistema, particularmente en el control de presiones y labores de mantenimiento.
- Instalación de 3,456 nuevas conexiones domiciliarias.

En conjunto, las intervenciones propuestas permitirán mejorar sustancialmente la capacidad del sistema, optimizar la distribución del agua potable y garantizar condiciones adecuadas de cantidad, continuidad y presión, contribuyendo a elevar la calidad del servicio en los sectores beneficiados.

## **Beneficios esperados y beneficiarios**

Los beneficiarios directos del proyecto corresponden a una población estimada de 27,373 habitantes de la ciudad de Masatepe para el año 2029, fecha prevista para la implementación y puesta en operación de las obras, quienes contarán con un abastecimiento de agua potable más seguro, continuo y confiable.

El proyecto pretende mejorar la calidad de vida de la población beneficiaria que dará lugar a los siguientes beneficios:

- Fácil acceso al servicio de agua potable.
- Servicio de abastecimiento de agua durante las 24 horas del día.
- Disminución de los cortes del servicio por eventuales reparaciones en la red.
- Mejoramiento de las presiones en la red y por ende en las conexiones de servicio.

### Presupuesto de inversión

El costo total de las inversiones principales del proyecto (período 2021-2031), se ha estimado en **U\$ 23,316,655.72** (veinte y tres millones trescientos diez y seis seiscientos cincuenta y cinco con 72/100 dólares), conforme el detalle mostrado en la siguiente tabla. La construcción de obras con estimado de costo por **U\$ 20,753,587.65**, equivalente al 89 % del costo total.

**Tabla 8. Presupuesto del Proyecto**

| ITEM                     | DESCRIPCION                                                                            | U/M        | CANTIDAD     | COSTO TOTAL US \$    |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|----------------------|
| <b>1</b>                 | <b>Construcción de Pozos de Agua Potable</b>                                           | <b>c/u</b> | <b>8</b>     | <b>8,361,813.93</b>  |
| 1.1                      | Construcción de Pozos PP10, PP11, PP12, PP13, PP14, PP15, PP16 Y PP17                  | c/u        | 8            | 7,956,346.13         |
| 1.2                      | Obras eléctricas en Pozos                                                              | c/u        | 8            | 405,467.80           |
| <b>2</b>                 | <b>Líneas de Impulsión</b>                                                             | <b>km</b>  | <b>5.49</b>  | <b>1,297,206.89</b>  |
| <b>3</b>                 | <b>Tanque de almacenamiento</b>                                                        | <b>c/u</b> | <b>2</b>     | <b>1,491,027.07</b>  |
| 3.1                      | Rehabilitación De Tanque Capacidad 1,890 M <sup>3</sup>                                | c/u        | 1            | 181,526.82           |
| 3.2                      | Construcción De Tanque De Almacenamiento Zona Alta - Capacidad 2,103.24 M <sup>3</sup> | c/u        | 1            | 1,309,500.25         |
| <b>4</b>                 | <b>Red de Distribución</b>                                                             | <b>km</b>  | <b>93.81</b> | <b>9,355,712.67</b>  |
| <b>5</b>                 | <b>Conexiones domiciliarias</b>                                                        | <b>c/u</b> | <b>1,626</b> | <b>247,827.09</b>    |
| <b>Costo Total US \$</b> |                                                                                        |            |              | <b>20,753,587.65</b> |
| <b>6</b>                 | Supervisión de obras                                                                   | global     | 1            | 1,037,679.38         |
| <b>7</b>                 | Imprevistos y escalamiento                                                             | global     | 1            | 1,525,388.69         |
| <b>Costo Total US \$</b> |                                                                                        |            |              | <b>2,563,068.07</b>  |
| <b>Gran Total US \$</b>  |                                                                                        |            |              | <b>23,316,655.72</b> |

### Evaluación socioeconómica

Para ver detalles de la evaluación socioeconómica del Proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Masatepe”, referirse al **Anexo Evaluaciones Socioeconómicas del Programa**.