

**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 Boaco”**

**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 Boaco"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          |
| <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 el municipio de Boaco.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a. Brindar el servicio de agua potable en calidad, cantidad y continuidad a 32,857 personas mediante 1,472 conexiones domiciliarias nuevas al término de ejecución de las obras en el municipio de Boaco.</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>            | 32,857 habitantes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |
| <b>Financiamiento:</b>           | Costo de obras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>U\$ 31,550,740.94</b> |
| <b>Período de ejecución</b>      | 3 años (2026 – 2029)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                          |
| <b>Líneas de actuación:</b>      | Agua potable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                          |
| <b>Descripción del programa:</b> | <p>En este programa se propone la construcción de:</p> <p><b>Agua potable:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Instalación de nuevas redes con longitud de 48.56 km en PVC (diámetros de 50 mm a 200 mm)</li> <li>ii. Instalación de 30.78 km de líneas de impulsión, aducción y conducción en HF con diámetros de 80mm a 600 mm.</li> <li>iii. Rehabilitación de 1 tanques de almacenamiento capacidad total de 565 m<sup>3</sup>: comprende limpieza, resane de paredes metálica, pintura; reemplazo de válvulas, tuberías de rebosadero; sistemas eléctricos y cercas perimetrales,</li> <li>iv. Construcción de 2 tanques de almacenamiento nuevos con capacidad conjunta de 3,860 m<sup>3</sup>;</li> <li>v. Instalación de 12 unidades operativas de control (UOC).</li> <li>vi. Instalación de 1,472 nuevas conexiones domiciliarias.</li> </ul> |
| <b>Estrategia del programa:</b> | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## **2. OBJETIVOS DEL PROGRAMA**

### **2.1. Objetivo general**

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

### **2.2. Objetivos específicos**

- a. Brindar el servicio de agua potable en calidad, cantidad y continuidad a 32,857 personas mediante 1,472 conexiones domiciliarias nuevas al término de ejecución de las obras en el municipio de Boaco.

### **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 Boaco cuenta con 32,857 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 programa comprende:

1. Mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable: este componente consta de cuatro proyectos de agua potable en la ciudad de Boaco.

En total se estima un período de ejecución del programa de 3 años. La localización de los municipios 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 Boaco.

## 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 por ciudad.**

| Sistema AP | Población Base | Población Meta | conexiones existentes | Conexiones nuevas | Cobertura sin Proyecto (%) | Cobertura con Proyecto (%) |
|------------|----------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|
| Boaco      | 27,642         | 32,857         | 6,719                 | 1,472             | 90%                        | 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 3:</b> Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Boaco | U\$ 31,550,740.94 |

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

| 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 o Nuevos (unidad-m <sup>3</sup> ) | Tanque Almacenamiento o Rehabilitación (unidad-m <sup>3</sup> ) | UOC (unidad) |
|------------|----------------|----------------|-----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------|
| Boaco      | 27,642         | 32,857         | 8 unidades - 99.44 lps      | 1 unidad - 150 lps                        | 1 unidad - 150 lps      | 48.56             | 30.78                                          | 2 unidades - 3860 m <sup>3</sup>                        | 1 unidad - 565 m <sup>3</sup>                                   | 12 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 **32,857 habitantes** residentes en el municipio de Boaco.

#### **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\$ 31,550,740.94.** En este componente se propone el mejoramiento de los sistemas de agua potable en el municipio de Boaco 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 BOACO AP

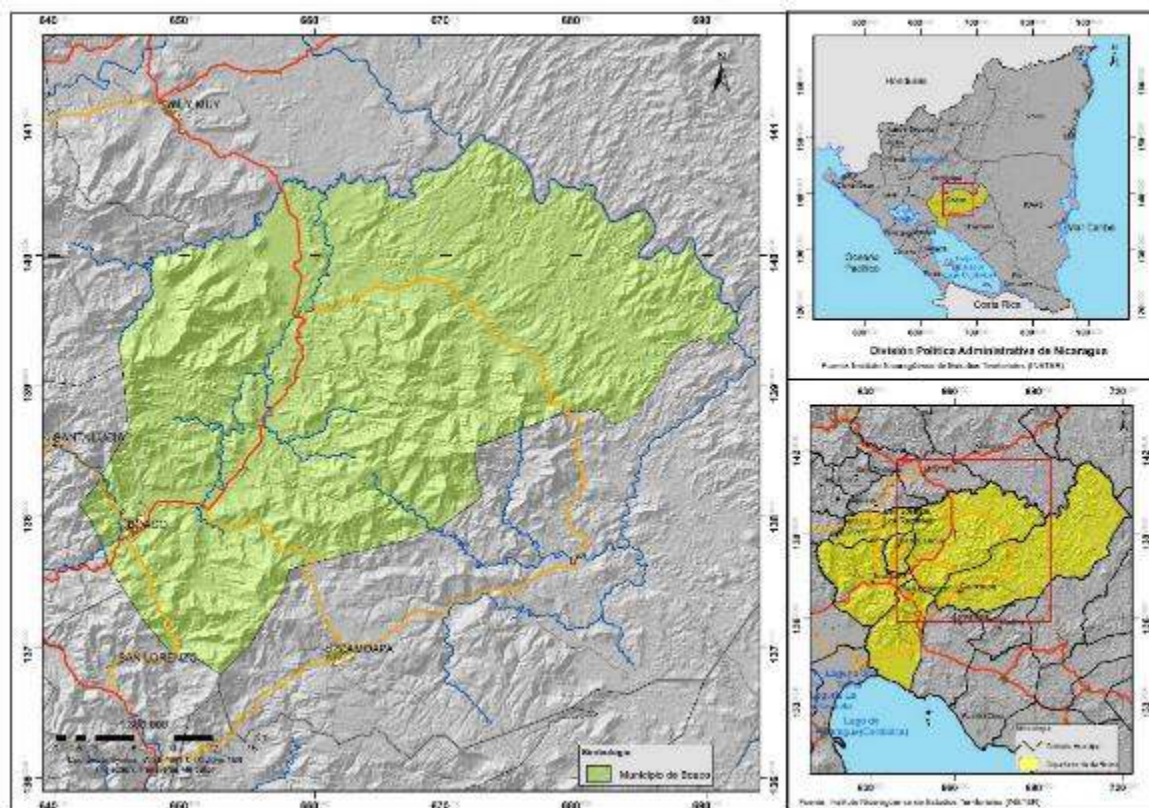
### 7.2.1. Nombre del Proyecto

"Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Boaco".

### 7.2.2. Objetivo del Proyecto

Brindar el servicio de agua potable en calidad, cantidad y continuidad a 37,731 habitantes de la ciudad de Boaco.

### 7.2.3. Identificación del Proyecto



**Ilustración 2. Localización de Boaco**

#### **7.2.4. Diagnóstico del área de influencia**

##### **a. Localización**

La ciudad de Boaco fue fundada en 1763, luego que hordas miskitas y caribes asaltaron su primer asentamiento que se encontraba donde actualmente está el pueblo de Boaco Viejo. El nombre lo debe a la subtribu de los Boaj que significa Encantadores y que fue en gran parte sometido a finales del siglo XVI. Boaco es un vocablo híbrido sumunáhuatl y significa "lugar de los Boaj."

El 4 de febrero de 1910, bajo el gobierno del Dr. José Madriz, se dictó por la Asamblea Nacional Legislativa, la creación del departamento de Jerez, quedando como cabecera la ciudad de Boaco, sin embargo fue hasta el 18 de julio de 1935, bajo la presidencia del Dr. Juan Bautista Sacasa, que el senado y la Cámara de Diputados, decretaron la Constitución definitiva del departamento de Boaco, quedando integrada por los municipios de: Boaco, Camoapa, San Lorenzo, Teustepe, San José de los Remates y Santa Lucía. La cabecera departamental es la ciudad de Boaco.

El área de estudio se concentra en el casco urbano del municipio de Boaco ubicado a aproximadamente 92.3 km al suroeste del municipio de Managua, en la región central de Nicaragua. El municipio cuenta con una extensión territorial de 1,086.81 km<sup>2</sup>, representando el 26% del área total del departamento, que es de 4,176.68 km<sup>2</sup>, en las coordenadas con latitud norte 12° 28' 0" y longitud oeste 85° 40' 0" a 360 metros sobre el nivel del mar. Ver ANEXO 1 Planos cartográficos

Los límites del Departamento de Boaco están determinados por los departamentos de Matagalpa al norte, Chontales al sur y suroeste, Managua y Granada al oeste, la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS) al noreste y el Lago de Nicaragua al suroeste.

La ciudad está rodeada de montañas y se encuentra situada en una meseta, teniendo nuevos desarrollos en las laderas de la meseta y en valles existentes. Por eso recibe el sobrenombre de "Ciudad de Dos Pisos".

Limita al norte con los municipios de Esquipulas, Matiguás y Muy Muy, al sur con los municipios de Camoapa y San Lorenzo, al este con los municipios de Camoapa y Matiguás y al oeste con los municipios de San José de los Remates y Santa Lucía.

La ciudad de Boaco está localizada en una superficie delimitada por su perímetro urbano de 31.68 Km.<sup>2</sup> representando un 3.7% de la extensión territorial del municipio.

##### **b. Clima**

El departamento se divide en seis municipios de características físicas muy diferenciadas: Camoapa, lluvioso, deforestado, desestructurado (punto de vista productivo) y ganadero. San Lorenzo, seco, con salida al lago y desaprovechado (punto de vista productivo). San José de los Remates y Santa Lucía,



montañosos, frescos y cafetaleros. Teustepe árido, de transición, con un embalse de alto potencial. Boaco cabecera departamental, deforestado y con un carácter centralizado.

El clima se caracteriza por ser variado, seco y cálido en los llanos de Malacatoya y Teustepe, algo más fresco y húmedo hacia Santa Lucía, San José de los Remates y Boaco, alcanzando las precipitaciones más altas en Camoapa, cercano al límite departamental. El municipio posee un clima variable que va desde trópico húmedo de sabana a tropical de selva, con temperaturas que oscilan entre los 24° C y 25° C. En cuanto al período de canícula, encontramos que existe una canícula fuerte en el extremo occidental del departamento que se clasifica como de acentuada (25 a 40 días) a severa (mayor de 40 días).

Existe un periodo de canícula fuerte en el extremo occidental del departamento que se clasifica como de acentuada (25 a 40 días) a severa (mayor de 40 días).

### c. Geología y geomorfología

El área en estudio (Boaco), localizado en el sector central 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 unos 100 km al este del 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 esta zona, 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 los mismos sobre yacimientos rocosos de origen sedimentarios como canteras, arenisca fragmentadas o agrietadas en procesos de meteorización, de diferentes texturas y densidades.

Desde el punto de vista geomorfológico el municipio se ubica en las unidades geomorfológicas denominada valle, a la cual pertenecen los ríos Fonseca / Malacatoya y el valle Las Cañas y la unidad Macizos Montañoso, compuesto por dos subunidades denominadas: Macizo Central.

Los rangos de pendientes son de = 0 % al 30 %, con redes de drenajes de carácter anguloso. Dicha área presenta una topografía ondulada y variada, existiendo, áreas más o menos montañosas como las de Santa Lucía, valles como el del Matagalpa (donde se ubica el río Las Cañas), y los valles del río Fonseca / Malacatoya.

Boaco ocupa las más altas estribaciones de la cordillera Chontaleña y de las serranías de Amerrisque y su territorio se encuentra integrado por numerosos cerros, amplios valles y suaves colinas.

Entre las principales elevaciones cabe mencionar: Mombachito (1059 m, en la unidad Macizo Central de Boaco), Masigüe (1008m, en la unidad Macizo Central de Boaco), Cerro Alegre (1184 m, en la unidad

Macizo noroccidental de San José de los Remates) y Santa María (1210 m, en la unidad Macizo noroccidental de San José de los Remates).

Valle del Fonseca-Malacatoya; definido por el valle que conforman los ríos de igual nombre; el último mencionado se encuentra contenido en el embalse de Las Canoas.

Valle del Olama-Grande de Matagalpa; el valle del Olama y Grande de Matagalpa está conformado por una serie de ríos que vierten al río Grande de Matagalpa, entre los que se encuentran los ríos Olama, Las Cañas, Murra.

#### d. Actividades económicas

De acuerdo a las características agroecológicas del departamento, presenta un potencial diversificado orientado principalmente hacia la ganadería intensiva de carne y leche. La principal actividad económica la constituye: la producción de carne, leche y subproductos lácteos; de arroz bajo riego y de secano en las planicies costeras del gran Lago, así como la producción de café en las zonas altas del departamento.

Los establecimientos económicos generan 3,866 puestos de trabajo, de los cuales 2,400 (62.1%) son ocupados por mujeres y 1,466 (37.9%) por hombres.

Utilizando la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU rev. 4), se presentan las cinco actividades económicas que concentran el mayor número de establecimientos (ver tabla 2), que en el caso de Boaco están relacionadas a las actividades de servicio y comercio (45.7% de los establecimientos de la ciudad). La mayoría de estas actividades tienen en común que se especializan en la venta al por menor, tres de las cinco se relacionan con el comercio y venta de comidas y bebidas, una de ellas se dedica a la venta de productos textiles, prendas de vestir y calzado en puestos de venta y mercados.

### **7.2.5. Diagnóstico de los involucrados**

#### a. Afectados por el problema y/o beneficiarios directos

Este grupo está integrado por 29,041 habitantes de Boaco que serán beneficiarios directos y están afectados por el desabastecimiento de agua potable, por la interrupción del servicio 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 Boaco, 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. 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.

### **7.2.6. Diagnóstico del servicio de agua potable**

El servicio de agua potable es administrado por la Filial de ENACAL en Boaco, cuenta con 6,162 conexiones activas de agua potable, (domiciliarias y no domiciliarias), de un total de 6,856 lotes que cuentan con algún tipo de inmuebles, lo que equivale a una cobertura estimada del 89.88%, teniéndose un consumo promedio de 15.51 m<sup>3</sup>/mes por conexión. La producción mensual de agua es de 121,510 m<sup>3</sup>/mes, a diciembre del 2021, con un consumo de energía de 92,160 kwh.

a. Fuente de abastecimiento y obras de captación

La fuente principal de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Boaco es principalmente superficial, la captación de agua se realiza por medio del Embalse El Diamante, con los aportes de los Río Fonseca y del Río San Francisco (Saguatope), aportando un caudal de 280m<sup>3</sup>/h, la captación se realiza mediante tubería de 10" de HF, y luego es conducida a la planta de tratamiento, el embalse está ubicado al norte de la ciudad a unos 1.4 Km de su periferia.



**Ilustración 3. Imagen de ubicación del Embalse El Diamante (tomada de Google Earth)**

También se tiene aportación de fuente subterránea, aunque está limitada a solo un pozo perforado que se explota con un caudal de  $39.97 \text{ m}^3/\text{h}$  (176 gpm), existe una estación de relevo (caseta del pozo #6). Esta EBAP actualmente tiene un buen funcionamiento y cuenta con una línea de impulsión de 750 m, de material PVC SDR-26 de 10" de diámetro.

b. Tanque de Almacenamiento

El sistema además cuenta con cuatro tanques de almacenamiento, todos los tanques son del tipo sobre suelo, de material de acero, cuyas características se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 3. Tanques de AP en la ciudad de Boaco**

| No | Tanque      | Coordenadas<br>(UTM WGS84) |              | Dimensiones     |                | Capacidad<br>[m <sup>3</sup> ] | Disponible<br>[m <sup>3</sup> ] | Estado   |
|----|-------------|----------------------------|--------------|-----------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------|----------|
|    |             | X                          | Y            | Diámetro<br>[m] | Altura<br>útil |                                |                                 |          |
| 1  | El Cuero    | 646,083.58                 | 1,380,110.04 | 30              | 4.1            | 2,900                          | 2,900                           | Activo   |
| 2  | Herminia    | 645,890.33                 | 1,378,493.37 | 12.5            | 7.71           | 945                            | 945                             | Activo   |
| 3  | El Faro     | 645,390.03                 | 1,379,266.77 | 9               | 8.6            | 547                            | 547                             | Activo   |
| 4  | San Nicolás | 646,661.99                 | 1,380,491.95 | 9.5             | 13.34          | 945                            | 945                             | Inactivo |

|  |              |  |  |  |  |              |              |  |
|--|--------------|--|--|--|--|--------------|--------------|--|
|  | <b>Total</b> |  |  |  |  | <b>5,337</b> | <b>4,392</b> |  |
|--|--------------|--|--|--|--|--------------|--------------|--|

c. Planta de tratamiento

La Planta se encuentra ubicada en la parte Norte de la ciudad de Boaco, en las coordenadas 1380626.879, 645353.170 a una elevación de 342 msnm.

El predio donde se encuentra la planta tiene un área de 14,440 m<sup>2</sup> y en éste se encuentra los siguientes elementos:

- Unidades de tratamiento: mezclador rápido, floculador, decantadores, filtros, tuberías de interconexión
- Edificio Principal: sala de químicos, sala de cloración, bodega, cuarto de bombeo, sala de sopladores para retrolavado, oficinas, laboratorios
- Tanque de contacto para cloración
- Tanque de almacenamiento de agua potable
- Casetas de paneles eléctricos
- Caseta de Bombeo de agua potable

La Planta Potabilizadora existente en Boaco fue diseñada con capacidad para tratar un caudal de 417 m<sup>3</sup>/h, sin embargo, la poca disponibilidad de agua durante el verano y altos valores de turbiedad durante la época lluviosa limitan el caudal de entrada a la PTAP, registrándose un caudal de entrada promedio de 275.24 m<sup>3</sup>/h, durante el año 2021. El caudal de salida de la PTAP para ese mismo año fue de 247.56 m<sup>3</sup>/h, debido a que existen pérdidas por retrolavado de filtros y purgas de lodos

La planta brinda agua con la calidad requerida para el Consumo Humano, conforme lo solicitan las Normas Regionales del CAPRE, sin embargo, se identificaron condiciones que reducen la eficiencia de los procesos de floculación y sedimentación que inciden en el consumo de químicos, retrolavados de los filtros y además limitan a la planta a trabajar con turbiedades máximas de 250 UNT. Estas condiciones se presentan a continuación.

- El tipo de agua de la fuente se caracteriza por presentar alto color y baja turbiedad, y al momento de la coagulación se generan flóculos de baja sedimentabilidad, razón por la que en el agua decantada se aprecian flóculos y se registran turbiedades de hasta 2.2 UNT según los registros.
- El proceso de floculación es de una sola etapa, reduciendo la posibilidad de formación de flóculos con el tamaño y peso para ser removidos en el proceso de sedimentación.

d. Red de distribución

La ciudad cuenta con aproximadamente 56.37 km de redes de agua potable, de ellos 1.91 km corresponde a líneas de impulsión de 150 a 300 mm, 6.78 km a líneas aducción de 150 a 300 mm y 47.68 km de líneas de distribución principal y secundaria de 12.5 a 250 mm, contando con materiales conforme a su predominancia de PVC, Asbesto cemento (AC), Hierro fundido (HF) y Hierro Galvanizado (HG).

Tabla 4. Redes de agua potable Boaco 2022

| Diámetros<br>(mm)       | Longitud de Tubería (m) |          |        |        | TOTALES<br>(km) |
|-------------------------|-------------------------|----------|--------|--------|-----------------|
|                         | PVC                     | AC       | HF     | HG     |                 |
| <b>12.5-25</b>          | 1,009.66                | -        | -      | -      | 1.01            |
| <b>37</b>               | 482.26                  | -        | -      | -      | 0.48            |
| <b>50</b>               | 20,489.00               | -        | -      | -      | 20.49           |
| <b>75</b>               | 8,475.74                | 4,559.39 | -      | 217.46 | 13.25           |
| <b>100</b>              | 8,707.25                | 434.57   | -      | -      | 9.14            |
| <b>150</b>              | 4,469.39                | 1,382.46 | 19.82  | -      | 5.87            |
| <b>200</b>              | 2,097.05                | 167.46   | -      | -      | 2.26            |
| <b>250</b>              | 1,874.83                | -        | -      | -      | 1.87            |
| <b>300</b>              | 1,839.48                | -        | 143.43 | -      | 1.98            |
| <b>TOTALES<br/>(km)</b> | 49.44                   | 6.54     | 0.16   | 0.22   | <b>56.37</b>    |

Fuente: Elaboración Propia

Los barrios cubiertos por el sistema son los siguientes: Olama, German Pomares, Hernán Cruz, Linda Vista, Bella Vista, Buenos Aires, La Planta, San Miguel, Anexo I y II, Providencia, Quebrada, Santa Isabel, Jorge Martínez, Tierra Blanca, San Nicolás, Hugo Chávez, Tomas Borge, Muñeco, San Pedro, Alcides Miranda, Arístides Sánchez, Lomas de San Pedro, San Antonio, Puerto Cabezas, Arlen Siu, San Francisco, Modesto Duarte, Paso de Lajas, Tangara y Los Limones.

#### e. Conexiones de servicio

El acueducto de Boaco cuenta con 6,162 conexiones activas de agua potable, (domiciliars y no domiciliars), de un total de 6,856 lotes que cuentan con algún tipo de inmuebles a diciembre del año 2021, con una cobertura estimada del 89.88%.

### 7.2.7. Identificación de la problemática

El desabastecimiento del servicio de agua potable repercute en la salud de los pobladores, por el incremento de enfermedades de origen hídrico, incremento de costos de abastecimiento de agua, todo esto ocasiona malestar a la población, para resolver el problema existente se necesita el mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable, para mejorar la continuidad del suministro del agua entre las problemáticas más destacadas se identifican las siguientes:

- Abastecimiento día de por medio con 5 macro sectores y micro sectores dentro de cada uno.
- Déficit en PTAP, no trabaja a su máxima capacidad de diseño (417 m<sup>3</sup>/h), dado que no procesa agua con turbiedades mayores a 250 NTU, que son excedidas sobre todo en el período lluvioso.
- En época de verano, bajo nivel de agua en el Embalse El Diamante, dado que las fuentes no son suficientes para la demanda actual.
- Falta de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Se ha detectado que en algunas calles y avenidas existen hasta 4 tuberías de agua potable instaladas, producto de reparaciones y ampliaciones realizadas para solventar problemas de abastecimiento.

a. Problema central

La población urbana de Boaco tiene un reducido acceso a agua potable.

b. Causas y efecto

**Causa**

- Déficit en el volumen de agua producida, al año 2022
- La topografía irregular de Boaco genera sobrepresiones y presiones negativas en diversos sectores al mismo tiempo.
- La costumbre de consumo de la población con la finalidad de llenar sus recipientes de almacenamiento genera demandas horarias descontroladas, y consumos mayores a los calculados conforme a la dotación diaria normada.
- Las tuberías existentes de asbesto cemento son muy frágiles a las sobre presiones, estas tuberías corresponden al 11% de la red
- Mas del **38%** de la red de distribución está compuesta por tuberías de diámetro mínimo 50 mm o menor lo que supone altas pérdidas de carga en la red, en consecuencia, bajas presiones en algunos sectores
- Existen muchas áreas de crecimiento poblacional en las cuales no existen redes de distribución
- Estrangulamiento de válvulas, necesario para el racionamiento, genera consecuencia sobre las mismas, debido a que se encuentra expuestas a sufrir daños principalmente por el desgaste provocado por la fricción del agua en las compuertas. Este tipo de uso exigirá el reemplazo de dichas válvulas, el cual podría ser hasta por grupos.

-

## Efectos

- Incremento de enfermedades de origen hídrico (gastrointestinales y dérmica).
- Acarreo de agua y otras formas de abastecimiento (camiones cisterna).
- Incremento en los gastos de salud.
- Incremento de costos por el abastecimiento de agua.
- Los costes operativos son muy altos.

## 7.2.8. Identificación de los objetivos

### a. Objetivo central

Mejorar la calidad de vida de los pobladores de la ciudad de Boaco, 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 Boaco.
- Reducción en la interrupción del servicio de abastecimiento de agua potable.

## 7.2.9. Formulación de la iniciativa

### a. Análisis de la demanda

Actualmente la población de la ciudad de Boaco se ubica en el rango de 25,000 a 50,000 habitantes y le corresponde una dotación de 163 -167 l/Hab día. Para la proyección del Consumo Promedio Diario (CPD) y el Consumo máximo día (CMD) a) Factor CMD= 1.5; b) Factor CMH= 2.5; 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%.

**Tabla 5. Proyección de población y consumo**

| Ítem     | Parámetro          | Unidad | 2024   | 2034   | 2044   |
|----------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| <b>1</b> | <b>Población</b>   |        |        |        |        |
|          | Total de población | hab    | 29,041 | 37,175 | 47,588 |

|            |                                                       |                        |                 |                 |                 |
|------------|-------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|            | Tasa conexión                                         | -                      | 100.0%          | 100.0%          | 100.0%          |
|            | Población conectada                                   | hab                    | 29,041          | 37,175          | 47,588          |
| <b>2</b>   | <b>Dotación de agua potable (población conectada)</b> |                        |                 |                 |                 |
| <b>2.1</b> | <b>Dotación uso domiciliar</b>                        | l/hab/d                | 163             | 165             | 167             |
|            | Caudal uso domiciliar                                 | m <sup>3</sup> /d      | 4,733.68        | 6,133.88        | 7,947.20        |
|            | Caudal uso domiciliar                                 | l/s                    | 54.79           | 70.99           | 91.98           |
| <b>2.2</b> | <b>Dotación uso no domiciliar</b>                     | -                      | 16%             | 16%             | 16%             |
|            | Caudal uso no domiciliar                              | m <sup>3</sup> /d      | 757.39          | 981.42          | 1,271.55        |
|            | Caudal uso no domiciliar                              | l/s                    | 8.77            | 11.36           | 14.72           |
| <b>3</b>   | <b>Consumo Promedio Diario</b>                        |                        |                 |                 |                 |
|            | <b>CPD</b>                                            | <b>m<sup>3</sup>/d</b> | <b>5,491.07</b> | <b>7,115.30</b> | <b>9,218.75</b> |
|            | <b>CPD</b>                                            | <b>l/s</b>             | <b>63.55</b>    | <b>82.35</b>    | <b>106.70</b>   |
| <b>4</b>   | <b>Perdidas en el sistema</b>                         |                        |                 |                 |                 |
|            | Caudal de perdidas                                    | m <sup>3</sup> /d      | 1,098.21        | 1,423.06        | 1,843.75        |
|            | Caudal de perdidas                                    | l/s                    | 12.71           | 16.47           | 21.34           |
| <b>5</b>   | <b>Consumo Máximo Día + P</b>                         |                        |                 |                 |                 |
|            | CMD                                                   | m <sup>3</sup> /d      | 8,236.61        | 10,672.95       | 13,828.13       |
|            | CMD                                                   | m <sup>3</sup> /h      | 343.19          | 444.71          | 576.17          |
|            | CMD                                                   | l/s                    | 95.30           | 123.50          | 160.00          |
|            | <b>CMD + P</b>                                        | <b>m<sup>3</sup>/d</b> | <b>9,334.8</b>  | <b>12,096.0</b> | <b>15,671.9</b> |
|            | <b>CMD + P</b>                                        | <b>m<sup>3</sup>/h</b> | <b>388.95</b>   | <b>504.00</b>   | <b>653.00</b>   |
|            | <b>CMD + P</b>                                        | <b>l/s</b>             | <b>108.04</b>   | <b>140.00</b>   | <b>181.39</b>   |
| <b>6</b>   | <b>Consumo Máxima Hora + P</b>                        |                        |                 |                 |                 |
|            | CMH                                                   | m <sup>3</sup> /d      | 13,728          | 17,788          | 23,047          |
|            | CMH                                                   | l/s                    | 158.89          | 205.88          | 266.75          |
|            | <b>CMH + P</b>                                        | <b>m<sup>3</sup>/d</b> | <b>14,826.2</b> | <b>19,211.1</b> | <b>24,890.8</b> |
|            | <b>CMH + P</b>                                        | <b>l/s</b>             | <b>171.60</b>   | <b>222.35</b>   | <b>288.09</b>   |

#### b. Análisis de Oferta

Como recurso disponible para la extracción de agua para consumo humano, ENACAL dispone del acuífero de Boaco, del cual por medio de 1 embalse (El Diamante y PTAP), los cuales producen a la actualidad un caudal de 68.77 lps (247.56 m<sup>3</sup>/h) y opera 16.5 horas diarias y 1 pozo en operación (Pozo No.6 y estación de rebombeo), los cuales producen 11.10 lps (176 GPM) y operan aproximadamente 18 horas diarias, para una producción promedio diaria de 4,804 m<sup>3</sup> con ambos en funcionamiento, lo que representa un caudal promedio de 55.60 lps (24 horas) como oferta actual.

#### c. Brecha oferta y demanda

Según base de datos comercial ENACAL Filial Boaco año 2021, se considera que un habitante de Boaco consume una dotación de 105.17 lppd, por otra parte, según los resultados del censo de viviendas efectuados en el marco del presente estudio la población actual de la ciudad de Boaco corresponde a 27,642 habitantes así la demanda de máximo día actual corresponde a 66.85 lps, valor que incluye pérdidas y consumos no domésticos.

Así de acuerdo al patrón de consumo en la ciudad de Boaco, el agua producida no permite cubrir el consumo máx./día.

Tabla 6 Balance Oferta demanda Acueducto de la Ciudad de Boaco-2022

| DOTACIÓN | AÑO  | DEMANDA<br>CMD (lps) | PRODUCCIÓN<br>EXISTENTE<br>(lps) | DÉFICIT |         |
|----------|------|----------------------|----------------------------------|---------|---------|
|          |      |                      |                                  | lps     | %       |
| ACTUAL   | 2022 | 66.85                | 55.60                            | -11.25  | -20.22% |
| NORMADA  | 2022 | 102.84               | 55.60                            | -47.24  | -84.95% |

Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente se compara con la dotación normada y se puede definir que el volumen de déficit conforme a la norma es igual al 85 % de producción de agua y 20 % conforme a la dotación actual, para una conexión del 100 % de la población.

#### d. Riesgos ambientales en la etapa de construcción

En la etapa de construcción se esperan acciones impactantes caracterizadas por ser puntuales, recuperables y reversibles, así:

En las excavaciones y movimientos de tierra, intervienen maquinaria y equipos pesados, quienes realizan acciones impactantes sobre el suelo, tales como alteración de la composición y compactación del mismo. Como parte de los riesgos, está la ocurrencia de derrames accidentales de combustibles o lubricantes.

Se presentan afectaciones al relieve natural, inestabilidad de suelo, alteración de la cubierta vegetal, erosión, etc. provocadas por las excavaciones, corte y conformación de terrazas. Debido a la textura suelta del suelo, se producirán afectaciones a la calidad del aire con polvo, producto de la movilización de maquinaria y equipos, vehículos pesados y las propias obras, traslado de áridos, etc.

El riesgo de contaminación de las aguas superficiales siempre está presente en las desviaciones del flujo de los ríos en que se construirán las obras de captación.



El movimiento de la maquinaria pesada y equipos a los sitios de las obras prevé impactos sobre la movilización peatonal y tránsito vehicular; amenazas potenciales de deslizamiento e inundación. Pueden darse accidentes, aprovechamiento y dinamización de la economía local. También puede ser oportunidad de generación de empleo por la contratación de mano de obra local

e. Riesgos ambientales en la etapa de operación

En la etapa de funcionamiento se esperan acciones impactantes sobre los siguientes factores del medio ambiente:

Se prevé el incremento del volumen de aguas residuales por el mejoramiento del servicio de abastecimiento. Es probable el escurrimiento de aguas grises en calles y avenidas donde no se tenga cobertura de alcantarillado sanitario. Esto podrá incrementar los focos de contaminación y criaderos de vectores transmisores de enfermedades, por el vertimiento de las aguas residuales a las calles por la falta de cobertura de saneamiento.

El impacto social será positivo por el mejoramiento de las condiciones de vida de la población y condiciones sanitarias en la ciudad de Boaco.

### 7.2.10. Descripción de la iniciativa (Solución Técnica adoptada)

Considerando la problemática observada y las perspectivas de desarrollo de la ciudad de Boaco, se evidencia la necesidad de una solución integral y duradera para mejorar el suministro de agua en el horizonte de planificación del año 2034.

La solución técnica propuesta comprende la integración de fuentes combinada, aprovechando la disponibilidad de los recursos hídricos superficial existente, pozo perforado San Miguel y adicionando nuevas fuentes subterráneas para el cumplimiento de la demanda en los periodos mas secos.

*Tabla 7. Fuentes de producción*

| Ítem | Fuente                  | Tipo de fuente | Estado    | Obras nuevas                                            | Q diseño (L/s) |
|------|-------------------------|----------------|-----------|---------------------------------------------------------|----------------|
| 1    | Embalse El Diamante     | Superficial    | Existente | Construcción de Nueva PTAP                              | 181.39         |
| 2    | Pozo San Miguel (No.6)  | Subterránea    | Nueva     | Construcción de nuevo pozo perforado                    | 11.10          |
| 3    | Campo de Pozos Boaquito | Subterránea    | Nueva     | Construcción de 10 nuevos pozos perforados Q: 12.62 L/s | 126.20         |

Fuente: Elaboración propia

La solución técnica propuesta prevé alcanzar los siguientes propósitos básicos: a) Construcción de 1 obras de captación de agua superficial y perforación de 8 pozos perforados, b) Mejorar la geometría y el funcionamiento hidráulico del sistema en su conjunto; c) construir una PTAP nueva con capacidad de 150 lps e incluye su respectiva estación de bombeo y d) Ampliar la cobertura de la red de distribución y asegurar la estanqueidad de la misma, en la medida de lo que sea técnicamente viable.

Los alcances de la obra son las siguientes:

- Instalación de nuevas redes con longitud de 48.56 km en PVC (diámetros de 50 mm a 200 mm)
- Instalación de 30.78 km de líneas de impulsión, aducción y conducción en HF con diámetros de 80mm a 600 mm.
- Rehabilitación de 1 tanques de almacenamiento capacidad total de 565 m<sup>3</sup>: comprende limpieza, resane de paredes metálica, pintura; reemplazo de válvulas, tuberías de rebosadero; sistemas eléctricos y cercas perimetrales,
- Construcción de 2 tanques de almacenamiento nuevos con capacidad conjunta de 3,860 m<sup>3</sup>;
- Instalación de 12 unidades operativas de control (UOC).
- Instalación de 1,472 nuevas conexiones domiciliarias.

El proyecto contribuirá en mejorar la infraestructura del sistema de agua potable en su conjunto en los barrios beneficiados, obteniendo una calidad del servicio de agua potable en cantidad y continuidad, mejorando las presiones de agua en la red de distribución de agua potable.

### **7.2.11. Beneficios esperados y beneficiarios**

Los beneficiarios directos de este proyecto son 32,857 habitantes de la ciudad de Boaco, para el año 2029 de entrada en funcionamiento, quienes experimentarán el aseguramiento del abastecimiento de agua.

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 con mayor calidad.
- 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.

### 7.2.12. Presupuesto de inversión

El costo total de las inversiones principales del proyecto para ejecución de la fase 1 se ha estimado en **U\$ 35,447,257.45** (treinta y cinco millones cuatrocientos cuarenta y siete mil doscientos cincuenta y siete con 45/100 dólares), conforme el detalle mostrado en la siguiente tabla. La construcción de obras con estimado de costo por **U\$ 31,550,740.94**, equivalente al 89 % del costo total.

**Tabla 8. Presupuesto del Proyecto**

| ITEM                     | DESCRIPCION                                 | U/M    | CANTIDAD | COSTO TOTAL US \$    |
|--------------------------|---------------------------------------------|--------|----------|----------------------|
|                          | <b>CONSTRUCCIÓN DE OBRAS</b>                |        |          |                      |
| 1                        | Obras de toma y Captación - EB              | c/u    | 1.00     | 3,623,002.56         |
| 2                        | Construcción de Pozos de Agua Potable       | c/u    | 8.00     | 3,236,989.78         |
| 3                        | Estación de bombeo de Agua Potable - EBAP   | c/u    | 1.00     | 1,149,281.83         |
| 4                        | Planta de Tratamiento de Agua Potable       | c/u    | 1.00     | 5,228,630.62         |
| 5                        | Tanque de almacenamiento Nuevo              | c/u    | 2.00     | 3,518,521.13         |
| 6                        | Rehabilitación Tanque de Almacenamiento     | c/u    | 1.00     | 242,642.32           |
| 7                        | Líneas de Aducción - Conducción - Impulsión | Km     | 30.78    | 8,981,848.31         |
| 8                        | Red de Distribución                         | Km     | 48.56    | 4,871,516.32         |
| 9                        | Conexiones domiciliarias                    | c/u    | 1,472.00 | 698,308.07           |
| <b>Costo Total US \$</b> |                                             |        |          | <b>31,550,740.94</b> |
| 10                       | Supervisión de obras                        | global | 1        | 1,577,537.05         |
| 11                       | Imprevistos y escalamiento                  | global | 1        | 2,318,979.46         |
| <b>Costo Total US \$</b> |                                             |        |          | <b>3,896,516.51</b>  |
| <b>Gran Total US \$</b>  |                                             |        |          | <b>35,447,257.45</b> |

### 7.2.13. Evaluación socioeconómica

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