



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD PIEDRAS GRANDES #2 MUNICIPIO DE JUIGALPA, EN EL MARCO DEL PROYECTO DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLÍMATICO EN EL SECTOR AGUA Y SANEAMIENTO (PACCAS)”.

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Harold Alfonso González Serrato

Br. Bayardo Israel Cerda Cruz

Br. Erinson Johany Picado García

Tutor

Msc. Ing. José Ángel Baltodano

Managua, Mayo 2022

INDICE

| | |
|---|-----------|
| I. GENERALIDADES | 1 |
| <i>INTRODUCCIÓN</i> | <i>1</i> |
| <i>ANTECEDENTES</i> | <i>2</i> |
| <i>JUSTIFICACIÓN</i> | <i>3</i> |
| <i>OBJETIVOS</i> | <i>4</i> |
| II. MARCO TEÓRICO | 5 |
| III. DISEÑO METODOLÓGICO | 21 |
| IV. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO..... | 33 |
| V. ANÁLISIS Y RESULTADO..... | 39 |
| VI. COSTO Y PRESUPUESTO..... | 71 |
| VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 94 |
| VIII. BIBLIOGRAFIA..... | 95 |
| IX. GLOSARIO..... | 97 |
| X. ANEXOS..... | 98 |

RESUMEN

La comunidad Piedras Grandes n°2 se encuentra ubicada en el municipio de Juigalpa, departamento de Chontales, que a su vez se ubica dentro del área protegida Reserva Natural Serranía de Amerrisque. El área de influencia directa del proyecto está delimitada por la ubicación geográfica de los componentes del sub proyecto: Fuente de captación, tanque, red de distribución.

Captación de agua de lluvia

Para los sectores de; Maniguas y Monte fresco están ubicadas en la parte más alta de la comunidad y como alternativa de proponer la Captación de agua de lluvia por medio de tanques plásticos descritos a continuación;

Se utilizará tanques plásticos 10.00 m³, el área de techo debe ser la considerada, por tanto, se deberá instalar canales en todo el perímetro de la vivienda para garantizar un área de techado de al menos 24 m² para garantizar una dotación de 13.5 galones por persona por día, considerando una población de 165 habitantes distribuidos en 39 viviendas. Para el cálculo de la demanda de agua de población se consideró una proyección para 20 años con una tasa de crecimiento de 2.5%.

Obra de captación:

La fuente seleccionada para el abastecimiento del sistema MABE, es mediante la extracción del agua del pozo perforado existente ubicado en las coordenadas 16P 685266 UTM 1341718, localizado en el sector de El Jicaral 1, en los predios de la Iglesia Católica la Asunción.

Sistema de bombeo:

El sistema de bombeo consiste en la instalación de un equipo sumergible de 1.5 HP, ubicada a una profundidad de 117 pie, la cual elevará el agua hacia un tanque de almacenamiento ubicado a una distancia de 224 metros lineales; dispondrá de una sarta de bombeo de 2" H°G°, será energizado con energía fotovoltaica

Tratamiento:

Por los resultados obtenidos se recomienda la implementación de una desinfección con hipoclorito de calcio en el pozo propuesto, a fin de contrarrestar los parámetros de coliformes totales y fecales al igual que implementar talleres de capacitación en salud e higiene.

Línea de conducción:

Está diseñada para conducir el agua del pozo hacia el tanque de almacenamiento con una tubería de diámetro de 2" PVC SDR-26, teniendo una longitud de 224 metros lineales. En dicha línea de aducción se ubicará una válvula de aire y vacío de 2" en el PI-1, con el objetivo de aliviar la presión en la tubería y eliminar cualquier burbuja de aire que se produzca en la tubería.

Tanque de almacenamiento

Se localiza en la Coordenadas UTM (X= 685465.10 Y= 1341652.91) y se ha proyectado un volumen útil de almacenamiento demandado por la población al final del período de diseño correspondiente a 8.00 m³, se construirá de concreto ciclópeo y tendrá las siguientes dimensiones internas: 2.40 m x 2.40 m x 2.35 m. De pared trapezoidal, suelo mejorado y nivel de agua de 1.40 m.

El tanque de almacenamiento está diseñado estructuralmente de tal manera que no colapse y soporte las cargas, al igual que contempla las instalaciones de válvulas de limpieza, de entrada y salida para su buen funcionamiento.

Ambientalmente contempla la construcción de andenes de concreto alrededor del tanque, mejorando la circulación al rededor del tanque de almacenamiento para su operación y mantenimiento; este a su vez contempla la construcción de canales que permiten la conducción de las aguas de lluvias y agua de provenientes del rebose y del tubo de limpieza hacia un lugar seguro; impidiendo que estas ocasionen erosiones en el área.

Red de distribución para el sistema MABE:

La red de distribución de agua potable para los sectores de El Jicaral 1 y 2, parte del sector de Los Azules y Los Martínez, sectores que pertenecen a la comunidad de Piedras Grandes 2; esto asegura que el diámetro de tubería es de \varnothing 1 ½" PCV SDR-26, con una longitud de 3,597.21 metros, la cual será lo suficiente para manejar el flujo requerido al horizonte de diseño y garantizarla al 100% de las viviendas contempladas para este diseño.

A la red de distribución se le instará una válvula de limpieza en el PI-8, a fin de realizar limpieza en la tubería. Adicionalmente se instalarán 2 válvulas de aire y vacío en los PI-43 y 57 respectivamente, con el fin de depurar la red de burbujas de aire que impidan el flujo constante del vital líquido.

Toda la red tendrá sus bloques de reacciones donde se encuentren cambios bruscos, a fin de evitar rupturas en la misma. Una vez concluida la instalación de la

red de distribución se realizarán las pruebas hidrostáticas para asegurar la calidad de instalación.

En esta red de distribución existe un cruce aéreo ubicado en el sector de Los Azules, PI-36 – PI-37 según plano topográfico sobre la quebrada Manigua, teniendo un claro de 30.00 metros lineales. Este cruce será aéreo con tubería H°G° de 1 ½". A una elevación adecuada para evitar las máximas crecidas, ver detalle en planos.

Nivel de servicio:

El nivel de servicio será mediante la instalación de 12 puestos públicos, de los cuales 10 puestos públicos están destinados para abastecer a 31 viviendas, de tal manera que están equidistantes de cada vivienda, garantizando que las viviendas propuestas para ser beneficiadas con este sistema sean el 100%. Las 2 tomas restantes se destinaron a las dos escuelas existentes en la comunidad. Se priorizaron dejar dotadas a las dos escuelas con tomas de agua, para que los niños no tengan que acarrear agua.

A cada puesto público se les instalará un micro medidor para el registro y consumo de agua, al igual que la instalación de cerco perimetral a fin de evitar el acceso a los animales que anden sueltos.

Proyección de la población

Para el cálculo de la población futura se usará el método geométrico.

El dato de población de inicio del periodo de diseño se obtiene del censo poblacional realizado por el comité de promotores sociales.

La tasa de crecimiento normada varía de 2.5% a 4%, por lo que se considerará para los cálculos una tasa de 2.5%

Calculo de la población futura

| Año | Po | (1+r)n | n | Pn |
|------------|-----------|---------------|----------|-----------|
| 2020 | 155 | 1.00 | 0 | 186 |
| 2021 | 155 | 1.03 | 1 | 159 |
| 2022 | 155 | 1.05 | 2 | 163 |
| 2023 | 155 | 1.08 | 3 | 167 |
| 2024 | 155 | 1.10 | 4 | 171 |
| 2025 | 155 | 1.13 | 5 | 175 |
| 2026 | 155 | 1.16 | 6 | 180 |
| 2027 | 155 | 1.19 | 7 | 184 |
| 2028 | 155 | 1.22 | 8 | 189 |
| 2029 | 155 | 1.25 | 9 | 194 |
| 2030 | 155 | 1.28 | 10 | 198 |
| 2031 | 155 | 1.31 | 11 | 203 |
| 2032 | 155 | 1.34 | 12 | 208 |
| 2033 | 155 | 1.38 | 13 | 214 |
| 2034 | 155 | 1.41 | 14 | 219 |
| 2035 | 155 | 1.45 | 15 | 224 |
| 2036 | 155 | 1.48 | 16 | 230 |
| 2037 | 155 | 1.52 | 17 | 236 |
| 2038 | 155 | 1.56 | 18 | 242 |
| 2039 | 155 | 1.60 | 19 | 248 |
| 2040 | 155 | 1.64 | 20 | 254 |

I. GENERALIDADES

INTRODUCCIÓN

Los recursos estratégicos hídricos de Nicaragua para el abastecimiento actual y futuro de agua son vulnerables a los efectos del Cambio Climático debido a la alta frecuencia de eventos climáticos extremos, sequías, inundaciones y huracanes; además de las presiones por la contaminación de aguas residuales no tratadas, escorrentía agrícola y otras fuentes.

Según lo sugerido en el documento diagnóstico "Impactos del Cambio Climático sobre los recursos hídricos y la adaptación en el abastecimiento y saneamiento de agua en zona rural en Nicaragua", que combina una revisión de las proyecciones de los modelos de circulación global y de los modelos de hidrología, estas proyecciones de Cambio Climático indican que es probable que disminuya la disponibilidad de agua en la mayoría de las cuencas de Nicaragua, (Banco Mundial, 2012).

La conclusión principal del diagnóstico es que, en 2050, el efecto neto del Cambio Climático en el equilibrio hídrico de Nicaragua será probablemente negativo. (Milan Pérez, 2009) Esto significa que los suministros de agua en zonas rurales estarán bajo una presión creciente especialmente en las áreas que dependen de aguas superficiales o de fuentes de agua subterránea con pequeñas áreas de recarga.

En este sentido, la comunidad Piedras Grandes n°2 del municipio de Juigalpa, se encuentra en situación de riesgo ante los impactos del Cambio Climático; ya que esta comunidad está localizada, a nivel nacional, dentro del corredor seco de Nicaragua y parte de la subcuenta Mayales.

El presente documento permite dirigir el proceso de formulación de un proyecto de abastecimiento de agua potable y saneamiento rural en la comunidad Piedras Grandes n°2, con un enfoque de adaptación ante los efectos del Cambio Climático, basado en las proyecciones climáticas del país.

ANTECEDENTES

La agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental. Específicamente, el ODS n°6 está dirigido a “Garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”.

En este contexto, el Gobierno de Nicaragua ha presentado el Programa Nacional de Desarrollo Humano 2018-2021, como una estrategia para reducir la pobreza y la desigualdad social. Uno de los lineamientos de este programa proactivo está dirigido a mejorar la calidad de agua de consumo, mediante la reducción de la contaminación y promover la responsabilidad compartida en la construcción, uso y sostenibilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento.

El Programa de Adaptación al Cambio Climático en el Sector de Agua y Saneamiento (PACCAS), nace como una acción para aumentar la cobertura de agua y saneamiento en zonas rurales, integrando la dimensión del clima en la inversión y planificación del sector, mediante una fuerte coordinación y colaboración interinstitucional, entre la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) y el Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE).

Partiendo de los resultados del análisis de riesgo de las fuentes de agua ante el Cambio Climático en comunidades rurales del municipio de Juigalpa, desarrollado en el marco de la implementación del proyecto PACCAS, se realizó la delimitación de cuencas de interés y las comunidades en donde se llevaron a cabo los estudios específicos requeridos para identificar y evaluar las fuentes hídricas, para asegurar el abastecimiento de agua de las comunidades en alto riesgo.

Además, con la participación del gobierno municipal, actores locales y comunitarios, estructuró el Plan Municipal de Protección Ambiental de las Familias ante el Cambio Climático (PMPAFCC), como instrumento de planificación municipal y ejecución de acciones desde la persona, la familia y la comunidad para reducir la vulnerabilidad y los problemas ambientales que agravan el impacto del Cambio Climático. Este PMPAFCC integra la priorización de las comunidades vulnerables a intervenir con medidas de adaptación al Cambio Climático.

JUSTIFICACIÓN

“Nicaragua tiene algunos de los acuíferos más grandes de Centroamérica, que constituyen una fuente de agua potable para aproximadamente la mitad de la población del país. La principal fuente de agua para consumo humano es el agua subterránea, que representa el 70% del total, el resto proviene de aguas superficiales y manantiales” (Vammen y Hurtado, 2010). Debido a los desequilibrios estacionales entre la disponibilidad y la demanda de agua, durante la temporada seca algunos ríos se secan y muchas veces dejan zonas rurales sin una fuente de agua estable por medio año. La contaminación también limita la disponibilidad de agua en las zonas rurales y urbanas, y aumenta los costos del suministro de agua potable.

Actualmente numerosos acuíferos se ven afectados por la salinidad o la contaminación derivada de la escorrentía de agroquímicos, aguas residuales sin tratar y contaminación natural por arsénico. (FAO, 2012)

La evaluación del impacto del Cambio Climático en Nicaragua, indica que la disponibilidad de agua, según se refleja en el equilibrio hídrico proyectado, probablemente disminuirá en la mayoría de las unidades hidrográficas del país. (Milan Pérez, 2009)

Lo planteado anteriormente adicionando que en Nicaragua la cobertura de abastecimiento de agua potable es del 54.5% y en saneamiento el 49.5%, específicamente en las zonas rurales del país, hace necesario que el país enfrente desafíos en el sub sector de agua y saneamiento rural, con un enfoque de adaptación a los impactos del Cambio Climático, garantizando mejorar los sistemas de monitoreo hidrometeoro lógicos y promover la protección y el uso sostenible de los recursos hídricos y mejorar la resiliencia de la infraestructura de agua y saneamiento mediante soluciones tecnológicas tradicionales e innovadoras.

La comunidad Piedras Grandes n°2, del municipio de Juigalpa, presenta una muy alta vulnerabilidad por cobertura de sistemas de abastecimiento de agua potable y un riesgo muy alto del agua segura ante amenaza por sequía y ante inundaciones. (UNA, 2013) Es por ello, que, se ha seleccionado la comunidad Piedras Grandes n°2 para diseñar y construir un sistema de abastecimiento de agua potable con enfoque de adaptación a los impactos provocados por el Cambio Climático, que combine una infraestructura hídrica resiliente con programas ambientales de protección del recurso hídrico.

Cabe destacar que este diseño influirá en la planificación de las inversiones al introducir en las actividades previstas la dimensión de adaptación al Cambio

Climático una medida urgente para asegurar la prestación de servicios hídricos de largo plazo a la población rural de Nicaragua. Además, se contribuirá a mejorar la colaboración multisectorial entre actores locales mediante la incorporación del Cambio Climático en el sector de agua y saneamiento, así mismo, reforzará la coordinación entre los organismos nacionales a nivel local y municipal para enfrentar los impactos del Cambio Climático de forma ordenada en las comunidades afectadas.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable rural que incluya iniciativas y medidas de adaptación al Cambio Climático en el medio físico donde se emplazarán las obras, para mejorar la resiliencia frente al mismo, de las inversiones en el abastecimiento de agua en la comunidad Piedras Grandes y para responder a la creciente variabilidad climática, Cambio Climático y a los impactos directos del mismo en la zona seleccionada.

Objetivos específicos

- Determinar la demanda de agua potable, capacidad y disposición de pago de la comunidad Piedras Grandes n°2, con base en el estudio socioeconómico realizado para la misma comunidad.
- Determinar la disponibilidad, oferta y calidad de agua para la comunidad Piedras Grandes n°2, mediante un inventario de fuentes potenciales. La disponibilidad y oferta de agua deberá guardar relación directa con la unidad hidrológica o cuenca (Mayales en su parte alta y Río Carca) cuya área esté directamente vinculada a la comunidad objeto del estudio.
- Mejorar la calidad de agua para que la propagación de enfermedades sea limitada al reducir aquellos componentes del agua que puedan representar riesgo para la salud de la comunidad.
- Diseñar las obras civiles necesarias para la reducción de la vulnerabilidad de los sistemas ante amenazas climáticas; enfocándose en garantizar un suministro de agua segura a la comunidad en términos de continuidad, cantidad y calidad adaptándose al contexto local, condiciones sociales, ambientales, tecnológicas.
- Desarrollar un diseño de infraestructura de abastecimiento de agua potable que garantice la calidad, continuidad y seguridad del suministro de agua, en las obras y se evite la contaminación del recurso.

- Elaborar presupuesto detallado de las obras seleccionadas, especificaciones técnicas y manual de operación y mantenimiento del sistema, incluyendo un plan de implementación del manual consensuado con la comunidad.

II. MARCO TEÓRICO

En este acápite se describe los conceptos básicos para el desarrollo de la presente investigación, de acuerdo a los objetivos planteados.

2.1. Generalidades:

Los sistemas para abastecimiento de agua potable constan de diversos componentes: captación, conducción, potabilización, regulación y distribución; en cada uno se construyen las obras necesarias para que sus objetivos particulares sean alcanzados de forma satisfactoria.

En el presente documento se incluyen además componentes, sociales, ambientales y físicos para la adaptación del entorno al Cambio Climático, para lograr una mejor resiliencia ante el mismo.

2.2. Cambio Climático:

De acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), éste se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial (ONU, 1992) y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) lo define como cualquier cambio en el clima con el tiempo debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas. (IPCC, 2013)

2.3. Medidas de adaptación al Cambio Climático:

Son acciones formuladas para mejorar la disponibilidad de agua (superficial y subterránea) ante eventos extremos hidrometeorológicos relacionados con el Cambio Climático, dirigidas a fortalecer la sostenibilidad de los sistemas de agua y saneamiento y las fuentes de agua que los abastece.

El Fondo de Inversión Social de Emergencias (FISE) ha elaborado un compendio de medidas de adaptación al Cambio Climático y la vulnerabilidad climática, para ser incorporados en nuevos proyectos de agua y saneamiento rural. Las medidas de adaptación al Cambio Climático se clasifican en:

2.3.1. Medidas ambientales: son aquellas que fortalecen y mejoran el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales al momento que contribuyen a reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas frente a amenazas actuales que podrían exacerbase en un contexto de Cambio Climático, así como ante posibles impactos derivados de éste.

2.3.2. Medidas físicas: son aquellas medidas tangibles que por sí mismas contribuyen a reducir la vulnerabilidad, pero lo hacen de una manera más directa e incrementan la resiliencia de los ecosistemas y las comunidades humanas mediante la construcción de algún tipo de infraestructura física.

2.3.3. Medidas sociales: son aquellas que permiten identificar las necesidades de los sectores de la población más vulnerable y generalmente son complementarias a otras medidas (ambientales o físicas). A pesar de que requieren inversiones iniciales y significativas, ofrecen mayores ventajas sociales y ambientalmente sostenible a largo plazo.

2.4. Agua segura:

Es el agua que se utiliza para uso doméstico, higiene personal y no perjudica la salud de las personas. Este concepto en particular de agua segura, incluye además de los indicadores tradicionales de cantidad y calidad de agua, variables de continuidad y cultura hídrica. Es un concepto novedoso y congruente con el esfuerzo de asegurar el agua ante el Cambio Climático.

2.5. Sistema de abastecimiento

Los principales sistemas de agua que se utilizan para abastecer a la población que habita en el medio rural son los siguientes: mini acueducto por gravedad, mini acueducto por bombeo, pozo excavado a mano, pozo perforado, captación de agua de lluvia y combinaciones de las anteriores.

Por acueducto se conoce un sistema que está compuesto por diversos elementos destinados al abastecimiento de agua potable a poblaciones concentradas. Cuando este acueducto atiende comunidades rurales se le conoce como mini acueducto. Comúnmente está compuesto por: fuente de agua, obra de captación, tratamiento, almacenamiento, red de distribución, tomas domiciliarias y puestos públicos.

2.6. Captación

Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para poder abastecer a la población. Pueden ser una o varias, el requisito es que en conjunto se obtenga la cantidad de agua que la comunidad requiere. Para

definir cuál será la fuente de captación a emplear, es indispensable conocer el tipo de disponibilidad del agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico, de esta forma se consideran los siguientes tipos de agua según su forma de encontrarse en el planeta: aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas meteóricas, agua de mar. (Jiménez Terán, 2013).

La captación se refiere a la explotación del agua en las posibles fuentes; la conducción es el transporte del recurso hasta el punto de entrega para su distribución posterior; la regulación tiene por objeto transformar el régimen de alimentación del agua proveniente de la fuente que generalmente es constante, en régimen de demanda variable que requiere la población y el objetivo de la distribución es proporcionar el agua en el domicilio de los usuarios, con las presiones adecuadas para los usos residenciales, comerciales e industriales normales, al igual suministrar el abastecimiento necesario para la protección contra incendios en la zona de demanda urbana o rural. (ENACAL-OPS, 2006)

2.6.1. Captación de aguas superficiales

Las aguas superficiales son aquellas que escurren en los cauces y presentan una superficie libre sujeta a la presión atmosférica, pueden ser corrientes perennes e intermitentes, lagos, lagunas y fuentes artificiales. Estas requieren obras de captación que generalmente utilizan equipos de bombeo para su aprovechamiento directo, con previo tratamiento, en función de componentes indeseables y parámetros de calidad exigidos por normas actuales (CONAGUA/MEXICO , 2007).

2.6.2. Captación de aguas subsuperficiales

El término “subsuperficial” se refiere al agua que infiltra a escasa profundidad, como, por ejemplo, en el subálveo de los ríos, que es aquella franja longitudinal entre ambos márgenes de una corriente, en la cual, por ser la interface río-acuífero, el nivel del agua freática se encuentra a escasa profundidad. Por efecto de la infiltración del agua de la corriente en el subsuelo, ésta es de buena calidad y de económica captación (CONAGUA/MEXICO , 2007).

2.6.3. Captación de aguas subterráneas

Los cuerpos de agua subterránea o acuíferos se clasifican en función de sus condiciones de operación relativas a la presión en la cual está sometido el cuerpo de agua. Un acuífero es una estructura hidráulica natural que almacena y permite el flujo de agua subterránea a través de ella, estos pueden ser; libres y confinados. El acuífero libre se caracteriza por tener el almacenamiento bajo presión atmosférica, no así el confinado, en el cual el almacenamiento está a presión hidráulica. Un cuerpo de agua subterránea presenta diversas ventajas con relación

a los cuerpos superficiales ya que, por el lado de la calidad del agua, la filtración natural del agua hace menos costoso el tratamiento que deba darse a esta para tornarla potable. (CONAGUA/MEXICO , 2007).

2.7. Tratamiento

Si la calidad del agua no satisface las normas recomendadas deberá someterse a un tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe de someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante su distribución.

La mayoría de las aguas superficiales o subterráneas requieren en mayor o menor grado respectivamente de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia la mayoría de los sistemas de agua potable poseen plantas de tratamiento (como mínimo cloración). Desde hace décadas, el cloro ha sido un desinfectante muy importante y ha jugado un papel esencial en el tratamiento del agua. El cloro es el agente desinfectante más extendido y usado a nivel mundial.

2.8. Calidad

La calidad del agua de consumo humano se refiere a que el agua se encuentre libre de elementos que la contaminen y conviertan en un vehículo para la transmisión de enfermedades. Para ello, la calidad del agua debe cumplir con las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas establecidas, para el caso de Nicaragua, por las "Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua" (NTON 09 003-99), que han sido adoptadas de la "Norma Regional de Calidad del Agua para el Consumo Humano", editadas por CAPRE en Septiembre de 1993 y revisadas en Marzo de 1994; y la "National Primary Drinking Water Standards", editadas por U.S Environmental Protection Agency (US.EPA) en Febrero de 1994. (OPS-COSUDE, 2007).

2.9. Línea de conducción

Las Líneas de conducción son el tramo de tubería destinada a conducir los caudales desde la obra de captación hasta el depósito regulador o la planta de tratamiento. (Cifuentes, 2018).

2.9.1. Conducción por bombeo

La conducción por bombeo es necesaria cuando se requiere adicionar energía para obtener el gasto de diseño. Este tipo de conducción se usa generalmente cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura piezométrica

requerida en el punto de entrega. El equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua (CONAGUA/MEXICO , 2007).

2.9.2. Conducción por gravedad

Una conducción por gravedad se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor a la altura piezométrica requerida o existente en el punto de entrega del agua, el transporte del fluido se logra por la diferencia de energías disponible (CONAGUA/MEXICO , 2007).

2.9.3. Conducción por bombeo-gravedad

Si la topografía del terreno obliga al trazo de la conducción a cruzar por partes más altas que la elevación de la superficie del agua en el tanque de regularización, conviene analizar la colocación de un tanque intermedio en ese lugar. La instalación de dicho tanque ocasiona que se forme una conducción por bombeo-gravedad, donde la primera parte es por bombeo y la segunda por gravedad o bien viceversa. (CONAGUA/MEXICO , 2007).

2.10. Red de distribución

Una red de distribución es aquella en la que se transporta el agua desde la planta de tratamiento o del tanque de almacenamiento hasta la conexión del servicio, es decir, el punto en el que el usuario puede hacer uso de ella, ya sea una toma de agua comunitaria o conexiones domiciliarias. Con estos sistemas se pretende preservar la calidad y la cantidad de agua, así como mantener las presiones suficientes en la distribución de esta. Básicamente, está compuesto por una red de tuberías, válvulas y otros componentes. (Gur & Spuhler, 2018)

La red de distribución es la parte de la red que conduce el agua a todos los puntos donde se requiere el servicio. Se diseña para satisfacer los requerimientos máximos de agua que pueden ser de tipo doméstico, comercial, industrial y público. La red de distribución deberá satisfacer el régimen variable de demandas de agua con las presiones máximas y mínimas adecuadas en cualquier momento. Las partes que integran la red de distribución son: la línea de alimentación, la red primaria y la red secundaria, que finalmente culmina con las conexiones domiciliarias. (CONAGUA/MEXICO , 2007)

2.11. Presiones de funcionamiento

Es la presión interna que aparece en un instante dado en un punto de la red de abastecimiento de agua potable. Estas presiones varían de acuerdo al consumo de la red. (González Iguualada, 2007).

2.12. Pérdidas

A medida que un fluido fluye por un conducto, tubo o algún otro dispositivo, ocurren pérdidas de energía debido a la fricción que hay entre el líquido y la pared de la tubería; tales energías traen como resultado una disminución de la presión entre dos puntos del sistema de flujo. (Universidad de Oviedo, 2016).

2.12.1. Pérdidas por fricción

Se ha determinado que en el diseño de conductos a presión de sistemas de agua potable para obtener las pérdidas de energía se utilice el modelo de Darcy-Weisbach, debido a que tiene un fundamento teórico, respecto al esfuerzo cortante entre la pared de la tubería y el líquido, así como a la viscosidad del mismo. Sin embargo, para efectos de este trabajo se ha dispuesto utilizar los modelos experimentales de Hazen-Williams y Manning. (Tzatchkov, 1991)

2.12.2. Pérdidas físicas.

Las pérdidas físicas se refieren al agua que se escapa por fugas en líneas de conducción, tanques, red de distribución y tomas domiciliarias. (CONAGUA/MEXICO , 2007) En estudios de campo, se ha definido que estas pérdidas se determinan a partir de muestreos de inspección, aforo de medición en sectores controlados y verificación de un grupo de micro-medidores domiciliarios.

2.13. Velocidad de flujo

La velocidad de flujo se define como la rapidez de avance del fluido, a través de una sección transversal. La velocidad del fluido en una tubería cambia de cero en la superficie debido a la condición de no deslizamiento hasta un máximo en el centro de la tubería. En el flujo de fluidos es conveniente trabajar con una velocidad promedio. (Çengel & Cimbala, 2006).

2.13.1. Velocidades y presiones máximas y mínimas

Las velocidades permisibles del líquido en un conducto están gobernadas por las características del material y la magnitud de los fenómenos transitorios como Golpe de Ariete. Existen límites tanto inferiores como superiores. La velocidad mínima de escurrimiento se fija, para evitar la precipitación de partículas que arrastre el agua. La velocidad máxima será aquella con la cual no deberá ocasionarse erosión en las paredes ni Golpe de Ariete en las tuberías. En cuanto a las presiones serán regidas por el tipo de material que sea el tubo. (CONAGUA/MEXICO , 2007).

2.14. Vida útil

La “vida útil” se considera al tiempo en que las obras estarán en servicio al 100% sin que tengan unas erogaciones de operación y mantenimiento elevadas. “El tiempo está determinado por la duración de los materiales de que estén hechos los componentes de la obra”. (Jiménez Terán, 2013).

2.15. Almacenamiento

El tanque de almacenamiento es una estructura con dos funciones: almacenar la cantidad suficiente de agua para satisfacer la demanda de una población y regular la presión adecuada en el sistema de distribución dando así un servicio eficiente. Su diseño y construcción son variados y van a depender de las condiciones del terreno, del material disponible en el área, de la mano de obra existente, etc. (Roberti Pérez, 2018).

2.16. Demanda

La demanda es la suma de los consumos para cada tipo de usuario más las pérdidas físicas. La demanda es función de factores como: clase socioeconómica, porcentaje de población de cada estrato socioeconómico, tamaño de la población, clima, existencia de alcantarillado sanitario, tipo de abastecimiento, calidad del agua y costo del agua. Para efectos de diseño es importante determinar la demanda futura que es la que rige el dimensionamiento de los elementos del sistema. (CONAGUA/MEXICO , 2007)

2.17. Dotación

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual; sus unidades están dadas en lppd Se considera el concepto de elasticidad de la demanda que expresa la reacción de los usuarios cuando cambia algún parámetro de influencia como precio unitario del producto, ingreso familiar, clima, etc.). (CONAGUA/MEXICO , 2007).

2.18. Consumo de diseño

El consumo de diseño estará expresado en función de la demanda promedio diaria, y se usará de base para el dimensionamiento de la capacidad de línea de conducción y red de distribución. (Barahona, Rivera, & Chévez, 2013).

El consumo es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios, sin considerar las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades de m³/día o l/día, o bien cuando se trata de consumo per cápita se utiliza lppd. El consumo de agua se determina de acuerdo con el tipo de usuarios, se divide según

su uso en: doméstico y no-doméstico; el consumo doméstico, se suele subdividir según la clase socioeconómica de la población. El consumo no doméstico incluye el comercial, el industrial y de servicios públicos. (CONAGUA/MEXICO , 2007)

2.19. Estación de bombeo

Es una instalación hidroelectromecánica donde se le imprime al líquido que pasa por ella una cierta cantidad de energía hidráulica suministrada por una máquina hidráulica llamada bomba, la cual se alimenta mecánicamente desde un motor. (Koutoudjian, 2015).

Las estaciones de bombeo son estructuras destinadas a elevar un fluido desde un nivel energético inicial a un nivel energético mayor. Un equipo de bombeo consiste principalmente de dos elementos, una bomba y su accionador el cual puede ser un motor eléctrico, motor de combustión interna, etc. (CONAGUA/MEXICO , 2007).

2.20. Topografía

El levantamiento topográfico de un proyecto se considera para identificar las características del terreno y trazar la red de abastecimiento, involucrando la red de conducción de pozo a tanque de almacenamiento, así como, la red de distribución desde el tanque hacia las instalaciones domiciliarias. De esta forma, elegir el tipo de configuración que tendrán los acueductos, para ello, es necesario contar con información planimétrica y altimétrica, para realizar los trazos de la red y determinar la ubicación de las estructuras e instalaciones necesarias. (Barahona, Rivera, & Chévez, 2013).

2.21. Normativa de diseño

La normativa de diseño tiene por objetivo establecer los requisitos mínimos y condiciones de diseño para proyectos hidráulicos de redes de agua para consumo humano.

2.21.1. Períodos de diseños

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- a) Determinar que períodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- b) Determinar qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas.

c) Determinar cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

2.21.2. Parámetros de diseño

2.21.2.1. Proyección de la población

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema.

La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población.

Las informaciones de datos poblacionales se pueden obtener de las siguientes fuentes de información tales como: Censos Nacionales de 1950, 1963, 1995 y 2005, (INIDE) y el (MINSa). Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la siguiente fórmula:

$$P_n: P_0 * (1 + r)^n$$

Donde:

P_n: Población del año “n”

P₀: Población al inicio del período de diseño

r: Tasa de crecimiento en el período de diseño expresado en notación decimal.

n: Número de años que comprende el período de diseño.

Sí no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados. Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados.

2.21.2.2. Determinación de las variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. Estos valores, para localidades fuera de la ciudad de Managua, son los siguientes:

Consumo Máximo Día (CMD)

$$= 1.5 * (\text{Consumo Promedio Diario}) + \text{perdidas}$$

Consumo Máximo Hora (CMH)

$$= 2.5 * \text{CPD (Consumo Promedio Diario)} + \text{perdidas}$$

2.21.2.3. Velocidades permisibles en tuberías

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes:

Tabla 1. Velocidades permisibles según normativa nacional vigente.

| Parámetro | Norma Técnica Rural INAA-NTON 09-001-99 | Norma Técnica Urbana INAA-NTON 09-003-99 |
|------------------------|--|---|
| Velocidad Mínima (m/s) | 0.4 | 0.6 |
| Velocidad Máxima (m/s) | 2 | 2 |

2.21.2.4. Presiones mínimas y máximas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Tabla 2. Presiones permisibles según normativa nacional vigente.

| Parámetro | Norma Técnica Rural INAA-NTON 09-001-99 | Norma Técnica Urbana INAA-NTON 09-003-99 |
|------------------------|--|---|
| Presión Mínima (m.c.a) | 5 | 14 |
| Presión Máxima (m.c.a) | 50 | 50 |

2.21.3. Diámetros mínimos

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 50 mm (2 plg) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de 37.5 mm (1 ½”) en longitudes no superiores a los 100 m.

2.21.4. Cobertura sobre tuberías

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

2.21.5. Pérdidas en el sistema

Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20%.

2.21.6. Resistencia de la tubería y su material

Las tuberías deberán resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico.

2.21.7. Diseño de tuberías

El diseño de las tuberías comprende la selección del material, diámetro, resistencia y longitud de la misma. Para la selección de tubería de H°F°D° véase la Norma ANSI/AWWA C100 o ISO 2531-1991E. Para la selección de la clase de tuberías de asbesto cemento véase las Normas AWWAC401, STANDARD PRACTICE FOR THE SELECTION OF ASBESTO-CMENT WATER PIPE: La “clase” coincide exactamente con la presión de operación en libras por pulgada cuadrada, también es de uso corriente la Norma 150-R-160-(E) clase 20 de la Serie II de la International Organization for Standarization (ISO). Para PVC véase la Norma ANSI/AWWA C900.

2.21.8. Estación de bombeo

2.21.8.1. Equipos de bombeo

2.21.8.1.1. Bombas verticales

Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible, para su selección deben tomarse en cuenta los factores siguientes:

- a) Nivel de bombeo de acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo efectuadas al pozo.
- b) Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.

- c) El diámetro del ademe del pozo, el cual debe estar relacionado al caudal a extraerse.
- d) El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplado a la bomba, será diseñada para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por lo cual se recomiendan los diámetros para columnas de bombeo en relación al caudal.
- e) Curvas características de las bombas.

2.21.8.1.2. Bombas horizontales

Las bombas centrifugas horizontales generalmente se emplean para pozos llanos y con un nivel de agua no mayor de 5.5 m por debajo del centro de la bomba y con un límite máximo de aspiración que se fija con la presión atmosférica.

2.21.8.2. Tubería y válvulas en succión y descarga de bombas

2.21.8.2.1. Succión

- a) Nunca deberán usarse tuberías de diámetros menores a los diámetros de descarga de la bomba.
- b) La línea de succión debe ser lo más corta y recta posible, deben evitarse los cambios de dirección, especialmente cerca de la bomba.
- c) La línea de succión debe llegar hasta la succión de la bomba evitando codos o tees horizontales.
- d) El diámetro de la tubería de succión, será igual o mayor que el diámetro de la tubería de impulsión, será por lo menos el diámetro comercial inmediatamente superior.

2.21.8.2.2. Descarga

- a) Debe elaborarse un estudio económico comparativo entre varios diámetros para escoger el más apropiado de la tubería de impulsión.
- b) Las ampliaciones en la descarga serán concéntricas.
- c) En la descarga o sargas de la bomba debe proyectarse una válvula de compuerta y una válvula de retención.
- d) El diámetro de la sarga está definido por el diámetro del medidor de agua. Según especificaciones AWWA C-704.

- e) La válvula de retención debe colocarse entre la bomba y la válvula de compuerta.
- f) Cuando sea necesario, debe proyectarse una válvula de alivio para proteger la instalación del golpe de ariete.

2.21.8.3. Equipos eléctricos

De acuerdo al tipo de bomba a instalarse se tienen motores eléctricos verticales que se emplean para bombas centrifugas en pozos profundos, motores eléctricos sumergibles y motores para bombas horizontales con capacidad de uso corriente dados por los fabricantes que oscilan desde los 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150 hasta 200 HP. Se tiene que considerar como norma emplear un factor de 1.2 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba, debido a las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba.

2.21.9. Línea de conducción

2.21.9.1. Línea de conducción por gravedad

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta los aspectos siguientes:

- a) Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario. ($C MD = 1.5 * CPD$).
- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 m.c.a por lo menos.
- c) La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 m.c.a, incorporando en la línea pilas rompe presión donde sea necesario.

2.21.9.2. Línea de conducción por bombeo

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo.

Deberá considerarse los siguientes aspectos:

a) Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula de Hazen-William u otra similar.

b) Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estima en 1.5 del consumo promedio ($CMD=1.5 * CP$, más las pérdidas).

c) La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas y deberán ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

2.21.10. Tanque

2.21.10.1.Capacidad mínima

La capacidad del tanque de almacenamiento debe estar compuesta por:

Volumen compensador: Es el agua necesaria para compensar las variaciones horarias del consumo.

En este caso se debe almacenar:

a) Para poblaciones menores de 20,000 habitantes, el 35% del consumo promedio diario.

b) Para poblaciones mayores de 20,000 habitantes, será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.

En el caso de almacenamiento de reserva para eventualidades y/o emergencias, el volumen será igual al 15% del consumo promedio diario.

2.21.10.2.Localización

Los tanques estarán situados en sitios lo más cercano posible a la red de distribución y teniendo en cuenta la topografía del lugar, deberá producir en lo posible, presiones uniformes en todos y cada uno de los nudos componentes de dicha red. Asegurando también una altura mínima, tal que, una vez determinadas las pérdidas por fricción a lo largo de las tuberías entre el tanque y el punto más desfavorable en la red, haciendo uso del método de Hardy Cross de los gastos compensados, resulte todavía una altura disponible suficiente para proporcionar la presión residual mínima establecida.

2.21.10.3. Clases de tanques

Es obligatorio elaborar un estudio económico para escoger las clases de tanques más apropiados.

Ellos pueden ser de:

- a) Concreto armado. Se recomienda que su profundidad sea menor de 7.00 metros para evitarse problemas con el diseño estructural y la permeabilidad.
- b) Acero: Se recomienda tomar en cuenta los costos de mantenimiento.
- c) Mampostería: Son recomendable para pequeñas localidades donde abunden los materiales de bolón o piedra cantera.

Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones en tanques superficiales:

- a) Cuando la entrada y salida de agua sean mediante tuberías separadas, se ubicarán en los lados opuestos a fin de permitir la circulación de ella.
- b) Las tuberías de rebose descargarán libremente, sobre obras especiales de concreto para evitar la erosión del suelo.
- c) Se instalarán válvulas de compuertas en todas las tuberías con excepción de las tuberías de rebose y se prefiere que todos los accesorios de las tuberías sean tipo brida.
- d) Deben incluirse los accesorios como escaleras, respiraderos, aberturas de acceso, marcador de niveles, etc.

Para tanques sobre torre, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías a excepción de las tuberías de rebose. Todos los accesorios de las tuberías serán tipo brida.
- b) Debe incluirse los accesorios como escaleras, dispositivos de ventilación, abertura de acceso marcador de niveles y en algunos casos una luz roja que prevenga accidentes de vuelos de aviones.
- c) La escalera exterior deberá tener protección adecuada y dispositivos de seguridad.
- d) Se diseñarán los dispositivos que permitan controlar el nivel máximo y mínimo del agua en el tanque.

2.21.11. Red de distribución

La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento. La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo; para su diseño deberá considerar la condición del consumo de hora máxima al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ($CHM=2.5 * CPD$, más las pérdidas).

2.21.12. Accesorios y obras complementarias en la red de distribución

2.21.12.1. Válvulas de pase

Deberán espaciarse de tal manera que permitan aislar tramos máximos de 400 metros de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas. Serán instaladas siempre en las tuberías de menor diámetro y estarán protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales.

2.21.12.2. Válvulas de limpieza

Estos dispositivos que permitirán las descargas de los sedimentos acumulados en las redes deberán instalarse en los puntos extremos y más bajos de ellas.

2.21.12.3. Válvulas reguladoras de presión y cajas rompe presión

Deberán diseñarse siempre y cuando las condiciones topográficas de la localidad así lo exijan.

2.21.13. Conexiones domiciliarias

El diámetro mínimo de cada conexión será de 12.5 mm ($\frac{1}{2}$ ""). Toda conexión domiciliar deberá estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos.

2.22. Costo y presupuesto en obras civil

“El presupuesto valorativo detallado es aquel presupuesto donde se descompone cada concepto de obra y los precios de cada elemento que constituye el precio unitario se pueden estudiar y analizar tanto desde el punto de vista de su rendimiento, desperdicio y costo. Como su nombre lo indica muestra detalladamente el valor de cada unidad de obra y de los elementos que la constituyen. Es la mejor herramienta para analizar cada elemento para buscar su optimización desde el punto de vista de mejorar rendimiento y reducir costos”. (Beltrán, 2012).

2.23. Criterios de evaluación de sustentabilidad socioeconómica

La selección de la cartera de inversiones debe ser consistente con los objetivos y brechas identificadas y priorizadas por el nivel de gobierno respectivo. En el caso de proyectos no considerados de alta complejidad, el indicador Costo Efectividad es expresado en costo por habitante y deberá ser igual o menor a la línea de corte respectiva establecida por la fuente de financiamiento

2.24. Las líneas de corte

Son rangos de inversión a precios de mercado que garantiza que los usuarios beneficiarios del proyecto cuentan con la capacidad de pago suficiente para solventar los gastos de operación, mantenimiento y reposición de los activos del proyecto.

III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Materiales y métodos

- Investigación bibliográfica, con el objetivo de manejar la información técnica y legal correspondiente al estudio a realizarse.
- Los criterios de diseño se enfatizarán en la Norma técnica obligatoria nacional de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09007 – 99) para la elaboración del diseño de red por gravedad y las Normativas de Saneamiento Básico Rural.
- Identificar las zonas de estudio con el fin de conocer los niveles del terreno de la comunidad para contar con la variabilidad del diseño con respecto a las consideraciones de presiones para el sistema hidráulico.
- Conocer las condiciones sociales y económicas actuales de la comunidad mediante entrevistas para lograr la propuesta de diseño y la sostenibilidad de la inversión, además de realizar una encuesta poblacional.

Para la realización de este proyecto se utilizaron los siguientes softwares como herramientas:

- Softwares de información geográfica (Arcgis, Global maper, Gloogle Earth): Estos softwares serán de utilidad para recolectar y utilizar información geográfica disponible tanto en DEMs (Modelos de elevación digital), hojas cartográficas e imágenes satelitales.

- Autodesk AutoCAD: Esta herramienta empleada por Arquitectos e Ingenieros será empleada para realizar mediciones, trazados de redes de tubería y planos.
- Autodesk Civil 3D: Este programa en conjunto con AutoCAD será utilizado para dibujar las tuberías con sus longitudes y elevaciones precisas.
- Hojas de cálculo de Excel: La herramienta básica que será utilizada para elaborar tablas, gráficos y cálculos de forma precisa e inmediata.
- Epanet: Es un simulador de sistemas de distribución de agua potable que será empleado para el análisis del comportamiento del agua dentro de la red de tal forma que determine los caudales de las tuberías y las presiones máximas y mínimas en los nodos. El software se basa en el método de cálculo iterativo para redes de Hardy Cross.
- Sokkia Link: Este programa será empleado para descargar los puntos topográficos de la estación total y exportarlos directamente a Excel.

3.2. Análisis de riesgos ante Cambio Climático de Juigalpa

La Universidad Nacional Agraria realizó un “Análisis de riesgos ante Cambio Climático de Juigalpa” con el objetivo de identificar áreas prioritarias de acuerdo a las evaluaciones de vulnerabilidad de la población y sus fuentes de agua ante diferentes amenazas climáticas proyectadas. (UNA, 2013)

Se utilizó la información suministrada por este análisis para definir el tipo de sistema, la capacidad de abastecimiento con base a las proyecciones de disponibilidad del recurso y las medidas de adaptación aplicables a la comunidad Piedras Grandes n°2, por sus condiciones climáticas.

3.3. Estudio socioeconómicos y recolección de datos

Se realizaron encuestas en la comunidad, con las que se permitió obtener información sobre las características de la población como: densidad poblacional, vivienda, aspectos económicos, salud y un diagnóstico del sistema de abastecimiento, saneamiento y su situación actual.

3.4. Aforo de fuentes

Se visitó y realizó aforo de todas las fuentes de agua existentes en la comunidad y en los alrededores de aquellas que se consideraron factibles para el proyecto. También se investigó a través de los comunitarios el comportamiento de las fuentes

de agua en época de estiaje (si se reduce su caudal), el nombre del propietario de la fuente, disponibilidad, altura con respecto al nivel del mar, ubicación y distancia respecto a la comunidad.

3.5. Análisis de calidad de agua y tratamiento

A la fuente de agua seleccionada para el abastecimiento se le realizó análisis de calidad de agua físico-químico, bacteriológico, arsénico y de metales pesados. Con base en este análisis, se diseñó un sistema de tratamiento adecuado para cumplir con los máximos permisibles establecidos en las normas de INAA y MINSA.

3.5.1. Análisis de calidad de agua

Uno de los componentes fundamentales en un proyecto de agua es la determinación de la calidad del agua que se dispone en las fuentes potenciales, para ello contamos con la normativa nicaragüense: NTON 05 007-98 de clasificación de los cuerpos de agua de acuerdo a sus usos.

Esta norma establece los parámetros para determinar los niveles de calidad exigibles de los cuerpos de agua (lagos, lagunas, lagos artificiales, manantiales, ríos, aguas subterráneas, estuarios y mares), de acuerdo a los usos a los cuales se destinen, representados en la siguiente tabla:

Tabla 3. Clasificación de cuerpos de agua de acuerdo a sus usos (NTON 05-007-98)

| Parámetro | Valor obtenido | Categoría 1 A | Categoría 1 B |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| Oxígeno disuelto (OD) | - | > 4.0 mg/l (*) | > 4.0 mg/l (*) |
| Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5, 20) | - | 2.0 mg/l | 5.0 mg/l |
| pH | 7.05 | mín. 6.0 y máx. 8.5 | mín. 6.0 y máx. 8.5 |
| Color real | < 1.00 | < 15 U Pt-Co | < 150 U Pt-Co |
| Turbiedad | 0.036 | < 5 UNT | < 250 UNT |
| Fluoruros | - | mín. 0.7 y máx. 1.5 | < 1.7 mg/l |
| Hierro Total | 0.010 | 0.3 mg/l | 3 mg/l |
| Mercurio Total | - | 0.001 mg/l | 0.01 mg/l |
| Plomo Total | - | 0.01 mg/l | 0.05 mg/l |
| Sólidos Totales disueltos | - | 1000 mg/l | 1,500 mg/l |
| Sulfatos | - | 250 mg/l | 400 mg/l |
| Zinc | - | 3 mg/l | 5 mg/l |
| Cloruros | 36.20 | 250 mg/l | 600 mg/l |
| Organismos Totales Colif. | 1.3*10 ² | (**) | (***) |

| Parámetro | Valor obtenido | Categoría 1 A | Categoría 1 B |
|-----------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------------|
| Cianuro total | < 0.001 | | 0.1 mg/l |
| Cobre total | - | | 2.0 mg/l |
| Cromo total | - | | 0.05 mg/l |
| Detergentes | - | | 1.0 mg/l |
| Dispersantes | - | | 1.0 mg/l |
| Dureza como CaCO ₃ | - | | 400 mg/l |
| Extracto de carbono al cloroformo | - | | 0.15 mg/l |
| Fenoles | - | | 0.002 mg/l |
| Manganeso total | | | 0.5 mg/l |
| Nitritos + Nitratos (N) | <0.009 | | 10.0 mg/l |
| Plata total | - | | 0.05 mg/l |
| Selenio | - | | 0.01 mg/l |
| Sodio | - | | 200 mg/l |
| Organofosforados y Carbamatos | - | | 0.1 mg/l |
| Organoclorados | - | | 0.2 mg/l |
| Actividad □ | - | | máx. 0.1 becquerelio por litro (Bq/l) |
| Actividad □ | - | | Max. 1.0 becquerelio por litro (Bq/l) |

Para la toma de muestra para el análisis físico – químico bacteriológico y arsénico, se cumplió con lo estipulado en la normativa para toma y cadena de custodia de la muestra: un recipiente de plástico con una capacidad de dos litros, debidamente etiquetado, presentando la hora de la toma, fecha y el nombre del colector. Posteriormente, éstas fueron resguardadas en un termo con hielo para conservar sus características, para su traslado al laboratorio en un periodo no mayor a 12 horas hábiles.

3.5.2. Análisis fisicoquímico

El análisis físico-químico consta de los siguientes componentes analizados; color verdadero, temperatura, potencia de Hidrogeno, conductividad eléctrica, turbiedad, nitratos, cloruros, Hierro total, Calcio, Magnesio y Cianuro.

3.5.3. Análisis bacteriológico

El análisis bacteriológico se considera los parámetros que miden las características bacteriológicas del agua como son: coliformes totales y fecales.

Los resultados obtenidos del análisis bacteriológico realizado en el laboratorio, encontró que en la muestra del pozo analizado hay presencia de coliformes totales (NMP= 1.3*10²) y fecales (NMP= 4.5).

Cabe mencionar que donde se encuentra ubicado este pozo, es en la parte más baja de la comunidad, las viviendas se encuentran ubicadas en la parte alta y específicamente a unos 15 metros de las viviendas están ubicadas las letrinas, situación que de una u otra manera influye en la afectación de la contaminación por medio de las escorrentías subterránea.

El análisis de metales pesados es uno de los parámetros para certificar que la fuente a seleccionar presenta las condiciones aptas para el consumo humano, dado que la presencia de alguno de los metales a identificar provoca a largo plazo efectos negativos en la salud de la población que consuma el vital líquido.

3.5.4. Análisis de Arsénico:

Se realizó análisis de Arsénico, al pozo propuesto denominado Jicaral n°1, con el objetivo de identificar presencia de metales pesados. De acuerdo a los resultados de laboratorio obtenido de < 0.001, demuestran que los valores se encuentran por debajo de los límites establecidos por la norma, por lo que el agua es de buena calidad y apta para el consumo humano.

3.5.5. Factibilidad ambiental

El presente acápite contiene los requisitos ambientales, físicos y técnicos para el diseño del proyecto Agua y Saneamiento en la Comunidad Piedras Grandes n°2. Según los resultados de clasificación, de acuerdo con las características propias del entono y la ubicación del proyecto presentados en la etapa de pre factibilidad, este proyecto ha sido clasificado como de complejidad moderada, lo que indica que está sujeto a un proceso de evaluación ambiental, por tanto, requiere la elaboración de un Programa de Gestión Ambiental y la aplicación del Requisitos Físicos Ambientales y Técnicos.

Como parte de los procedimientos del Marco de Gestión Ambiental del proyecto se presenta el Programa de Gestión Ambiental (PGA) y los Requisitos Ambientales de carácter físico y técnicos para los siguientes componentes según la tipología de proyecto:

3.6. Levantamiento topográfico

Se buscó información en la alcaldía sobre la topografía del terreno, de no haber se realizará el levantamiento topográfico con estación total haciendo un replanteo en los puntos donde se considere necesario.

3.7. Procedimiento de diseño del sistema

3.7.1. Población de diseño

Es conveniente conocer la tasa de crecimiento poblacional histórico nacional para compararla con la obtenida, en caso particular los valores están en el rango de 2.5% a 4%.

“La tasa de crecimiento a aplicar al proyecto debe ser sustentada sobre la base de estudios demográficos precedentes y censo actualizado de la localidad en estudio. En ningún caso será menor que 2,5%” (NTON 09007 – 2019, P.8)

Para poder estimar el crecimiento futuro de la población de las comunidades en cuestión se procedió a analizar el comportamiento histórico referido tanto al segmento urbano, rural y a nivel municipal de la población de la Ciudad de Juigalpa haciendo uso del Método Geométrico, que consiste en suponer que el crecimiento de la comunidad es en todo instante proporcional a su población, siendo este el de mayor uso en Nicaragua. (ENACAL-OPS, 2006).

3.7.2. Criterios técnicos de diseño

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Piedras Grandes, municipio de Juigalpa departamento de Chontales, se tomaron los criterios de diseño acorde al cumplimiento de las Normas establecidas por INAA, a través de las normas técnicas: Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural.

3.7.2.1. Consumo promedio diario (CPD)

Ecuación 1: $CPD = Cd + CC + CP_{instit}$; (gal/día)

Donde:

Cd : Consumo doméstico

CC : Consumo comercial

CP_{instit} : Consumo público institucional

Nota: No se tomará en cuenta el consumo comercial e industrial dado que no están presentes en esta zona.

3.7.2.2. Consumo doméstico

Ecuación 2: $CD = No.Habitantes \times consumo\ promedio; (litro/día)$

3.7.2.3. Consumo público e institucional

Ecuación 3: $C_{pinsti} = 7\% CD$

3.7.2.4. Pérdidas de agua en el sistema

Ecuación 4: $P = 20\% (CD + CP_{instit})$

3.7.2.5. Factores de máxima demanda

Ecuación 5: $CMD = 1.5 CPD + Q_{fuga}$

Ecuación 6: $CMH = 2.5 CPD + Q_{fuga}$

Dónde:

CMD : consumo máximo diario

CMH : consumo máximo horario

FMD : factor de máximo día

CMD : consumo máximo diario

CPD : consumo promedio diario

Q_{fuga} : 20% CPD

3.8. Planificación del sistema

El período de diseño se definirá, con un horizonte de 20 años. En el diseño de este sistema de abastecimiento de agua se toma como base la durabilidad de cada uno de los componentes, los que deberán satisfacer la demanda presente y futura.

Se incluirá, además, la etapa de tratamiento de agua, con base en la calidad del agua inicial, para garantizar la calidad de la misma.

Como parte del diseño del sistema, se definirán medidas de adaptación al Cambio Climático, ya sean ambientales, físicas y/o sociales.

3.8.1. Período de diseño

Es el tiempo en el cual el sistema será 100% eficaz ya sea por la capacidad en la conducción del consumo (caudal) requerido o por la existencia física de las instalaciones.

En los proyectos de abastecimiento de agua es recomendable establecer la durabilidad de cada uno de los elementos del sistema con el propósito de determinar los periodos en que satisfacen las demandas de la población.

A continuación, se indican los períodos de diseños de los componentes que conforman un sistema de abastecimiento de agua potable.

Tabla 4. Períodos de diseño de los componentes que conforman un sistema de abastecimiento de agua potable.

| Tipos de Componentes | Período de diseño años |
|--|------------------------|
| Presas, Diques | 50 |
| Pozos perforados | 20 |
| Plantas de potabilización | 20 |
| Pozos excavados | 10 |
| Equipos de Bombeo | 10 |
| Captaciones superficiales y manantiales | 20 |
| Captación de agua de lluvia | 10 |
| Desarenador | 20 |
| Filtro Grueso Ascendente en Capas (FGAC) | 20 |
| Filtro Grueso Dinámico(FGD) | 20 |
| Líneas de Conducción | 20 |
| Filtro Lento de Arena (FLA) | 20 |
| Tanque de almacenamiento | 20 |
| Red de distribución | 20 |
| Galería de infiltración | 20 |

Fuente: Normas técnicas de INAA.

3.8.2. Fuente de abastecimiento

La demanda aplicada sobre la fuente de abastecimiento se consideró a lo largo del período de diseño a los valores correspondientes para Consumo de Máximo Día.

3.8.3. Estación de bombeo

Diseñada para vencer la Carga Total Dinámica (CTD), que es la carga total contra la cual debe de operar la bomba, siendo la energía por unidad de peso de líquido

que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que pretende, calculándose con la fórmula siguiente, para el caso de pozos perforados:

$$CTD = NB + NRT - NTP + H_{DESCARGA}$$

Donde:

CTD: Carga Total Dinámica.

NB: Nivel de Bombeo del Pozo

NRT: Nivel de Rebose del Tanque

NTP: Nivel de Terreno del Pozo.

H_{DESCARGA}: Pérdidas por Descarga.

La potencia neta requerida viene de parte de un motor, que está gobernada por la potencia neta demandada de la bomba, las pérdidas por fricción mecánica en rotación del eje y las pérdidas en el cabezal de descarga. Se tiene por norma el uso de un factor de 1.2 para calcular la potencia del motor en HP en base a los HP de la bomba. Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba. Para determinar la potencia hidráulica de la bomba se empleó la siguiente fórmula:

$$P_b = \frac{Q * CTD}{3,960}$$

Donde:

P_b: Potencia de la bomba

CTD: Carga total dinámica

Q: Caudal de bombeo

3.8.4. Almacenamiento.

El volumen de almacenamiento fue estimado atendiendo a dos condiciones: (a) una reserva del 35% del CPD para compensación por consumos picos durante el día y (b) una segunda basada en una previsión del 15% del CPD para emergencias y eventualidades, ambas totalizando 40% del CPD, más la reserva de incendio, esta última, no considerándose en el área del proyecto, porque no cumple con lo estipulado al número de habitantes para dicho requerimiento. (5,000 habitantes al menos), lo anterior regido por la Norma INAA - NTON 09 003-99.

Adicionalmente se emplearon métodos alternativos, con el objetivo de verificar y esquematizar la operacionalidad horaria del tanque de almacenamiento propuesto en un día de consumo. El método analítico emplea los patrones de demanda horario (CONAGUA/MEXICO , 2007).

Tomando en consideración que el tanque propuesto, será un tanque regulador y/o de distribución, puesto que el agua llega primero a él antes de abastecer la red, en éste análisis se asume que cuenta en todo momento con el Consumo Promedio Diario.

Conocido el CPD y utilizando los factores, se compara hora a hora las diferencias entre el CPD y el consumo de cada hora específica del día. Esquemáticamente se interpreta el resultado según el CPD versus CMH, como una línea recta y una curva, que representan el Consumo Promedio Diario y el Consumo Horario, respectivamente. En la gráfica se puede apreciar las horas donde se requieren aportes para compensar y las horas donde se recibe volumen para almacenar, el área arriba de la línea que representa el CPD corresponde al volumen total requerido, que es igual a la suma de los déficits acumulados durante las 24 horas.

En cambio, para determinar la operatividad horaria del tanque se utilizó el Método de los porcentajes. El cual establece, en el caso de una red con un sólo tanque con flujos bidireccional o multidireccional, que los gastos que salen del tanque son iguales a los gastos acumulados de la curva horaria de demandas. (CONAGUA/MEXICO , 2007).

En los tanques pueden conectarse varios tubos de la línea o red de conducción, por eso es necesario conocer en ellos los gastos que ingresan al tanque, con los cuales se diseña la línea o red de conducción.

En una red con un sólo tanque de regulación, tal como es el caso estudiado, el volumen de salida puede obtenerse de manera sencilla, conociendo el gasto máximo diario en el caso de usar la curva de demandas horaria. Considerando que las variaciones de nivel del agua en el tanque y en la fuente de abastecimiento son pequeñas, los caudales de ingreso al tanque se pueden considerar constantes y calcularse con la ecuación siguiente:

$$\sum_{j=1}^n N_i * Q_j = 24 * GMD(\text{Gasto maximo diario})$$

n : Es el número de gastos de ingreso al tanque

N_i : Es el tiempo en horas en que opera un gasto de ingreso al tanque cuando es $N_i \leq 24$

Q_j : Es un gasto de ingreso al tanque

GMD: Es el acumulado de volúmenes de la curva de demanda horaria

El producto $24 \times GMD$ es el volumen de agua que sale del tanque a consecuencia de la demanda de la población en el día de máximo consumo. Los gastos GMD y Q_j deben tener las mismas unidades. Se aclara que (n) no indica que sea igual al número de tubos de la línea o red de conducción que llegan al tanque, ya que es posible que por un mismo tubo en diferentes momentos pueda haber diferentes gastos de ingreso.

La capacidad de los tanques de regulación se calcula en función de los gastos que ingresan y salen de ellos. Usando el criterio de la curva de demandas en redes con un sólo tanque, la capacidad de éste se obtiene mediante coeficientes de regulación, que se aplican en forma genérica a las redes en un determinado horario de bombeo.

También se comprueba mediante el empleo del Método de los Porcentajes, el caudal de salida del tanque al final del día, verificando de esta manera que sea cercano a cero. Por su parte, para proceder al dimensionamiento del tanque propuesto, el método sugiere considerar que al tanque de almacenamiento ingresa y dispone en todo momento del CPDT, este se correlaciona a los patrones de consumo horario, es decir, a los volúmenes de salida del tanque requeridos en la red de distribución para abastecer a la población.

El procedimiento de cálculo se presenta a continuación:

Tabla 5. Tabla explicativa de dimensionamiento del tanque de almacenamiento por el Método de los Porcentajes.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|----------------------|-------------------|------------------|----------------|
| HORAS | CAUDALES Y VOLUMENES | | | |
| | Q_i (m^3/h) | Q_s (m^3/h) | Dif. (m^3/h) | Vol. (m^3) |

En la columna 1: se enlistan el tiempo en horas.

En la columna 2: se anota la ley de entrada (está en función del volumen de agua que se deposita en los tanques en la unidad de tiempo considerada, por él o los diferentes conductos de entrada, para este caso, el CPD)

En la columna 3: se anota la ley de salida en forma similar a la anterior.

En la columna 4: se anota la diferencia algebraica entre la entrada y la salida.

Finalmente, en la columna 5: se anotan las diferencias acumuladas resultantes de la suma algebraica de las diferencias de la columna 4.

De los valores de la columna de diferencias acumuladas, se deduce el máximo volumen excedente y el máximo volumen faltante, por lo que:

$$Capacidad_{Tanque} = Maximo_{excedente}^{volumen} - |Maximo_{faltante}^{volumen}|$$

Por otra parte, diseñando en cuanto a las magnitudes de dimensionamiento que debe tener el tanque propuesto que asegure el comportamiento deseado, se toma en cuenta las capacidades del tanque y se somete a correlaciones de tirantes variables y constantes, que dependen del volumen horario en un momento dado de dicho tanque.

Adicionalmente se hace una simulación con el software Epanet 2.0, para determinar el tirante que se ajusta a las condiciones topográficas de las localidades. A su vez, esta modelación colabora a estimar la altura de la torre que deberá sostener el cilindro o cuerpo del tanque propuesto que aseguren requisitos de presión en los nodos, velocidades en las tuberías y que, a su vez, también resulten con las menores pérdidas hidráulicas.

3.8.5. Red de distribución

El sistema propuesto es de tipo FUENTE-TANQUE-RED, por lo que el tanque de almacenamiento es el punto principal de entrada de agua hacia la red de distribución. Una vez identificado el punto de entrada, se procede al trazado de las tuberías principales (circuitos).

La red se analizó en las condiciones establecidas por el método de Hardy Cross, ejecutado a través del software Epanet 2.0, asumiendo el criterio básico de velocidad y presiones. Determinados los anillos y circuitos principales se proceden a definir la salida de cada punto de concentración, procurando salidas concentradas entre los 200 y 300 metros. La magnitud de salida se establece según la cantidad de viviendas en influencia para cada nodo, para efectos de diagnóstico del sistema actual y de área de influencia que representa el sector poblacional para efectos de diseño final.

3.9. Estimación de costos y presupuesto

Se realizó un listado detallado (take off) de materiales que se utilizarán en cada una de las etapas de la obra estableciendo los costos para cada uno, siendo de la misma manera para las actividades constructivas de la obra.

Se tomó en cuenta los costos de renta de equipos, operación, mano de obra general y los costos administrativos (presupuesto de ingeniería y administración).

Una vez obtenida la cantidad de materiales, tomando en cuenta la afectación por los factores de desperdicio para luego elaborar una lista de los materiales con sus respectivas unidades de medidas.

IV. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1. Contexto físico del área geográfica de la zona

4.1.1. Macro y micro localización

La comunidad Piedras Grandes n°2 se encuentra ubicada en el municipio de Juigalpa, departamento de Chontales, que a su vez se ubica dentro del área protegida Reserva Natural Serranía de Amerrisque. El área de influencia directa del proyecto está delimitada por la ubicación geográfica de los componentes del sub proyecto: fuente de captación, tanque, red de distribución, entre las coordenadas geográficas:

Latitud 12 °7'53.91" Longitud 85 °17'56.37"

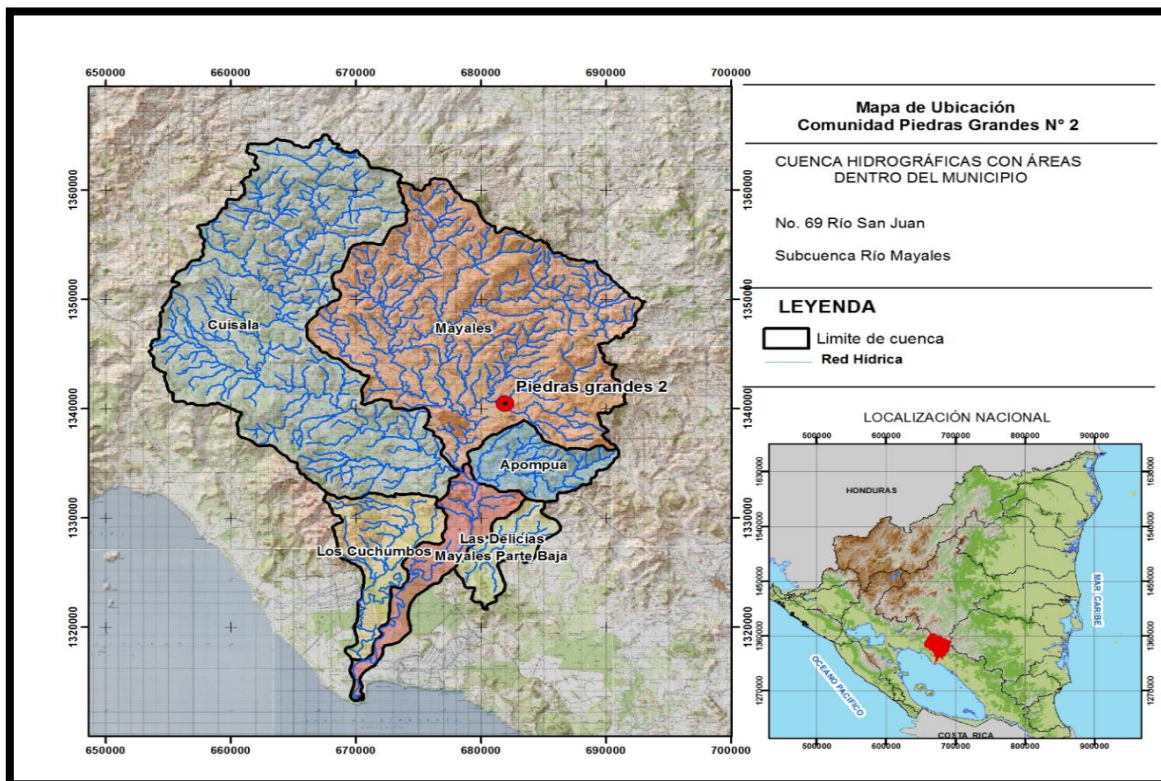


Ilustración 1. Mapa de micro localización de la comunidad Piedras Grandes n°2, municipio Juigalpa, departamento Chontales. Fuente: UNA

Basado en herramientas de información geográficas ArcGis y hojas topográficas INETER, la comunidad de Piedras Grandes n° 2 se ubica al noreste de la cabecera municipal del casco urbano de Juigalpa a unos 5 kilómetros de distancia

La comunidad de Piedras Grandes se encuentra subdividida en 6 sectores dispersos, conocidos como; Jicaral n°1, Jicaral n°2, Los Azules, Manigua, Monte Fresco y los Martínez.

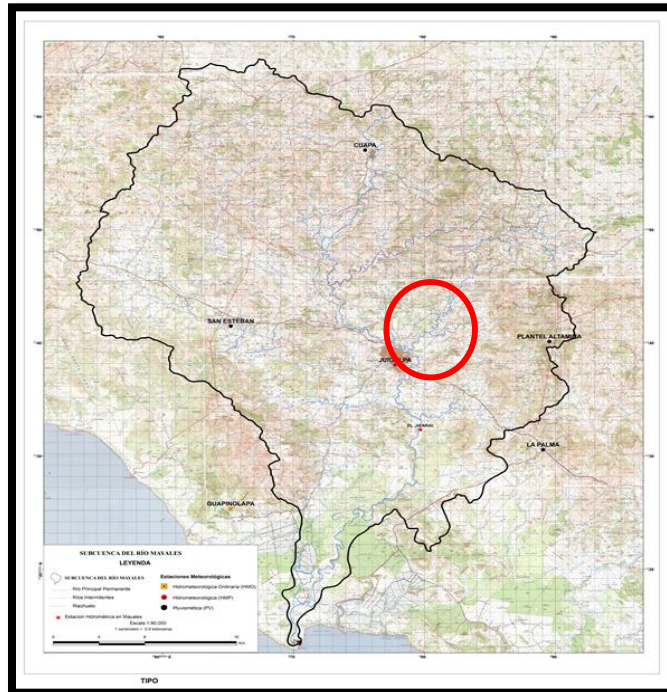


Ilustración 2. Mapa de macro localización de la comunidad Piedras Grandes n°2, municipio Juigalpa, departamento Chontales. Fuente:UNA

4.1.2. Clima temperatura y precipitación

Según la clasificación climatológica de Koppenn, el área de estudio se clasificada como clima de sabana o clima caliente sub húmedo, con dos estaciones al año; de los meses de diciembre a abril temporada de invierno y de mayo a noviembre verano.

Para establecer el régimen de precipitaciones en la microcuenca se realizó un rellenado de datos a los registros de las estaciones más cercanas, localizadas dentro del municipio de Juigalpa donde tomaron como referencia los datos que van de 1992 al 2005, donde las precipitaciones oscilan de 723 mm a 1604 mm.

La temperatura promedio anual dentro de la microcuenca es de aproximadamente 26.71°C, con una media mínima mensual de 24.1°C registrada en los meses de septiembre y una máxima media mensual de 30.1°C en el mes de abril.

4.1.3. Geología

Las estructuras geológicas regionales comprenden dos sistemas de fallas con rumbos NO-SE y NE-SO las que están desarrolladas en la región central norte y se relacionan con la delimitación de las provincias estructurales como son la **Plataforma** Mesozoica, Provincia del Núcleo Paleozoico, Cuenca de la Costa Atlántica, Provincia ignimbrítica, Zona de Transición montañosa central, Provincia volcánica del Sur, Parte SE del graben de Nicaragua

En la subcuenca del río Mayales han sido identificadas las siguientes unidades estratigráficas: Grupo Matagalpa (Tomm); el Grupo Coyol (Tpc) acompañado de rocas hipabisales (Tib) y los depósitos del Cuaternario (Qal-r, Qal Qc y Qr), como se evidencia en la figura.

El área de estudio se considera que se encuentra en la formación geológica Matagalpa-Coyol de la Provincia Central, no disponen de acuíferos extensos y continuos; sin embargo, localmente las zonas de fisuras, grietas y pequeñas capas de rocas descompuestas o porosas, pueden constituir acuíferos moderados para el abastecimiento de agua potable a pequeñas comunidades locales. En tanto que, los valles intramontanos cuaternarios, forman acuíferos importantes en la región, con basamentos de rocas metamórficas e intrusivas del Terciario.

4.1.4. Suelos

Los suelos que predominan en el área de influencia del proyecto están representados por inceptisoles en aproximadamente el 70%, en segundo lugar, se encuentran los molisoles, seguidos por alfisoles y entisoles en menor grado.

Morfológicamente presentan perfiles de formación incipiente, en los cuales se destaca la presencia de un horizonte cámbico (B) de matices rojizos a pardo amarillento rojizo, excepcionalmente pardo amarillentos, y con evidencias de alteración y no de acumulación de material aluviado.

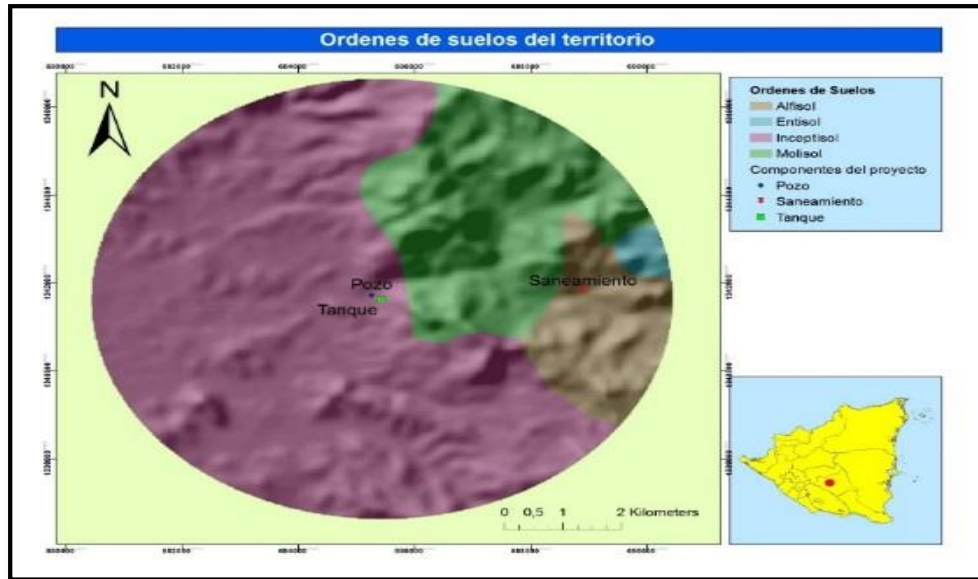


Ilustración 3. Órdenes de suelos identificados en el área del proyecto. Fuente: **Fuente**

4.1.5. Uso de suelos

De acuerdo al mapa de uso actual del suelo del año 2019-2020, el uso que predomina en el entorno está representado por áreas de pastizales, seguido del bosque latifoliado abierto, con 4383.42 ha y 2893.71 ha respectivamente, lo que equivale a 55.81 y 36.84 por ciento para cada clase (véase Figura 2).

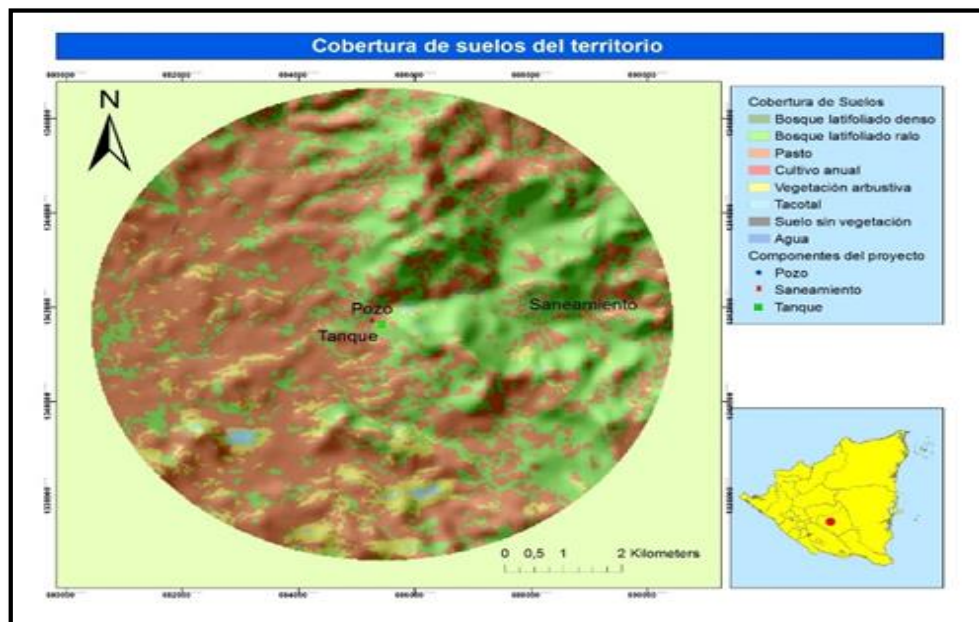


Ilustración 4. Mapa de usos del suelo. Fuente: INETER

4.1.6. Tipos de suelo

Los tipos de suelo que se encuentran en el municipio son: bosque latifoliados denso, bosque latifoliado ralo, pasto, cultivo anual, vegetación arbustiva, tacotal, suelo sin vegetación

4.1.7. Hidrología superficial y subterránea

Hidrográficamente la comunidad de Piedras Grandes, se encuentra dentro de la Micro-cuenca del Río Mayales en su parte media; los cuales están asentados entre dos quebradas, siendo esta la quebrada del río Maniguas y la del río El Caracol, ambas de flujo no permanente lo que conlleva a tener caudal solamente en periodo de lluvia, la cual fluye hacia el cauce principal del río Carca, perteneciente a la cuenca n° 69 o cuenca del río San Juan.

4.2. Contexto socioeconómico

4.2.1. Población y vivienda

En la comunidad Piedras Grandes # 2 del Municipio de Juigalpa, Chontales, habitan: un total de 351 personas, de los cuales 185 son hombres representando el 53% de la población y 166 son mujeres equivalentes al 47 % de la población total, que componen un total de 77 familias, de estas el 77 % de las viviendas son viviendas propias, y el 23 % de las viviendas son prestadas o en cuidado.

Con respecto a la jefatura del hogar, los datos reflejan que, en la mayoría de los hogares de la comunidad, los jefes de familia son varones (47) y representan el 61% de las familias y sólo hay (30) mujeres jefas de familia y representan el 39%.

4.2.2. Distribución de la población por edades

La estructura de población que presentan esta comunidad según grupos de etario, evidencia una población mayoritariamente joven, donde los niños y las niñas de 0 a 5 años se corresponden al 12 % del total, NN de 6 a 15 el 19%, los jóvenes de 16 a 25 el 21 % y 26 a 35 14 % En general 66 % de la población es menor de 35 años.

La población mayor a 36 a más representa un 34 % de la población total de la comunidad.

4.2.3. Situación socio-económica

La economía y empleo de los miembros de las familias está mayormente basada en actividades de agricultura el 70%, 10 % Ganaderos y 20 % Jornaleros.

Generalmente la producción agrícola es para el consumo familiar y el intercambio local, considerándose como un aspecto limitante para el desarrollo económico productivo de las comunidades los altos costos del transporte de sus productos hacia otros mercados.

4.2.4. Equipamiento social

- **Agua potable**

El análisis de cobertura en agua potable en la comunidad es del 57 % lo que significa que el 43 % está sin cobertura

La unidad de agua y saneamiento del Municipio de Juigalpa ha apoyado a la comunidad en la conformación, capacitación y seguimiento al CAPS en la comunidad (Piedras Grandes # 2).

El comité funciona y les da mantenimiento a los sistemas de agua, ha mejorado la participación de mujeres donde la responsabilidad se ha dividido de forma equitativa desempeñando con equidad e igualdad los mismos cargos.

- **Saneamiento**

El acceso a los servicios de saneamiento se refiere a la cantidad de personas con acceso al menos a una letrina (según la definición del JMP) utilizada por los protagonistas.

Se registra un 48% de familias que afirman tener alguna opción de saneamiento, frente a 52% que no tienen. De los que afirman tener saneamiento, el estado del mismo es bueno en el 24% de los casos, regular en 59%, malo o caído el 16%. La opción de saneamiento con que cuentan estas familias es generalmente letrina tradicional.

- **Salud**

En la comunidad Piedras Grandes n°2 no cuentan con unidades de salud, la distancia para el acceso a las mismas se ubica a 12 Km de distancia de la comunidad, en el caso de emergencias graves, estas son atendidas en la cabecera departamental, principal unidad de salud de la zona.

Las principales enfermedades padecidas por los miembros de las familias durante el último año, fueron: diarrea, dengue y resfriados comunes.

- **Educación**

En la comunidad se ubica un centro escolar, el cual alberga las modalidades de pre-escolar y primaria, para realizar estudios de secundaria los alumnos deben salir a la cabecera municipal para cursar los mismos.

En cuanto a los niveles de escolaridad de los comunitarios, estos presentan un 25% de habitantes iletrados, 7% con nivel de educación pre-escolar, 49% con educación primaria, 15% con estudios de secundaria, 1% con carreras técnicas y un 2% con estudios superiores (universidad)

- **Vialidad y transporte**

Las vías de acceso a la comunidad están compuestas por caminos de todo tiempo, en estado regular, así mismo existe una ruta de transporte colectivo que hace un recorrido por la mañana y la tarde, 3 veces por semana, hacia la cabecera municipal.

- **Energía eléctrica**

En la comunidad no existe energía eléctrica corriente, y una parte de las familias hace uso de paneles fotovoltaicos, para sustentar sus necesidades de energía eléctrica.

V. ANÁLISIS Y RESULTADO

5.1. Estudios previos

5.1.1. Recopilación y levantamiento de la información

Se realizaron visitas iniciales para determinar las características de la comunidad objeto de estudio, así mismo se realizaron coordinaciones con las autoridades municipales y líderes locales, para coordinar el levantamiento de información inicial, delimitación de la comunidad, entrevistas y recopilación de información existente.

5.1.2. Visitas de campo

Se realizaron visitas de campo 2 veces por semana durante un mes, con el fin de realizar los levantamientos iniciales (georreferenciación de fuentes potenciales, censo poblacional y encuesta socioeconómica).

5.1.3. Censo y estudios socioeconómicos

Se realizaron levantamientos simultáneos de información de censo al 100% de la comunidad y aplicación de encuesta socio-económica para determinar las características socio-económicas de la población, así como la proyección de la demanda futura, la cual es indispensable para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

5.1.4. Línea base

En el marco del levantamiento de censo poblacional y encuestas socio-económicas, se realizó la sistematización de los datos obtenidos a través de los instrumentos aplicados, para obtener una mejor visión de los parámetros poblacionales.

5.2. Estudio hidrogeológico

Hidrográficamente la comunidad de Piedras Grandes, se encuentra dentro de la Micro-cuenca del Río Mayales en su parte media; los cuales están asentados entre dos quebradas, siendo esta la quebrada del río Maniguas y la del río El Caracol, ambas de flujo no permanente lo que conlleva a tener caudal solamente en periodo de lluvia, la cual fluye hacia el cauce principal del río Carca, perteneciente a la cuenca n° 69 o cuenca del río San Juan.

Se procedió a recorrer 18.5 Km² aproximadamente para realizar el inventario de fuente de la comunidad de Piedra Grande 2, Determinando que dicha comunidad está dividida en 6 sectores: Sector el Jicaral 1, Sector el Jicaral 2, Sector Los Martínez, Sector Lajas Azules conocido comúnmente como Las Azules, Sector Maniguas y Sector Monte Fresco, Ubicándose de la siguiente manera:

- **Sector El Jicaral 1:** La altura promedio de este sector es de 196 msnm y cuenta con 17 viviendas, la capilla católica La Asunción y la Escuela Ninoska González y La Escuela Conchita Báez; en un perímetro de 2.98 km². Cuenta con 7 pozos, donde 4 pozos son perforados, uno de ellos presenta mal olor, el segundo está seco completamente, el tercero da problemas en tiempo de verano porque baja su nivel freático y el cuarto pozo está ubicado detrás de la capilla católica es el único pozo que en tiempo de verano garantiza agua a la escuela, viviendas aledañas e incluso a la parte baja del sector Las Azules. Ver detalle en imagen no. 1.
- **Sector El Jicaral 2:** Este sector se encuentra en la parte más baja de toda la comunidad a una altura de 121 msnm, está ubicado en las coordenadas 16 p 0684136 y UTM 1340987. Dentro de este sector se encuentran 2 Pozos excavados a mano, propiedad de los señores Wilmer Fernández y Eliezer

Galeano. Este sector lo conforman 6 viviendas ubicadas de manera dispersas en un área 1.9 km² aproximadamente.

- **Sector Los Martínez:** El sector de los Martínez cuenta con 9 viviendas las cuales se abastecen de 5 pozos excavados a mano que son privados, hay un surgimiento de manantial este es utilizado únicamente para aguar el ganado debido a que presenta mal olor y es propiedad del Sr. Manuel Arguello. Las viviendas se encuentran dispersas en un área de 2.09 km² aproximadamente, siendo la vivienda con el punto más alto a 400 msnm.
- **Sector Las Azules:** Su nombre original es Lajas Azules, sin embargo, a lo largo de los años los pobladores han ido cambiando su nombre a Las Azules. Está compuesto por 15 viviendas en un área de 1.87 km² aproximadamente, ubicándose las primeras viviendas a una altura de 121 msnm y las últimas viviendas a 346 msnm. Este es el sector que más problema de abastecimiento de agua tienen ya que cuentan con un pozo excavado a mano, Las viviendas ubicada en la parte más baja acuden en tiempo de verano a construir pequeños pozos a lo largo del cauce de la quebrada Carca pero en tiempo de invierno tienen que recurrir hasta el sector de El Jicaral 1 al pozo comunal ubicado en las inmediaciones de la capilla La Asunción y las viviendas que se encuentran en la parte más alta acuden al pozo que está en la propiedad de la Sra. Luz Marina Téllez ubicado en el sector de Manigua en tiempo de verano y en invierno recurren a un pequeño afloramiento de agua en el sector de maniguas donde tienen que esperar a que este llene el pequeño hueco que han construido para poder llenar sus recipientes.
- **Sector Maniguas:** El sector de Maniguas es uno de los sectores ubicados en la parte más alta de la comunidad, justo en las laderas de la cordillera de Amerrisque a unos 316 msnm en promedio. 24 viviendas conforman este sector ubicándose de manera muy dispersas a lo largo de 2.92 km² aproximadamente. Por el sector recorre la quebrada Carca o Maniguas como es conocida, recorriéndola a lo largo de todo el sector, siendo esta parte del afluente que componen la cuenca Mayales. Estas viviendas se abastecen de pequeños afloramientos de agua superficiales y de un pozo excavado que según los pobladores es público, sin embargo, está ubicado en la propiedad de la señora Luz Marina Téllez y no se cuenta con ningún documento que acredite a la comunidad como dueño. Está ubicado en un punto medio donde convergen los sectores de Manigua, monte fresco y Las Azules; sin embargo, este pozo en tiempo de invierno queda inutilizado debido a que la quebrada Carca al crecer deposita sedimento y lo cubre casi por completo.
- **Sector Monte Fresco:** Dentro del sector se encuentran 5 afloramientos de aguas superficiales, de los cuales solamente 1 presta las condiciones para

aforar, siendo su caudal de 0.45 l/s ubicándose en la parte más baja con respecto a las viviendas del sector, el resto de las fuentes son despreciable. Las viviendas que conforman este sector son 6 viviendas, abasteciéndose estas de los pequeños afloramientos.

Para desarrollar esta etapa se procedió a realizar un recorrido por todos los sectores que componen la comunidad de Piedras Grandes 2. Donde se realizó levantamiento de 15 pozos de los cuales se distribuyen; 5 pozos perforados y 10 pozos escavados a mano, también existen 13 pequeños afloramientos de agua considerados como manantial existente en la zona durante el periodo de invierno; considerados como como fuentes potenciales objeto de esta formulación.

5.2.1. Características hidrogeológicas

Las rocas de las formaciones Terciarias del Grupo Coyol y Matagalpa tienen una leve capacidad de transportar agua subterránea por medio de fractura miento, fisuras y fallas, porque se conoce una transmisividad baja y la permeabilidad es moderada a mala.

Las características del medio hidrogeológico de las unidades geológicas, sistemas de fallas y fracturas del área. Características hidráulicas expresadas con la transmisividad prevaleciente de los depósitos Cuaternarios o rocas Terciarias. Una valoración de la hidrodinámica del agua subterránea, profundidad del agua y dirección del flujo.

Litológicamente las rocas intrusivas son impermeables porque la mineralización lenta impidió la formación de poros. Sin embargo, durante el tectonismo posterior éstas rocas se fracturaron y fisuraron. Las zonas fracturadas pueden formar acuíferos con rendimientos bajos, sobre todo en las pequeñas planicies, lo cual el área de estudio está considerada de esta manera.

5.2.2. Estimación de parámetros hidráulicos

De acuerdo al tipo de formación geológica en el área de estudio que comprende la comunidad Piedras Grandes n°2, la realización de las curvas piezométricas dado que en el área no se cuenta con acuíferos significativos por encontrarse en la parte media de la Microcuenca Mayales.

Según levantamiento de campo los niveles estáticos del agua medios de los pozos monitoreados varían de 2.5 m a 20 m en la parte más alta de la comunidad, cabe destacar que estos fueron cavados a orillas de criques de las quebradas por lo que estos poseen agua sub-superficial que circula a profundidades consideradas con bajos afluentes.

Los parámetros hidráulicos del área de estudios se consideran clase III, baja con valores de 10 m²/d a 100 m²/d, según los datos de la prueba de bombeo realizada

al pozo contiguo la capilla, considerados acuíferos fracturados con rendimientos bajos.

5.2.3. Propuestas de sitio de aprovechamiento

De acuerdo las características hidrogeológicas del área de estudio se consideran acuíferos fracturados (pobres) en el área de estudio por lo consiguiente se propone la utilización de pozo perforado existente denominado (Capilla Asunción) ubicado bajo las coordenadas 685265E-1341718N a 154 msnm y la realización de captación de agua de lluvia.

5.2.4. Análisis de la calidad de las aguas subterráneas

Según la Hidroquinona del agua en el área de estudio, el cual fue tomado como referencia del estudio denominado, Hidroquímica de la Región Central de Nicaragua, realizado de 1999 a 2004 por el INETER, Predominan las aguas bicarbonatadas, en la subdivisión de bicarbonatadas cálcicas y sódicas.

5.2.5. Estudio ambiental Inicial

El proyecto se localiza en la comunidad Piedras Grandes 2, municipio de Juigalpa, departamento Chontales y que a su vez se ubica dentro del Área Protegida Reserva Natural Serranía de Amerrisque. El área de influencia directa del proyecto está delimitada por la ubicación geográfica de los componentes del sub-proyecto: fuente de captación, tanque y saneamiento. El área de influencia indirecta comprende el área de influencia directa más la ubicación de las viviendas de los beneficiarios directos del sub-proyecto.

5.2.6. Ecosistemas y Áreas Protegidas

El proyecto se encuentra localizado en el Área Protegida Reserva Natural Serranía de Amerrisque, la cual tiene como objetos de conservación importantes formaciones de Bosque Deciduo, representado por dos formaciones vegetales, Bosque Deciduo de Bajura y Bosque Deciduo Submontano intervenido, el cual se encuentra seriamente amenazado. La comunidad Piedras Grandes 2 se encuentra en un bosque de Sabana Matorralosa Decidua- VA2b(2). Este bosque se caracteriza por las Sabanas onduladas y colinas con vegetación rala matorralosa, por lo general ocupan altitud entre 0 y 500 msnm.

Según lo que refiere el Plan de Manejo de la Reserva un 40 % del área es dominado por arbustos decíduos (Acacia colindsii, A. farnesiana, Sennaskinerii, Jacquiniapungens, Cordia globosa desde 1 a 4 m) y árboles (Crescentiaalata, Caesalpinia coriaria, Haematoxylon brasiletto, Karwinskiacalderonii, Zizypus guatemalensis) generalmente bajos de 3-10 m; en sus estados más

desarrollados: *Phyllostylonbrasiliensis*, *Guazumaulmifolia*, *Samaneasaman* (*Albiziasaman*) y *Albiziacaribaea*) todos de hojas reducidas.

Entre las especies forestales predominan Ojoche *Brosimunalicastrum*, zapote de mico *Couroupitanicaragüensis*, capulín *Trema micrantha*, palo de hule *Castilla elástica*

En lo que respecta a la fauna, el Plan de Manejo de la Reserva refiere que se reportan 57 especies de aves, entre estas 13 se encuentran protegidas por el estado nicaragüense, así también 13 especies migratorias. Entre las especies que predominan se encuentran los pericos frente naranjas (*Aratingacanicularis*), el tucancito collarejo (*Pteroglossustorquatus*), entre otros.

El Plan de Manejo de la Reserva reporta 31 especies de mamíferos, destacando el leoncillo - *Herpailurus yaguarondi* (Puma, *Felisyaguarundi*) *Puma yagouguarundi*, el puma *Panthera onca*, mono congo *Alouatta palliata*, y el mono carablanca (*Cebuscapucinus*), no obstante, ninguno de estos fue observado durante los recorridos de campo, por cuanto estos habitan en zonas más altas y conservadas dentro de la Reserva.

5.2.7. Potencial de recarga hídrica

La comunidad Piedras Grandes 2 se ubica en una zona potencial de recarga moderada, donde las pendientes de 15 a 45 % favorece el escurrimiento superficial; así como suelos de texturas franco arcillosos, con moderada capacidad de infiltración (0.3 – 2 cm/h) y rocas semi permeables. La cobertura vegetal ha sido cambiada por influencia humana, de bosque natural a pastizales.

Esta ZPRH moderada significa que, aunque varios de los factores evaluados favorecen la infiltración; aún es posible mejorarla a ZPRH alta; con cambios leves en el manejo y uso de la tierra, con obras de conservación de suelos y agua, sistemas agroforestales y silvopastoriles; así como mejorando las prácticas de ganadería como la rotación de potreros que favorezca la disminución de la carga animal que provoca el sobrepastoreo.

- MABE

A través de estos instrumentos se verificó desde el punto de vista de diseño del proyecto la incorporación de criterios técnicos ambientales que garanticen el mínimo impacto ambiental del entorno sobre el proyecto y del emplazamiento del proyecto sobre el entono.

Como parte del análisis de evaluación ambiental se presenta en la siguiente figura la ubicación de la comunidad respecto al área protegida Reserva Natural Serranía de Amerrisque.

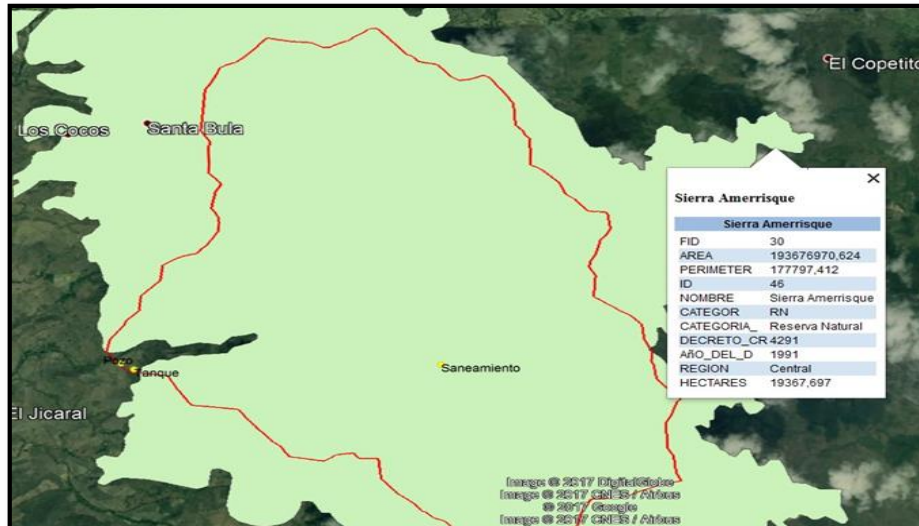


Ilustración 5. Ubicación del sistema en el área protegida de la Reserva Natural Serranía de Amerrisque.

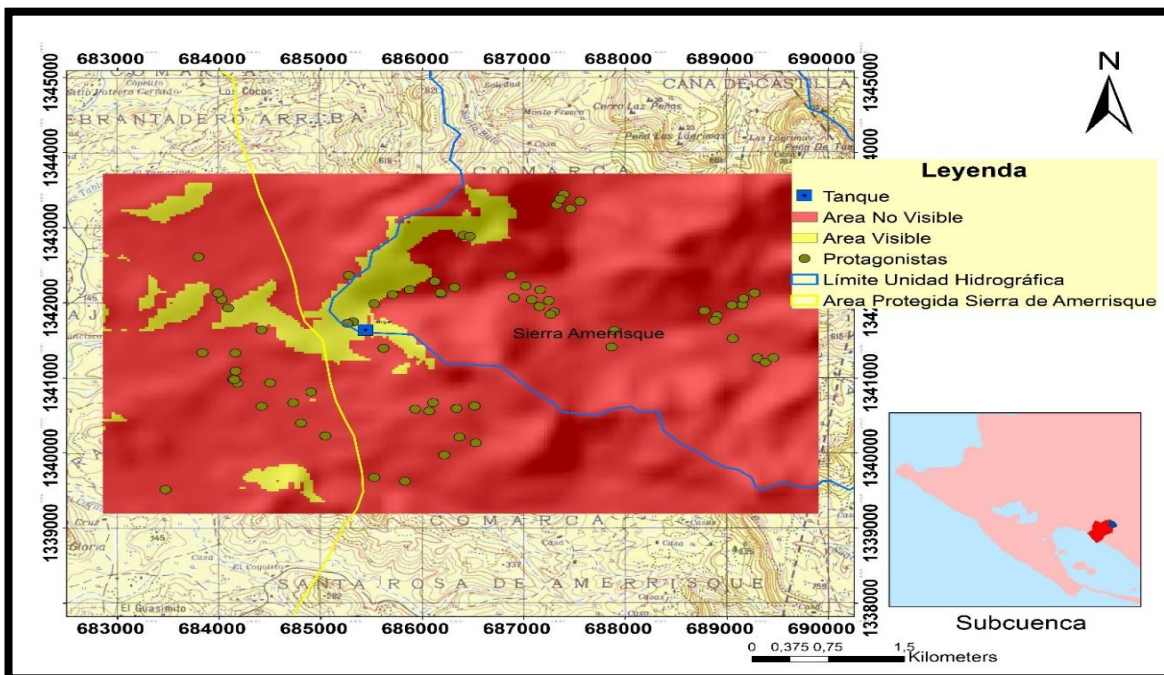


Ilustración 6. Emplazamiento de tanque de almacenamiento. Fuente: Propia

Para el análisis de impactos de las actividades del proyecto sobre el entorno se ha generado una evaluación del impacto visual de los componentes del proyecto sobre el medio, los que son reflejados en los siguientes mapas y se describen en el PGA.

El área en color rojo indica las áreas desde donde no es posible visibilizar la estructura, el área en color amarillo representa la zona desde donde se puede visibilizar el sitio de emplazamiento del tanque. Es importante destacar que, por la magnitud de la obra y la distancia, esta no necesariamente puede ser observada desde todas las zonas amarillas.

Puede observarse en la Ilustración anterior que la línea de conducción y red de distribución no afectará cobertura forestal de manera importante, puesto que dicha línea atraviesa principalmente zonas de pastizales y se ha ubicado la línea de forma que no se requiera remoción de ningún árbol.

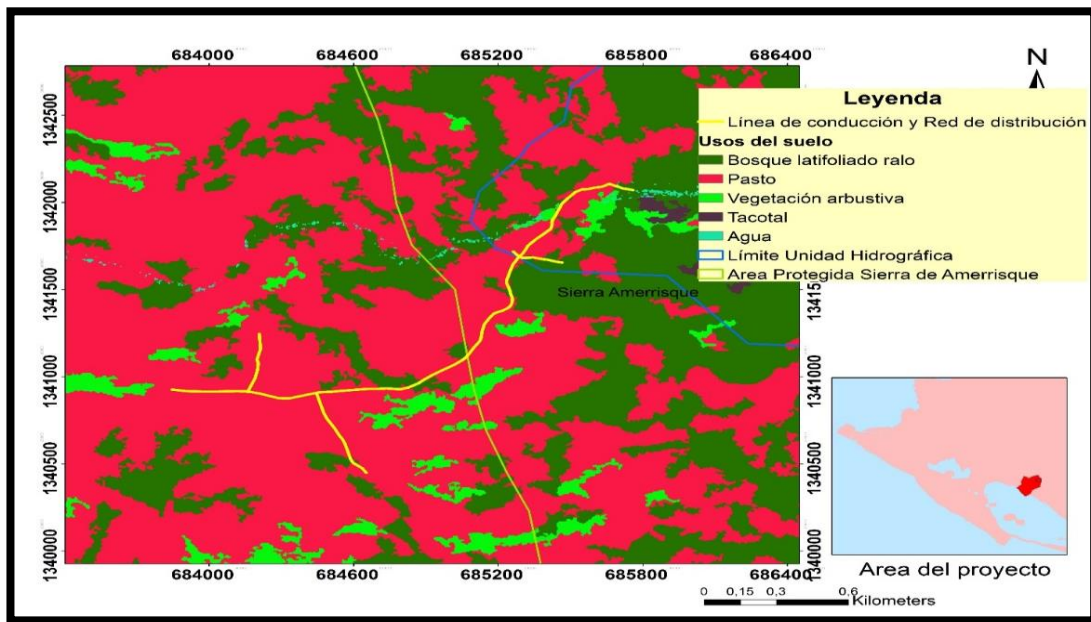


Ilustración 7. Línea de conducción y red de distribución versus usos del suelo. Fuente: Propia

5.2.8. Descripción de las medidas de adaptación al cambio climático

El presente capítulo establece una descripción general de las medidas de adaptación al Cambio Climático, las cuales se proponen en función de los resultados del análisis de Cambio Climático realizado en la etapa de pre factibilidad. Se han considerado los siguientes resultados para la propuesta de las medidas de adaptación al Cambio Climático para el proyecto de agua en la comunidad Piedras Grandes 2:

- Los escenarios climáticos para el municipio de Juigalpa establecen una tendencia de aumento de la precipitación y aumento de la temperatura.
- La comunidad Piedras Grandes n° 2 resultó con alta vulnerabilidad del agua segura ante el Cambio Climático.

- El riesgo climático por sequía, huracanes e inundación resultó como muy alto.
- La Recarga Acuífera Subterránea aumentará en 33 % al año 2050 si se mejora el uso actual del suelo, respecto al uso actual del suelo (2013) según el análisis de riesgo de las fuentes ante el Cambio Climático en el municipio de Juigalpa. Lo anterior significa que, de continuar la tendencia del mal uso del suelo, la recarga acuífera se verá seriamente afectada, lo que podría tener importantes consecuencias que afectarían negativamente a la población de Piedras Grandes n°2.

Si bien es cierto, las viviendas de los beneficiarios están localizadas dentro y fuera de la unidad hidrográfica delimitada, pese a esto las medidas propuestas serán implementadas en el interior de dicha unidad, específicamente aguas arriba del pozo comunitario (fuente de abastecimiento), con el propósito de incidir en la dinámica del sistema hídrico donde se da la infiltración hídrica y por consiguiente la recarga del acuífero.

Ante el contexto anterior se ha propuesto las siguientes medidas para cada uno de los componentes del proyecto:

Tabla 6. Medidas de adaptación al Cambio Climático que se requieren implementar como parte de la ejecución del sistema de agua y saneamiento.

| Medida de adaptación | Función | Localización | Consideraciones |
|--|---|---|--|
| Medida 1: Infiltración de agua de lluvia a través de instalación de tubería de gran diámetro instalada en el sub suelo. | Contribuir a la recarga acuífera de forma inducida mediante la instalación de tubos ranurados de 36 pulgadas de diámetro, los cuales interceptarán el agua de escorrentía. | Área próxima a camino de entrada a la comunidad Piedras Grandes 2. | Instalación de tubería de doble pared estructurada en PVC en una superficie de 3.90 x 7 metros cubierto por especie gramínea de Zacate Estrella. |
| Medida 2: Construcción de dique construido a partir de gaviones asociado con gramínea Zacate Estrella | Reducir la velocidad de la escorrentía, contribuir a la retención de sedimentos | En sección transversal en zonas de cauce/cárcavas. | Gaviones de 1 m de ancho, con su aliviadero. Se adicionará suelo fértil, capa de 6 cm y se sembrará zacate estrella cada 10 cm. |
| Medida 3: Reconversión de uso del suelo mediante el establecimiento de sistemas silvopastoriles. La superficie propuesta para el establecimiento del Sistema Silvopastoril es de 10 ha. | Mejorar la recarga acuífera de la unidad hidrográfica mediante mejoramiento de las condiciones para la infiltración de agua superficial producto de la precipitación a partir del incremento de la cobertura arbórea. Incrementar el tiempo de concentración del agua que escurre a nivel superficial en la unidad hidrográfica y los niveles de escorrentía, a través del establecimiento de árboles en | En la zona circundante y aguas arriba de la fuente de abastecimiento (pozo comunal), donde los suelos actualmente presentan un uso exclusivo de pastizal. | Especies forestales a establecer son: Gliricidia sepium (madero negro), Leucaena leucocephala (leucaena) y Guazuma ulmifolia (guácimo de ternero). Criterios de selección de las especies: - Rápido crecimiento - Porte mediano - Alta tasa de sobrevivencia |

| Medida de adaptación | Función | Localización | Consideraciones |
|----------------------|--|--------------|---|
| | <p>áreas donde actualmente existe pasto natural de forma pura.</p> <p>Atenuar los procesos de erosión hídrica que actualmente se están llevando a cabo en el territorio.</p> <p>Diversificar las fuentes de generación de ingresos económicos mediante la introducción de especies arbóreas de las cuales se obtendrá material energético (leña) y alimento para el ganado, lo que redundará en mejora de la economía de los protagonistas y en la reducción del ritmo de deforestación causada por la actividad pecuaria.</p> <p>Aspectos a tener en cuenta:</p> <p>Es ampliamente conocido, y determinante, que la infiltración y por ende la recarga acuífera depende de factores esenciales como: el uso del suelo, pendiente, tipo de suelo, tipo de roca y la cobertura vegetal permanente.</p> <p>La cobertura vegetal disminuye la escorrentía superficial, permitiendo así un mayor tiempo de contacto del</p> | | <ul style="list-style-type: none"> - Poco exigentes en términos ecológicos - Baja de demanda de agua en comparación con otras especies - Permiten podas periódicas - Resistentes al ramoneo del ganado - Productoras de forraje para el ganado, sombra, leña y madera. <p>El método de siembra de los árboles será Tresbolillo, puesto que esta forma de disposición de los árboles propicia la infiltración y reduce la erosión hídrica.</p> <p>Para asegurar el óptimo desarrollo de las plantas y reducir daños por ramoneo del ganado, cada planta tendrá una valla circular protectora de 0.5 metros de diámetro y 1,20 metros de altura.</p> |

| Medida de adaptación | Función | Localización | Consideraciones |
|--|--|--|--|
| | <p>agua con la superficie, lo que facilita el proceso de infiltración.</p> <p>De acuerdo a FORGAES sf, la posibilidad de recarga hídrica cuando el suelo presenta un uso forestal es muy alta, cuando el uso es sistema silvopastoril es alta, en cambio cuando el uso del suelo es agropecuario la posibilidad de recarga es muy baja.</p> <p>Según Schosinsky y Losilla (2000), el coeficiente de infiltración en suelos con pastizales es de 0.18; mientras que para suelos con bosque es superior, con valores de 0.20, en otros casos este último valor es superior.</p> <p>Por lo anterior, los factores mencionados que intervienen en la infiltración deben ser vistos con la atención y aprecio que los mismos merecen.</p> | | |
| <p>Medida 4: Establecimiento de bosque de galería.</p> | <p>Contribuir a la infiltración del agua hacia el acuífero.</p> <p>Reducir la velocidad del flujo hídrico aguas abajo.</p> | <p>En el cauce principal de la unidad hidrográfica, partiendo del punto aproximado al pozo</p> | <p>Las especies a emplear para establecer o mejorar el bosque de galería son genízaro, espino de playa, chilamate y sauce.</p> |

| Medida de adaptación | Función | Localización | Consideraciones |
|---|---|---|---|
| <p>El área a establecer como bosque de galería es de 5 ha, configurada en dos bandas de vegetación arbórea con un ancho de 50m x 500m de largo a cada lado del cauce principal de la unidad hidrográfica.</p> | <p>Evitar erosión que podría ser causada por la corriente de agua.</p> <p>Intervienen en la calidad del agua, puesto que desempeñan una función filtradora debido a que funcionan como trampa.</p> | <p>comunal hacia 500m aguas arriba (véase Ilustración 4).</p> <p>Las bandas de bosque estarán dispuestas 50m a cada lado por 500m de longitud. El ancho de cada banda es el indicado que debe ser protegido o de conservación de la Ley de Aguas.</p> | <p>El distanciamiento entre plantas será de 5m, lo cual se considera una plantación densa.</p> |
| <p>Medida 5: Sensibilización ambiental para la adaptación al Cambio Climático.</p> | <p>Generar conocimiento y capacidades en los comunitarios a fin de fomentar prácticas para la adaptación al Cambio Climático en la comunidad y reducir la vulnerabilidad ambiental, física y organizacional del sistema de agua y saneamiento.</p> <p>Mejorar el conocimiento local en cuanto al ciclo hidrológico y sus implicaciones, comprendiendo la dinámica de los factores que interactúan en el mismo.</p> <p>Abordar la importancia que tiene la gestión del agua en la salud y la</p> | <p>En toda la comunidad, cubriendo así el 100% de los protagonistas del proyecto.</p> | <p>La medida implica la realización de una campaña de sensibilización mediante talleres o sesiones en la comunidad y escuela, así como cuñas radiales por un período de tres meses.</p> |

| Medida de adaptación | Función | Localización | Consideraciones |
|----------------------|---|--------------|-----------------|
| | <p>economía de los protagonistas y de la comunidad en general.</p> <p>Promover cambios en la actitud de los comunitarios o productores en relación a la protección y conservación de los recursos agua, suelo y bosque.</p> | | |

Fuente: PACCAS 2018

5.3. Propuestas de alternativa de solución

5.3.1. Construcción de MABE

Se propone el equipamiento pozo perforado existente denominado (Capilla Asunción), con una bomba sumergible de 1.5 HP, a través de sistema foto voltaico, diseñado para abastecer los sectores; Jicaral n°1, Jicaral n°2, Los Azules y Los Martínez, a través de 10 puestos públicos.

Se construirá un tanque de concreto ciclópeo con capacidad de 6.40 m³, teniendo una línea de distribución de 3,000.3 metros con tubería de 2" pvc, SDR 17, esto por las presiones que se registran en la red de distribución, el sistema está diseñado Pozo-Tanque-Red.

Para el cálculo de la demanda de agua de población se realizó una proyección para 20 años con una tasa de crecimiento de 2.5%, donde la población aumentara en 305 habitantes para el año 2037, con una dotación de 50 lppd, debido a que estos serán puestos públicos, siendo estos 10 en total.



Ilustración 8

5.3.2. Captación de agua de lluvia

Para los sectores de; Maniguas y Monte fresco están ubicadas en la parte más alta de la comunidad y como alternativa de proponer la Captación de agua de lluvia por medio de tanques plásticos descritos a continuación;

Se utilizará tanques plásticos 10.00 m³, el área de techo debe ser la considerada, por tanto, se deberá instalar canales en todo el perímetro de la vivienda para garantizar un área de techado de al menos 24 m² para garantizar una dotación de 13.5 galones por persona por día, considerando una población de 165 habitantes distribuidos en 39 viviendas. Para el cálculo de la demanda de agua de población se consideró una proyección para 20 años con una tasa de crecimiento de 2.5%.

Para el cálculo de las dimensiones del tanque se realizó por medio el comportamiento de las precipitaciones de los últimos 13 años, comprendidos de 2007 al 2020, de cinco estaciones meteorológicas existentes en el municipio de Juigalpa administradas por el INETER, además se calculó la oferta y la demanda para abastecer a los sectores anteriormente descritos los cuales se representan el siguiente cuadro.

Tabla 7. Proyecto de la demanda de captación de agua de lluvia.

| Descripción | Enero | Feb | Mar | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Sept. | Oct. | Nov. | Dic. | Acumulado |
|-----------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-----------|
| Oferta | 0.23 | 0.11 | 0.07 | 0.22 | 3.48 | 4.79 | 2.99 | 3.49 | 5.37 | 5.02 | 1.62 | 0.32 | 27.71 |
| Demanda | 2.09 | 1.89 | 2.09 | 2.03 | 2.09 | 2.03 | 2.09 | 2.09 | 2.03 | 2.09 | 2.03 | 2.09 | 24.64 |
| Déficit o Superávit | -1.86 | -1.78 | -2.02 | -1.81 | 1.39 | 2.77 | 0.90 | 1.40 | 3.35 | 2.93 | -0.41 | -1.77 | 3.07 |
| Almacenamiento | 8.68 | 6.90 | 4.88 | 3.07 | 1.39 | 4.15 | 5.05 | 6.45 | 9.79 | 12.72 | 12.32 | 10.54 | |
| Si Alm. 8.29 m ³ | 5.96 | 4.18 | 2.1575 | 0.3525 | 1.3875 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9.595 | 7.8225 | |

5.4. Tasa de crecimiento

En el año 1950 la población de Nicaragua era de 1.295.000 personas, en el año 2005 la población sumaba 5,450.000 personas y la proyección de la población para el año 2050 se estima en 7.932.000 nicaragüenses.

Se observa que la población del país había aumentado aceleradamente 4.2 veces entre 1950 y 2005, mientras que entre 2005 y 2050 aumentará 1.4 veces, es decir que ha disminuido el ritmo de crecimiento que tenía en las décadas anteriores.

El descenso del ritmo de crecimiento de la población se debe a dos causas principales:

Las mujeres tienen hoy día menos hijos que años atrás, en términos técnicos “la Tasa Global de Fecundidad” bajó de 7 hijos por mujer en 1950 a 3 hijos por mujer en el año 2000. Entre los factores que ha influido en este cambio se mencionan la migración del campo a la ciudad, las oportunidades de educación, la información sobre salud sexual y reproductiva, además del acceso a métodos anticonceptivos

La gran emigración de nicaragüenses a otros países, que básicamente está compuesta por personas jóvenes entre 15 y 39 años de edad. Esto a su vez ha influido en la disminución de niños que nacen en nuestro país. El factor principal que ha motivado a muchos emigrantes ha sido la búsqueda de oportunidades de un empleo mejor remunerado.

Se estima que 1 millón de personas han salido del país en las últimas décadas, es decir la sexta parte de la población total. Los principales países de destino han sido Costa Rica, Estados Unidos, El Salvador y España. En 2011 los migrantes enviaron a sus familias unos 900 millones de dólares en remesas, que equivale a un 10% de la riqueza producida en Nicaragua en un año.

Según las Normas Rurales de AP, la tasa de crecimiento deberá estar en el rango de 2.5% - 4% y justificar la adopción de tasas de crecimiento diferentes al rango indicado. Para ello se procede a realizar los análisis del crecimiento poblacional en base al censo efectuados a nivel nacional en 1995 y 2005.

5.4.1. Proyección y análisis de demanda

Las tasas de crecimiento de la población del Departamento y el Municipio Juigalpa conforme los censos 1995 y 2005.

CUADRO 8. POBLACIÓN TOTAL POR SEXO Y RELACIÓN DE MASCULINIDAD, SEGÚN DEPARTAMENTO / REGIÓN AUTÓNOMA Y MUNICIPIO. CENSOS DE 1995 Y 2005

| Departamento/Región Autónoma y Municipio | Censo 1995 | | | | Censo 2005 | | | |
|--|------------------|----------------|----------------|--------------------------|------------------|----------------|----------------|--------------------------|
| | Ambos Sexos | Hombres | Mujeres | Relación de Masculinidad | Ambos Sexos | Hombres | Mujeres | Relación de Masculinidad |
| Boaco | 136 949 | 67 942 | 69 007 | 98.5 | 150 636 | 74 299 | 76 337 | 97.3 |
| San José de los Remates | 7 646 | 3 965 | 3 681 | 107.7 | 7 650 | 3 897 | 3 753 | 103.8 |
| Boaco | 45 188 | 22 029 | 23 159 | 95.1 | 49 839 | 24 295 | 25 544 | 95.1 |
| Camoapa | 32 297 | 15 855 | 16 442 | 96.4 | 34 962 | 16 978 | 17 984 | 94.4 |
| Santa Lucía | 8 173 | 4 181 | 3 992 | 104.7 | 8 254 | 4 134 | 4 120 | 100.3 |
| Teustepe | 21 299 | 10 816 | 10 483 | 103.2 | 26 265 | 13 226 | 13 039 | 101.4 |
| San Lorenzo | 22 346 | 11 096 | 11 250 | 98.6 | 23 666 | 11 769 | 11 897 | 98.9 |
| Managua | 1 093 760 | 524 305 | 569 455 | 92.1 | 1 262 978 | 606 067 | 656 911 | 92.3 |
| San Francisco Libre | 8 777 | 4 649 | 4 128 | 112.6 | 9 416 | 4 953 | 4 463 | 111.0 |
| Tipitapa | 82 808 | 40 819 | 41 989 | 97.2 | 101 685 | 50 724 | 50 961 | 99.5 |
| Mateare | 17 804 | 8 901 | 8 903 | 100.0 | 28 775 | 14 274 | 14 501 | 98.4 |
| Villa El Carmen | 24 230 | 12 362 | 11 868 | 104.2 | 27 449 | 13 881 | 13 568 | 102.3 |
| Ciudad Sandino* | - | - | - | - | 75 083 | 36 230 | 38 853 | 93.2 |
| Managua | 903 100 | 428 817 | 474 283 | 90.4 | 937 489 | 444 501 | 492 988 | 90.2 |
| Ticuantepe | 19 979 | 9 864 | 10 115 | 97.5 | 27 008 | 13 217 | 13 791 | 95.8 |
| El Crucero* | - | - | - | - | 13 656 | 6 805 | 6 851 | 99.3 |
| San Rafael del Sur | 37 062 | 18 893 | 18 169 | 104.0 | 42 417 | 21 482 | 20 935 | 102.6 |
| Masaya | 241 354 | 118 796 | 122 558 | 96.9 | 289 988 | 142 716 | 147 272 | 96.9 |
| Nindirí | 29 026 | 14 368 | 14 658 | 98.0 | 38 355 | 18 833 | 19 522 | 96.5 |
| Masaya | 117 523 | 57 008 | 60 515 | 94.2 | 139 582 | 67 952 | 71 630 | 94.9 |
| Tisma | 9 993 | 5 141 | 4 852 | 106.0 | 10 681 | 5 409 | 5 272 | 102.6 |
| La Concepción | 27 728 | 13 851 | 13 877 | 99.8 | 31 950 | 16 003 | 15 947 | 100.4 |
| Masatepe | 25 538 | 12 722 | 12 816 | 99.3 | 31 583 | 15 665 | 15 918 | 98.4 |
| Nandasmo | 7 879 | 3 908 | 3 971 | 98.4 | 10 732 | 5 358 | 5 374 | 99.7 |
| Catarina | 7 108 | 3 580 | 3 528 | 101.5 | 7 524 | 3 784 | 3 740 | 101.2 |
| San Juan de Oriente | 3 101 | 1 538 | 1 563 | 98.4 | 4 734 | 2 374 | 2 360 | 100.6 |
| Niquinohomo | 13 458 | 6 680 | 6 778 | 98.6 | 14 847 | 7 338 | 7 509 | 97.7 |
| Chontales | 144 635 | 70 991 | 73 644 | 96.4 | 153 932 | 75 641 | 78 291 | 96.6 |
| Comalapa | 10 940 | 5 677 | 5 263 | 107.9 | 11 785 | 6 322 | 5 463 | 115.7 |
| San Francisco de Cuapa* | - | - | - | - | 5 507 | 2 661 | 2 846 | 93.5 |
| Juigalpa | 50 791 | 24 159 | 26 632 | 90.7 | 51 838 | 24 495 | 27 343 | 89.6 |
| La Libertad | 9 814 | 4 936 | 4 878 | 101.2 | 11 429 | 5 835 | 5 594 | 104.3 |
| Santo Domingo | 12 543 | 6 326 | 6 217 | 101.8 | 12 182 | 6 071 | 6 111 | 99.3 |
| Santo Tomás | 15 997 | 7 751 | 8 246 | 94.0 | 16 404 | 7 948 | 8 456 | 94.0 |
| San Pedro de Lóvago | 7 125 | 3 574 | 3 551 | 100.6 | 7 650 | 3 871 | 3 779 | 102.4 |
| Acoyapa | 16 882 | 8 360 | 8 522 | 98.1 | 16 946 | 8 438 | 8 508 | 99.2 |
| Villa Sandino | 20 543 | 10 208 | 10 335 | 98.8 | 13 152 | 6 499 | 6 653 | 97.7 |
| El Coral* | - | - | - | - | 7 039 | 3 501 | 3 538 | 99.0 |

Fuente: INIDE 2005

Tabla 8. Proyección de tasa de crecimiento con base en censos 1995 y 2005.

| DEP./MUNIC. | CENSO 1995 | | | CENSO 2005 | | | TASA CRECIMIENTO ((VPF / VPO) ^{1/Y} - 1)*100 | | |
|-------------|------------|--------|-------|------------|--------|-------|--|--------|-------|
| | TOTAL | URBANO | RURAL | TOTAL | URBANO | RURAL | TOTAL | URBANO | RURAL |
| CHONTALES | 144,6 | 71,7 | 72,9 | 153,9 | 89,4 | 64,5 | 0.62 | 2.21 | -1.23 |
| JUIGALPA | 50,8 | 24,2 | 26,6 | 51,8 | 24,5 | 27,3 | 0.20 | 0.14 | 0.26 |

Tabla 9. Tasa de crecimiento de la comunidad Piedras Grandes #2.

| Estimación de la tasa de Crecimiento | | CENSOS (habitantes) | | TASA DE |
|--------------------------------------|-------------------|---------------------|--------|---------|
| | | POSTERIOR | ACTUAL | CRECIM. |
| | | 2005 | 2020 | |
| COMUNIDAD | PIEDRAS GRANDES 2 | 116 | 155 | 2.44% |
| TASA DE CRECIMIENTO A USAR : | | | | 2.50% |

Según las Normas Rurales de AP, la tasa de crecimiento deberá estar en el rango de 2.5% - 4% y justificar la adopción de tasas de crecimiento diferentes al rango indicado.

Debido a que las tasas de crecimiento estimadas por INIDE en el periodo de 2005 a 2020 son muy inferiores a los rangos recomendados por las normas rurales de AP, se selecciona la tasa de 2.5% a utilizar para el cálculo de la demanda de agua de la población de la comunidad Piedras Grandes 2.

5.5. Levantamiento topográfico

En esta etapa se describe la manera en que se realizó el levantamiento Planimétrico y Altimétrico en el área de influencia del proyecto Diseño del sistema de agua potable en la comunidad Piedras Grandes 2.

El levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos del terreno necesarios de la comunidad Piedras Grandes 2, para la simulación hidráulica del componente de agua potable y ubicación de las obras propias del proyecto.

El levantamiento topográfico para el proyecto: Diseño del sistema de agua potable para la comunidad Piedras Grandes 2, comprendió en levantar un predio de 20x20m, (planimetría y altimetría) para luego modificar las dimensiones del mismo a 25x40m donde se emplazara la obra de toma y tanque de almacenamiento, así como, los puestos públicos; de igual manera se levantó las líneas donde se proyecta la instalación de las redes de conducción y distribución, las viviendas de las familias beneficiarias, los puntos donde se realizaron las calicatas para el estudio de suelo con su ubicación georreferenciada y cualquier otro punto de interés para el proyecto.

Tabla 10. Información del área de pozo.

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE POZO | | | | | |
|--|-------------|-------------|-----------------|-------------|--------------|
| VERTICE | LADO | DIST | RUMBO | ESTE | NORTE |
| P1 | P1-P2 | 20.00 | S 35°57'28.8" E | 685263.914 | 1341725.819 |
| P2 | P2-P3 | 20.00 | S 37°3'13.7" W | 685275.657 | 1341709.630 |
| P3 | P3-P4 | 20.00 | N 35°57'26.1" W | 685263.606 | 1341693.669 |
| P4 | P4-P1 | 20.00 | N 37°3'12.4" E | 685251.862 | 1341709.858 |

Área 400.00 m²

Perímetro 80.0 m

Tabla 11. Información del área de tanque de almacenamiento.

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO | | | | | |
|--|-------------|-------------|-----------------|-------------|--------------|
| VERTICE | LADO | DIST | RUMBO | ESTE | NORTE |
| P1 | P1-P2 | 20.00 | S 74°2'32.7" E | 685458.725 | 1341666.336 |
| P2 | P2-P3 | 20.00 | S 15°57'27.3" W | 685477.954 | 1341660.838 |
| P3 | P3-P4 | 20.00 | N 74°2'32.7" W | 685472.456 | 1341641.609 |
| P4 | P4-P1 | 20.00 | N 15°57'27.3" E | 685453.227 | 1341647.107 |

Área 400.00 m²

Perímetro 80.0 m

Para la ubicación de los BM, se colocaron mojones de concreto de 0.20m de diámetro y 0.50m de alto con chapa y clavo de 4" para definir su centro; el cilindro fue empotrado en el sub suelo con concreto y pintados con pintura color amarilla reflectiva tipo tráfico.

El levantamiento se realizó utilizando equipo Estación Total marca TOP TOM-modelo GTS-239, con un alcance de 2.0 Km. y una precisión angular de $\pm 5''$. Además de esta versatilidad, los datos se transfirieron directamente a los equipos de computación. Todos los datos tomados en campo fueron procesados por software especializado que automatizan el trabajo de modular digitalmente el terreno.

Los personales a cargo del levantamiento fueron, 1 topógrafo, 2 cadeneros, 3 personas asignadas por la comunidad.

Tabla 12. Información de Banco Maestro (BM) levantada con topografía de la comunidad Piedras Grandes n°2.

| PI | NORTE | ESTE | ELEVACION | DESCRIPCION |
|------|--------|---------|-----------|-------------|
| 10 | 685483 | 1341856 | 154.49 | BM-1 |
| 10 | 685490 | 1341850 | 154.505 | BM-2 |
| 11 | 685399 | 1341849 | 159.615 | BM-3 |
| 19 | 685632 | 1341739 | 163.993 | BM-4 |
| 35 | 685916 | 1341578 | 155.708 | BM-5 |
| 38 | 685946 | 1341537 | 155.201 | BM-6 |
| 39 | 685929 | 1341430 | 158.658 | BM-7 |
| 40 | 685939 | 1341431 | 160.822 | BM-8 |
| 64 | 684839 | 1341953 | 162.937 | BM-9 |
| 23 | 684762 | 1342025 | 164.245 | BM-10 |
| 75 | 684627 | 1342172 | 144.026 | BM-11 |
| 76 | 684614 | 1342304 | 141.269 | BM-12 |
| 81 | 684522 | 1342557 | 142.033 | BM-13 |
| 85 | 684614 | 1342304 | 141.268 | BM-14 |
| 86 | 684508 | 1342806 | 140.915 | BM-15 |
| 89 | 684467 | 1342995 | 142.127 | BM-16 |
| 92 | 684594 | 1342779 | 140.948 | BM-17 |
| 97 | 685454 | 1341653 | 203.504 | BM-18 |
| 97-1 | 685471 | 1341644 | 206.384 | BM-19 |
| 101 | 684759 | 1342180 | 145.624 | BM-20 |

Tabla 13. Información de calicatas realizadas en la comunidad Piedras Grandes n°2.

| PI | NORTE | ESTE | ELEVACION | DESCRIPCION |
|--------|--------|---------|-----------|-------------|
| TANQUE | 685463 | 1341649 | 205.000 | Calicata-1 |
| 31 | 685842 | 1341686 | 156.073 | Calicata-2 |
| 68 | 684749 | 1342052 | 163.090 | Calicata-3 |
| 80 | 684503 | 1342531 | 141.148 | Calicata-4 |
| 86 | 685468 | 1342849 | 140.914 | Calicata-5 |
| 97 | 685468 | 1341831 | 156.500 | Calicata-6 |
| 99 | 685154 | 1341845 | 166.583 | Calicata-7 |

5.5.1. Levantamiento topográfico para las líneas de conducción y distribución:

En el levantamiento topográfico de las tuberías de distribución y sus ramales se tomaron los siguientes datos:

- Se tomó perfil sobre la línea central.
- Se hizo levantamiento del cerco existente, en toda el área de influencia.
- Toma de perfil y Secciones transversales.
- Se dejaron todos los BM geodésicos y asumidos referenciados en toda el área de influencia.
- Todo el levantamiento se encuentra georreferenciado con coordenadas y elevaciones

El resultado total en el levantamiento es de

- a) Línea de aducción: 224.00 metros.

Línea de distribución: 3.597.21 metros distribuidos de la siguiente manera:

5.6. Descripción de los componentes del sistema

Obra de captación

La fuente seleccionada para el abastecimiento del sistema MABE, es mediante la extracción del agua del pozo perforado existente ubicado en las coordenadas 16P 685266 UTM 1341718, localizado en el sector de El Jicaral 1, en los predios de la Iglesia Católica la Asunción.

El 30 de enero del 2016 se realizaron pruebas de bombeo al pozo seleccionado, dando como resultado que este tiene un rendimiento de 13.66 galones por minutos, lo que demuestra que el pozo tiene la capacidad suficiente para dotar a la población de El Jicaral 1 y 2, los Martínez y algunas viviendas del sector de Los Azules.

La litología del pozo dice que tiene una profundidad de 149.95 pie, nivel freático es de 46.28 pies y el diámetro de adémeme 4 pulgadas PVC.

En el siguiente esquema se presenta la litología del pozo a ser utilizado para el proyecto del MABE en la comunidad de Piedras Grandes 2.

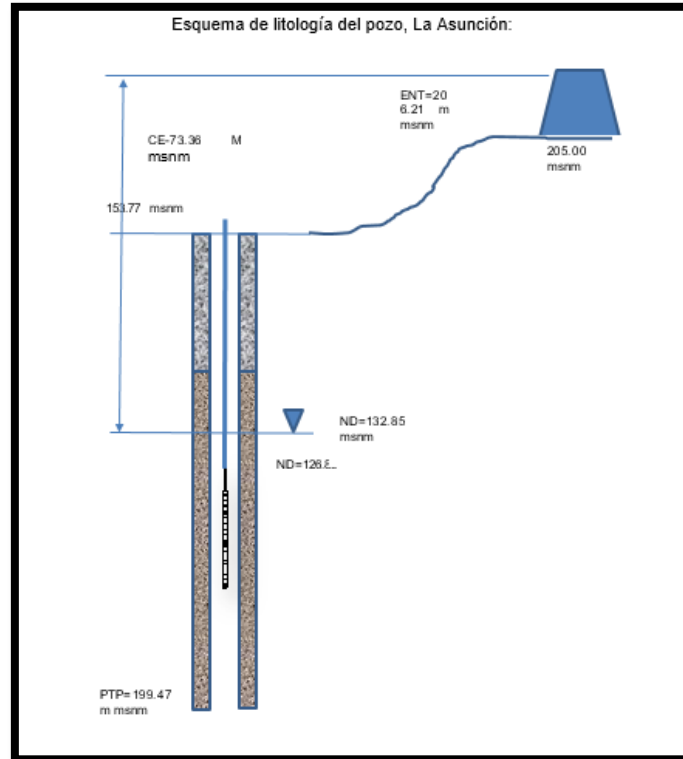


Ilustración 9. Esquema de litología del pozo La Asunción.

Se considera que con las obras de mitigación contempladas como la zanja de infiltración que se instalarán en la inmediación del pozo y la retención de escorrentías y conducción de la misma hacia las zanjas de infiltración ayudarán a incrementar las aguas subterráneas y por tal razón el incremento al rendimiento del pozo, lo que a su vez incrementa las posibilidades que las viviendas puedan ir siendo conectadas al sistema mediante conexiones domiciliarias.

Sistema de bombeo

El Sistema de bombeo consiste en la instalación de un equipo sumergible de 1.5 HP, ubicada a una profundidad de 117 pie, la cual elevará el agua hacia un tanque de almacenamiento ubicado a una distancia de 224 metros lineales; dispondrá de una sarta de bombeo de 2" H°G°, será energizado con energía fotovoltaica.

Calidad de agua

Se realizó pruebas en el laboratorio para determinar la calidad de agua que brinda el pozo propuesto para el proyecto dando como resultado que los análisis Físico Químico, Bacteriológicos y Arsénico, indican que el recurso hídrico analizado se

clasifica en la categoría 1A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.

Por los resultados obtenidos se recomienda la implementación de una desinfección con hipoclorito de calcio en el pozo propuesto, a fin de contrarrestar los parámetros de coliformes totales y fecales al igual que implementar talleres de capacitación en salud e higiene; haciendo énfasis en la reubicación de las letrinas que se encuentren a las inmediaciones del pozo.

En el capítulo de anexos 8 memoria de estudios especializados, Inciso 8.5 se presentan los resultados del Informe de calidad de agua.

Sistema de Energización eléctrica para el sistema MABE

Este sistema estará compuesto 4 módulos en paralelos y dos módulos en serie; los cuales se colocarán sobre una estructura metálica elevada a cierta altura sobre el nivel de suelo. La energía captada será almacenada en acumuladores, los cuales estarán ubicadas en la caseta de controles eléctricos.

Línea de conducción para el sistema MABE

Está diseñada para conducir el agua del pozo hacia el tanque de almacenamiento con una tubería de diámetro de 2" PVC SDR-26, teniendo una longitud de 224 metros lineales. En dicha línea de aducción se ubicará una válvula de aire y vacío de 2" en el PI-1, con el objetivo de aliviar la presión en la tubería y eliminar cualquier burbuja de aire que se produzca en la tubería.

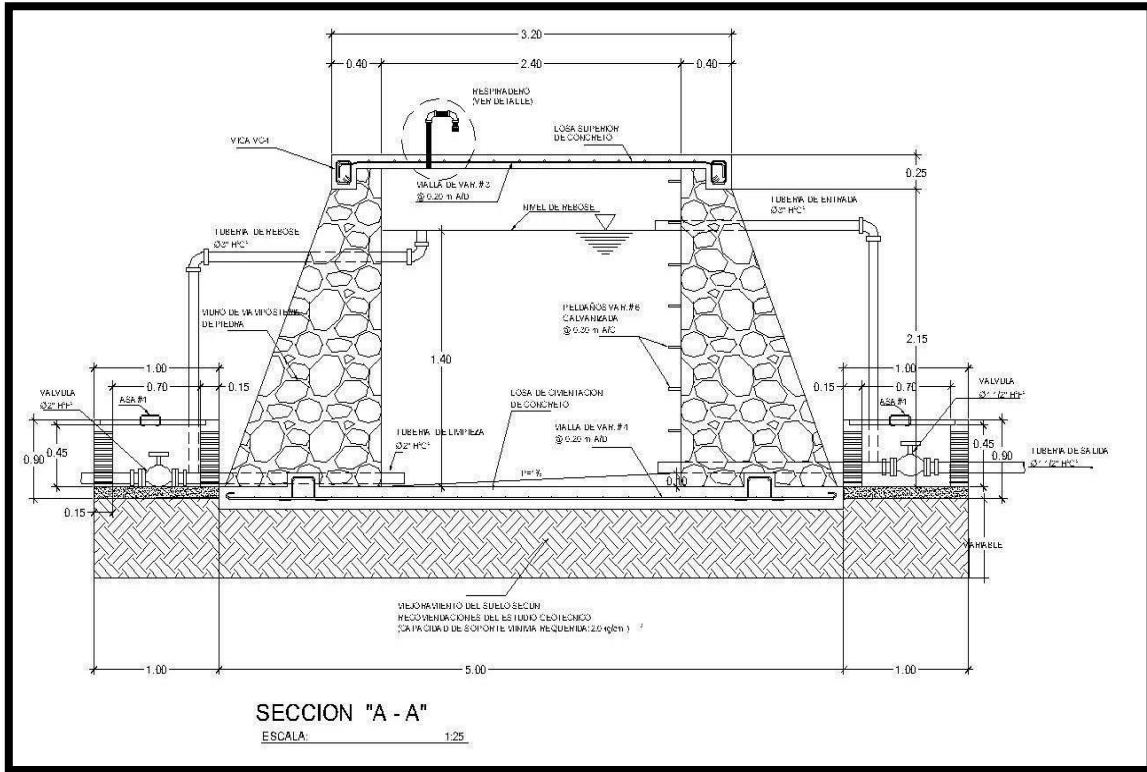
Tanque de Almacenamiento para el sistema MABE

Se localiza en la Coordenadas UTM (X= 685465.10 Y= 1341652.91) y se ha proyectado un volumen útil de almacenamiento demandado por la población al final del período de diseño correspondiente a 8.00 m³, se construirá de concreto ciclópeo y tendrá las siguientes dimensiones internas: 2.40 m x 2.40 m x 2.35 m. De pared trapezoidal, suelo mejorado y nivel de agua de 1.40 m.

El tanque de almacenamiento está diseñado estructuralmente de tal manera que no colapse y soporte las cargas, al igual que contempla las instalaciones de válvulas de limpieza, de entrada y salida para su buen funcionamiento.

Ambientalmente contempla la construcción de andenes de concreto alrededor del tanque, mejorando la circulación al redor del tanque de almacenamiento para su operación y mantenimiento; este a su vez contempla la construcción de canales que

permiten la conducción de las aguas de lluvias y agua de provenientes del rebose y del tubo de limpieza hacia un lugar seguro; impidiendo que estas ocasionen erosiones en el área.



Elevación de Tanque de Almacenamiento de Concreto Ciclópeo.

Sistema de desinfección para el sistema MABE

La desinfección del agua se realizará a través de un dosificador de cloro con capacidad de 250 litros, hipoclorador con manguera de hule diámetro de ¼ flotador para agua potable con una bomba dosificador de cloro de 21 GPD y 150 PSI

La mezcla se administrará al sistema mediante tubería de inyección en la sarta de bombeo:



Ilustración 10. Sistema de desinfección para el sistema MABE.

Red de distribución para el sistema MABE:

La red de distribución de agua potable para los sectores de El Jicaral 1 y 2, parte del sector de Los Azules y Los Martínez, sectores que pertenecen a la comunidad de Piedras Grandes 2; esto asegura que el diámetro de tubería es de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ " PCV SDR-26, con una longitud de 3,597.21 metros, la cual será lo suficiente para manejar el flujo requerido al horizonte de diseño y garantizarla al 100% de las viviendas contempladas para este diseño.

A la red de distribución se le instará una válvula de limpieza en el PI-8, a fin de realizar limpieza en la tubería. Adicionalmente se instalarán 2 válvulas de aire y vacío en los PI-43 y 57 respectivamente, con el fin de depurar la red de burbujas de aire que impidan el flujo constante del vital líquido.

Toda la red tendrá sus bloques de reacciones donde se encuentren cambios bruscos, a fin de evitar rupturas en la misma. Una vez concluida la instalación de la

red de distribución se realizarán las pruebas hidrostáticas para asegurar la calidad de instalación.

En esta red de distribución existe un cruce aéreo ubicado en el sector de Los Azules, PI-36 – PI-37 según plano topográficos sobre la quebrada Manigua, teniendo un claro de 30.00 metros lineales. Este cruce será aéreo con tubería H°G° de 1 ½". A una elevación adecuada para evitar las máximas crecidas, ver detalle en planos.

Nivel de servicio del componente del MABE

El nivel de servicio será mediante la instalación de 12 puestos públicos, de los cuales 10 puestos públicos están destinados para abastecer a 31 viviendas, de tal manera que están equidistantes de cada vivienda, garantizando que las viviendas propuestas para ser beneficiadas con este sistema sean el 100%. Las 2 tomas restantes se destinaron a las dos escuelas existentes en la comunidad. Se priorizaron dejar dotadas a las dos escuelas con tomas de agua, para que los niños no tengan que acarrear agua.

A cada puesto público se les instalará un micro medidor para el registro y consumo de agua, al igual que la instalación de cerco perimetral a fin de evitar el acceso a los animales que anden sueltos.

Tarifa de agua del servicio de agua MABE

Para este proyecto se calculó una tarifa mínima de agua de C\$ 72.61 por vivienda, este monto fue ratificado en la asamblea de concertación final, con dicha tarifa se garantizará el sostenimiento del sistema.

| ESTADO DEL FLUJO DE EFECTIVO - AGUA POTABLE | |
|--|------------------|
| (En Córdobas) | |
| Viviendas Servidas - Puesto Publicos | 10 |
| % del Total, viviendas servidas | 30 |
| Volumen de Ventas (m ³) | 9,316 |
| INGRESOS | |
| Facturación de Agua Potable | 62,638 |
| (-) Descuentos y Rebajas | 0 |
| Otros Ingresos | |
| Préstamos | 0 |
| Aportes de los Socios | 900 |
| TOTAL INGRESOS (A) | 63,538 |
| GASTOS CORRIENTES | |
| Gastos de operación y mantenimiento | 56,838 |
| Materiales | 1,000 |
| Combustibles y lubricantes | 0 |
| Costos Directos de Mantenimiento | 1,000 |
| Otros Costos Directos | 1,000 |
| Gastos Administrativos y de Comercializacion | 2,800 |
| TOTAL GASTOS CORRIENTES (B) | 62,638 |
| CRITERIOS / SUPUESTOS | |
| Ventas (m ³) | 9,316 |
| Egresos (C\$) | 62,638 |
| Tarifa a Costos Promedios C\$/m ³ Fórmula | 6.72 |
| Tarifa a Costos Promedios C\$/m ³ Valor | 6.72 |
| Rebajas anuales (máximo) | 0% |
| agua no contabilizada | 15% |
| TARIFA PROMEDIO ES TIMADA | |
| Consumo promedio por vivienda en m ³ /mes | 10.8 |
| Tarifa promedio estimada C\$/mes | C\$ 72.61 |

Con esta tarifa se cubrirán los gastos de operación y mantenimiento del sistema, al igual que la compra de hipoclorito de sodio, recuperación de activos fijos y el personal responsable de la administración.

Captación de agua de lluvia

El componente de agua de lluvia es un complemento para abastecer a los sectores de Monte Fresco, Manigua, Los Azules y parte la mayoría del sector de Los

Martínez, los cuales no son abastecidos por el MABE. El total de viviendas beneficiadas con este componente son dando un total de 46 viviendas. Se adoptó la implementación de este componente ya que no fue posible abastecerlos con el sistema MABE por su lejanía y ubicación topográfica.

El área de captación estará conformada por los techos de las viviendas, como sistema de recolección a través de canales plásticos colocados en los aleros de las viviendas y un tanque plástico de 10,000 litros para almacenamiento. Dicho tanque se colocará sobre una estructura de concreto elevada a 50 cm sobre el suelo para facilitar la extracción del agua.

Los reboses de estos tanques serán conducidos hacia unos pozos de absorción, los cuales tendrán 1.50 de ancho por 3.00 metros de profundidad, revestidos con piedra bolón y grava a fin de evitar la erosión del suelo en las inmediaciones del tanque.

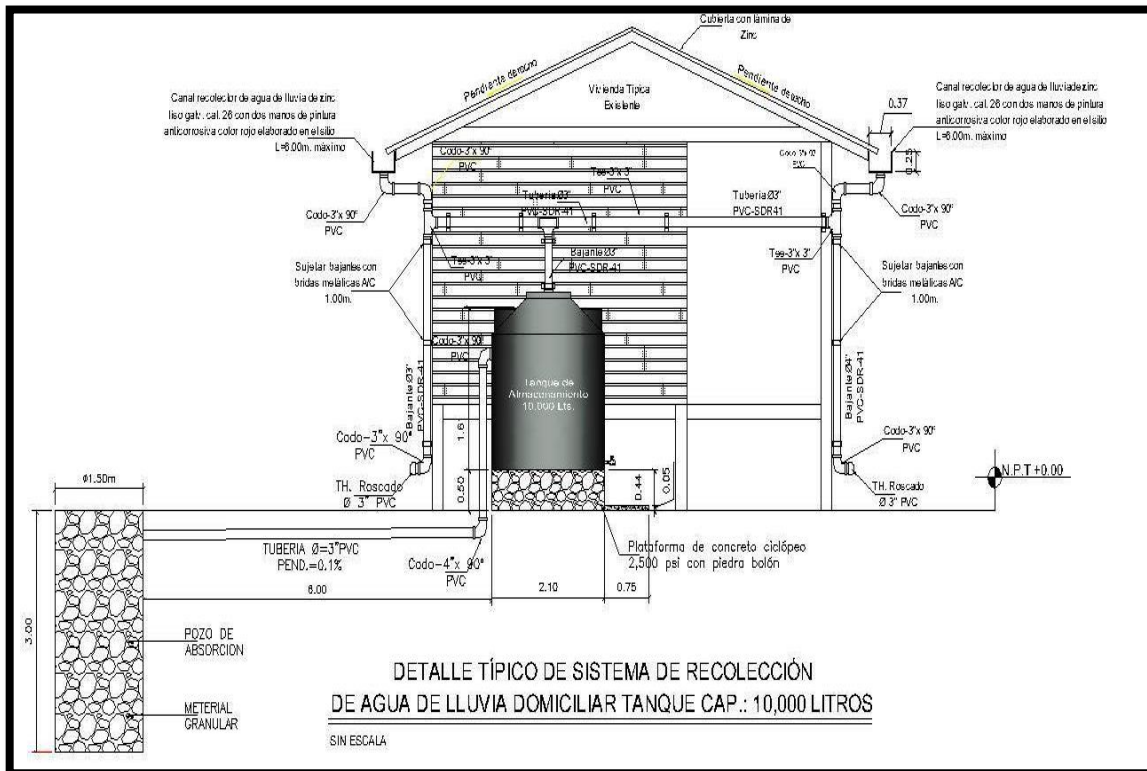


Ilustración 11. Detalle típico del sistema de recolección de agua de lluvia domiciliar, tanque de 10000 litros.

Propuesta para tarifa para el componente de captación de agua de lluvia

Para el sub sistema de captación de agua de lluvia, se estableció una tarifa de 20.18 Córdoba.

Con esta tarifa se cubrirán los gastos de operación y mantenimiento del sistema, al igual que la compra de hipoclorito de sodio, recuperación de activos fijos y el personal responsable de la administración.

Propuesta para la cloración y purificación del agua proveniente de la captación de agua de lluvia

Se entregará la solución de cloro a cada vivienda para que esta le aplique de manera personal a los recipientes donde se almacene el agua captada de la lluvia. La dosificación será en base a las normas del MINSA, donde establece que por cada Adicional al componente de purificación de agua mediante la aplicación de cloro se propone el uso de filtros de cerámica, conocidos como FILTRON, con el cual se elimina las bacterias y turbidez mediante el proceso de filtración.

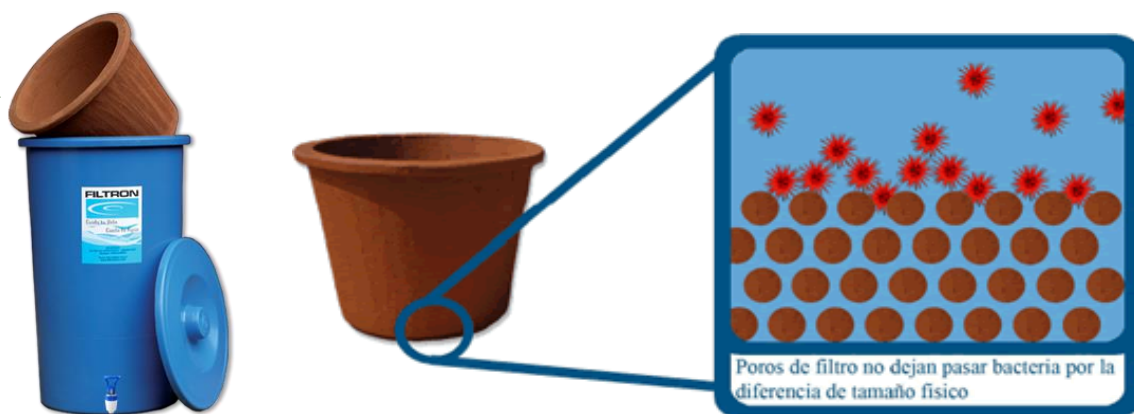


Imagen de FILTRON propuesto para captación de agua de Lluvia

Tabla 14. Dosificación de Cloro según MINSA.

| Volumen de Agua a Desinfectar | Cantidad de Cloro Líquido a agregar en tiempo normal | Cantidad de Cloro Líquido a agregar en emergencia |
|-------------------------------|--|---|
| 1 Litro | 4 gotas | 8 gotas |
| 2 Litros | 8 gotas | 16 gotas |
| 1 Galón | 15 gotas | 30 gotas (1 ½ mililitros) |
| 5 Litros | 20 gotas (1 mililitro) | 40 gotas (2 mililitro) |
| 10 Litros | 40 gotas (2 mililitros) | 4 mililitros (½ tapita) |
| 20 Litros (5 Galones) | 4 mililitros (½ tapita) | 8 mililitros (1 tapita) |

5.7. Estudio eléctrico

El punto más cercano a la red de energía convencional de DN-DS se encuentra a 3.5 km al oeste de la comunidad, lo que no es factible económicamente energizar la bomba con energía convencional, por lo que se requiere un sistema de generación fotovoltaica, respaldado con baterías de ciclo profundo, evitando el respaldo con fuente de generación que emita gases contaminantes a la atmósfera.

5.7.1. Marco legal

Los criterios empleados para la elaboración del proyecto referente a las instalaciones eléctricas del Proyecto para la Comunidad de Piedras Grande, se consideran un sistema aislado de la red, por lo que se diseña el sistema de generación de energía eléctrica con paneles solares, Según la normativa Nacional e Internacional:

- Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua (CIEN)
- Código Eléctrico Nacional (NEC)

También se pueden enunciar las siguientes entidades o reglamentos.

- American National Standard institute (ANSI)
- National Electrical manufacturers Association (NEMA)
- Institute Electrical Electronic Engineers (IEEE)
- Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL-98)

Todos los materiales y equipos requeridos en este proyecto deberán ser de alta calidad, normalizados y deberán cumplir con lo indicado en las normativas antes mencionadas.

5.7.2. Descripción de la instalación:

La instalación se ubica a 7 Km al este de la ciudad de Juigalpa, departamento de Chontales, el generador fotovoltaico se proyecta ubicar a una distancia de 35 m del punto de captación en dirección al tanque de almacenamiento, con una cerca perimetral que protegerá los equipos del proyecto.

La estructura soporte de los paneles solares será de Metal con una zapata individual de concreto, lo que se detalla en el plano.

El inversor y resto de equipos del componente eléctrico de corriente directa (cd) quedarán dentro de la caseta de control eléctrico, la instalación tendrá su llave para mayor seguridad, estará iluminada en la parte exterior mediante una luminaria de

150 Watts de mercurio y el acceso a dicho campo será restringido al operador y CAPS.

El tablero de protección general será metálico y el control de la bomba, el arrancador será magnético a voltaje pleno, se instalará supresor de picos, y su polarización de tierra, todos estos elementos estarán dentro de la caseta instalados de forma segura, a las cuales solo tendrá acceso el operador de turno.

La bomba sumergible de 1.5 HP que estará en el punto de captación, será energizada mediante línea de baja tensión de 230 Voltios en corriente alterna (ca) que saldrá soterrada de la caseta de control.

Alcances del sistema eléctrico requerido:

| | |
|---|----------|
| SISTEMA (c.d.) | |
| Panel solar policristalino, 310 Wp, 24 V | 10 Unid. |
| Batería sellada 200 Amp-hora, 12 V | 12 Unid. |
| Controlador de carga 60 Amp, 48 V | 1 Unid. |
| Inversor 1.5 Kw, 48 V/240 V. | 1 Unid. |
| Estructura gris (zapata) | 1 Global |
| Estructura metálica soporte de paneles | 1 Global |
| conductores de cobre aislados tipo RV-K 0.6/1 kV | 1 Global |
| Fusibles para protección c.d. Magnun 100 Amp, 20 KA | 6 unid |
| SISTEMA (c.a.) | |
| Centro de carga monofásico 3 hilos, 12 espacios, 125 Amp. | 1 Unid. |
| Interruptor Main magneto-térmico 2x60 Amp., 10KA, 240 V. | 1 Unid. |
| Interruptor magneto-térmico 2x30 Amp., 10KA, 240 V. | 1 unid. |
| Interruptor magneto-térmico 1x20 Amp., 10KA, 120 V | 4 Unid. |
| Arrancador magnético para 1.5 hp en caja tamaño de fábrica, botones arranque parada | 1 Unid. |
| Capacitor de arranque 60 Mf | 1 Unid. |
| Supresor de picos 80 KA, 0.6-2 kv, | 1 Unid |
| Polarización de tierra | 3 Unid |

La bomba fue verificada con la curva de rendimiento de fabricante, trabajando de acuerdo a las condiciones específicas de Carga Total Dinámica (CTD)=225 pies y caudal de 15 gpm.

Los paneles a instalar garantizarán de manera eficiente el suministro de energía eléctrica de la instalación, teniendo presente que es un sistema con influencias de factores climáticos, los que no podemos prevenir con anticipación solamente saber

que se van a presentar en algún momento del período de vida del proyecto, por lo que en este caso particular se proyecta emplear respaldo con acumuladores de energía y un 40 % de almacenamiento (en tanque).

Se considera que el régimen de consumo de agua a garantizar es de 24 horas al día los 365 días del año, por lo que las 5.5 horas picos que efectivamente se reciben en esta zona de Nicaragua no son suficientes para garantizar la condición anterior, es necesario el respaldo con baterías de ciclo profundo que bombeen el resto del día, los días muy nublados, y los días de mucha lluvia con poco o nada de sol.

VI. COSTO Y PRESUPUESTO

6.1. Línea de corte

Las líneas de corte o umbrales económicos son rangos de inversión a precios de mercado que garantiza que los usuarios beneficiarios del proyecto cuentan con la capacidad de pago suficiente para solventar los gastos de operación, mantenimiento y reposición de los activos del proyecto.

En el caso del sistema de agua potable para agua potable en el pacifico, centro y norte del país, este corresponde a U\$ 566.90 dólares de estados unidos por beneficiario.

6.2. Resumen de costos:

El cuadro anterior refleja que el monto total de ejecución del proyecto es de **C\$ 8,023,752.32 los** cuales incluye los componentes de construcción de MABE, captación de agua de lluvia y medidas de adaptación al Cambio Climático.

En cuanto a los aportes comunitarios se estima que la comunidad de Piedras Grandes 2 estará aportando el 5% del monto total de ejecución. Dentro de este aporte contempla las actividades de excavación y relleno de zanjas para instalación de tubería de agua potable, Acarreo de piedra bolón para losa donde se emplazará cada tanque de plástico en la captación de agua de lluvia, acarreo de tanque de almacenamiento de plástico para captación de agua de lluvia y acarreo de plantas para el componente de medidas de mitigación y adaptación al Cambio Climático.

Tabla 15. Resumen de costos por componentes del sistema MABE

| Resumen por Componente (Costos en C\$) | | |
|--|-------------|-------|
| Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2 | | |
| Compo nente | Descripción | Valor |

| | | |
|---|---|-------------------------|
| 1 | CONSTRUCCIÓN DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (MABE) | C\$ 4,154,061.90 |
| 2 | CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE CAPTACIÓN | C\$ 3,460,444.20 |
| 3 | CONSTRUCCIÓN DE OBRAS PARA ADAPTACIÓN ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO | C\$ 409,246.22 |

Tabla 16. Detalle del presupuesto del sistema MABE en la comunidad Piedras Grandes n°2

| Detalle de Presupuesto (Costos en C\$) | | | | |
|--|------------|-----------------|---------------------|------------------|
| Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2 | | | | |
| Departamento: Chontales | | | | |
| Municipio: Juigalpa | | | | |
| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
| Componente 1: Construcción de Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) | | | | |
| Proyectos de Agua y Saneamiento -MABE o MAG | | | | |
| 310 - PRELIMINARES | | | | 89,469.22 |
| 31002 - TRAZO Y NIVELACIÓN | M | 4,172.49 | 15.73 | 65,633.27 |
| 93599 - TRAZO DE EJE DE TUBERIA DE AGUA POTABLE (INCL. ESTACAS DE MADERA) (NO INCL. EQUIPO DE TOPOGRAFIA) | M | 4,172.49 | 15.73 | 65,633.27 |
| 31005 - RÓTULO | C/U | 1.00 | 23,835.95 | 23,835.95 |
| 04277 - RÓTULO TIPO FISE DE 1.22m x 2.44m (ESTRUCTURA DE ACERO+FORRO DE ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.DE 2,500 PSI(INCL. PINT. ANTICORROSIVA) | C/U | 1.00 | 23,835.95 | 23,835.95 |
| 320 - LÍNEA DE CONDUCCIÓN | | | | 91,833.41 |
| 32015 - TUBERIA DE 2" DE DIÁMETRO | M | 224.00 | 302.83 | 67,833.92 |
| 92170 - BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6" | C/U | 4.00 | 161.82 | 647.28 |
| 96165 - TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN) | M | 224.00 | 141.01 | 31,586.24 |
| 32023 - PRUEBAS HIDROSTÁTICAS | C/U | 1.00 | 206.86 | 206.86 |
| 96930 - PRUEBA HIDROSTÁTICA (DE PRESIÓN y DE ESTANQUEIDAD)(CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA y ACCESORIOS PVC Diám.<=2" L=HASTA 300m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE | C/U | 1.00 | 206.86 | 206.86 |
| 32024 - ACARREO DE TIERRA | M3 | 0.58 | 127.00 | 73.66 |

| Detalle de Presupuesto (Costos en C\$) | | | | |
|---|------------|-----------------|----------------------------|---------------------|
| Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2 | | | | |
| Departamento: Chontales | | | | |
| Municipio: Juigalpa | | | | |
| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
| 94390 - BOTAR (MANUAL) MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACION A 0.10 KM (100 m) | M3 | 0.58 | 127.00 | 73.66 |
| 32025 - VÁLVULAS Y ACCESORIOS | C/U | 1.00 | 23,718.97 | 23,718.97 |
| 03219 - VALVULA DE AIRE Y VACIO DE HIERRO FUNDIDO Diám.=1" CON CAJA DE REGISTRO DE LADRILLO CUARTERON DE 0.60mx0.60m, Prof.=0.8+1 BLOQUE DE REACCION DE CONCRET | C/U | 1.00 | 23,718.97 | 23,718.97 |
| 330 - LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN | | | | 2,353,516.37 |
| 33011 - ACARREO DE TIERRA | M3 | 0.59 | 127.00 | 74.93 |
| 94390 - BOTAR (MANUAL) MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACION A 0.10 KM (100 m) | M3 | 0.59 | 127.00 | 74.93 |
| 33014 - TUBERIA DE 1 ½" DE DIÁMETRO | M | 3,574.72 | 263.15 | 940,687.57 |
| 92170 - BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIOS MENORES A 6" | C/U | 4.00 | 161.82 | 647.28 |
| 96166 - TUBERIA DE PVC Diám.=1½" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN) | M | 3,574.72 | 101.33 | 362,226.38 |
| 33022 - PRUEBAS HIDROSTÁTICAS | C/U | 12.00 | 206.86 | 2,482.32 |
| 96930 - PRUEBA HIDROSTÁTICA (DE PRESIÓN y DE ESTANQUEIDAD)(CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA y ACCESORIOS PVC Diám.<=2" L=HASTA 300m PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE | C/U | 12.00 | 206.86 | 2,482.32 |
| 33023 - VÁLVULAS Y ACCESORIOS | C/U | 17.00 | 82,957.15 | 1,410,271.55 |
| 03532 - BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO DE 3,000 PSI REF. DE 0.50 m C/ANCLAJE DE VARILLAS DE HIERRO (INCL. EXC.) | C/U | 5.00 | 934.98 | 4,674.90 |
| 92163 - CAJA DE CONCRETO REF. DE 3,000 PSI DE 0.50mx0.50m, Alto=0.60m | C/U | 2.00 | 3,852.65 | 7,705.30 |

| Detalle de Presupuesto (Costos en C\$) | | | | |
|--|------------|-----------------|----------------------------|-------------------|
| Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2 | | | | |
| Departamento: Chontales | | | | |
| Municipio: Juigalpa | | | | |
| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
| 93130 - VÁLVULA (o LLAVE) DE PASE DE MARIPOSA DE BRONCE Diám.=1½" PARA AGUA | C/U | 6.00 | 1,257.21 | 7,543.26 |
| 94016 - PROTECTOR DE TUBO SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO FUNDIDO DÚCTIL Diám.=80mm(3") ISO 2531:2009, Clase C, Espesor de pared=4.4mm, C40, Presión de tra=40 Bar P/VA | C/U | 6.00 | 7,304.24 | 43,825.44 |
| 94017 - VALVULA REGULADORA DE PRESION DE HIERRO FUNDIDO Diám.=1½" | C/U | 2.00 | 42,713.16 | 85,426.32 |
| 95792 - VALVULA DE AIRE Y VACIO DE BRONCE Diám.=2" CONEXION CON ROSCA (NO INCL. EXCAVACION) | C/U | 2.00 | 8,092.09 | 16,184.18 |
| 96199 - VALVULA DE LIMPIEZA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=1½" | C/U | 1.00 | 18,802.82 | 18,802.82 |
| 33024 - CRUCES AÉREOS | C/U | 1.00 | 1,973.62 | 1,973.62 |
| 03809 - CRUCE AEREO CON TUBERIA SECCIÓN CI DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1½" CON SOPORTES CABLE DE ACERO Diám.=3/8" CON PILOTES DE CONCRETO 3,000 PSI(NO INCL.EX | M | 30.00 | 1,973.62 | 59,208.60 |
| 335 - TANQUE DE ALMACENAMIENTO | | | | 212,592.42 |
| 33501 - MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO | M3 | 43.94 | 1,327.05 | 58,310.58 |
| 92022 - NIVELETA DOBLE DE PINO DE 1.50m x 1.50m | C/U | 4.00 | 155.94 | 623.76 |
| 93278 - RELLENO Y COMPACTACIÓN (CON VIBRO-COMPACTADORA MANUAL) | M3 | 33.80 | 340.23 | 11,499.77 |
| 93398 - EXPLOTACIÓN O CORTE (MANUAL) EN BANCO DE PRÉSTAMO | M3 | 43.94 | 145.26 | 6,382.72 |
| 93630 - BOTAR (MANUAL) TIERRA SOBRANTE DE EXCAVACION A 0.50 KM | M3 | 43.94 | 307.39 | 13,506.72 |

Detalle de Presupuesto (Costos en C\$)

Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2

Departamento: Chontales

Municipio: Juigalpa

| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
|--|-----------|-------------|---------------------|-------------------|
| 95397 - ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT.SELECTO A 3.5 KMS,CARGA CON EQUIPO (INCL. DERECHO DE EXPLOTACIÓN) | M3 | 43.94 | 166.91 | 7,334.03 |
| 95569 - EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL Prof.=De 0.00 a 1.00m | M3 | 33.80 | 211.32 | 7,142.62 |
| 33502 - TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE MAMPOSTERIA | M3 | 9.00 | 12,908.39 | 116,175.51 |
| 03830 - PELDAÑO DE VARILLA DE HIERRO CORRUGADO GRADO 40,Diám.=5/8", Ancho de peldaño=0.30m, Desarrollo=0.90m (INCL. PINTURA ANTICORROSIVA) | C/U | 7.00 | 130.64 | 914.48 |
| 92008 - CONCRETO CICLÓPEO:20% CONCRETO DE 1,500 PSI+80% PIEDRA BOLÓN (CONSIDERANDO COMPRA DE PIEDRA BOLÓN) HECHURA CON MEZCLADORA(NO INCL.CLASIFIC,NI FUNDIDA) | M3 | 36.90 | 2,828.77 | 104,381.61 |
| 92009 - CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL. FUNDIDA) | M3 | 6.31 | 5,126.61 | 32,348.91 |
| 92027 - FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA VIGA ASISMICA DE 2 CARAS DE 0.20m | M | 2.80 | 343.23 | 961.04 |
| 92137 - REPELLO Y FINO CORRIENTE | M2 | 70.74 | 305.02 | 21,577.11 |
| 92282 - FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO | M3 | 6.31 | 348.72 | 2,200.42 |
| 92371 - FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA MUROS | M2 | 52.22 | 284.35 | 14,848.76 |
| 93070 - ANDEN DE CONCRETO (CON MEZCLADORA) SIN REF. Espesor=0.10m | M2 | 17.25 | 639.61 | 11,033.27 |
| 93353 - HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. <= AL No. 4+TACOS SEPARADORES | LBS | 1,544.32 | 34.46 | 53,217.27 |
| 93383 - HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. > AL No. 4+TACOS SEPARADORES | LBS | 69.88 | 39.13 | 2,734.40 |

Detalle de Presupuesto (Costos en C\$)

Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2

Departamento: Chontales

Municipio: Juigalpa

| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
|--|------------|-------------|---------------------|------------------|
| 93411 - PINTURA EPOXICA BLANCA (INCL. CATALIZADOR EPÓXICO BLANCO) SOBRE PAREDES DE TANQUES DE AGUA POTABLE | M2 | 28.80 | 599.38 | 17,262.14 |
| 95518 - FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA LOSA AEREA @ Alt.=2.40m (INCL. BARULES DE PINO DE 4" x 4") | M2 | 11.47 | 630.49 | 7,231.72 |
| 95522 - TAPA DE ACERO (A-36) DE 0.70mx0.70m, Esp.=1/8" CON 2 CANDADOS MEDIANOS (INCLUYE PINTURA ANTICORR) | C/U | 1.00 | 1,597.98 | 1,597.98 |
| 33507 - OTRO TIPO DE OBRAS | GLB | 1.00 | 38,106.33 | 38,106.33 |
| 02269 - VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diám.=2" (INCL.1.00m TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Y 4 BLOQUES DE REACCION) PARA LIMPIEZA | C/U | 1.00 | 7,768.35 | 7,768.35 |
| 03468 - CANAL DE DRENAJE TRAPEZ. DE CONCRETO DE 2,000 PSI SIN REF. Ancho=Var De 0.40m a 0.50m Alt.=0.20 a 0.35m CON REPELLO y FINO CORRIENT(INCL EXC.) | M | 23.00 | 1,431.50 | 32,924.50 |
| 04930 - CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2,500 PSI REF.+PARED DE BLOQUE DE MORTERO DE Ancho 1=1.00m,Ancho 2=1.00m,Alt.=1.00m CON REPELLO y FINO(NO INCL.EXC | C/U | 2.00 | 8,576.59 | 17,153.18 |
| 92067 - CERCO (A) DE POSTES DE CONCRETO PRETENSADO Alt.=2.55m @2.50m CON 7 HILADAS DE ALAMBRE DE PÚAS CAL.# 13½ CON BASE DE CONCRETO | M | 38.80 | 685.01 | 26,578.39 |
| 92468 - PORTÓN DE MARCO DE TUBO SECCIÓN CIRCU DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1½" CON FORRO DE MALLA CICLÓN DE ALAMBRE DE ACERO GALVANIZADO CAL #12 CON PINT ANTIC | M2 | 1.80 | 4,472.38 | 8,050.28 |
| 92848 - VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" CON 2 BRIDAS (o FLANGES) DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" | C/U | 3.00 | 10,393.14 | 31,179.42 |

| Detalle de Presupuesto (Costos en C\$) | | | | |
|--|------------|-----------------|----------------------------|------------------|
| Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2 | | | | |
| Departamento: Chontales | | | | |
| Municipio: Juigalpa | | | | |
| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
| 92853 - TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION) | M | 12.00 | 784.57 | 9,414.84 |
| 93848 - CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90° | C/U | 6.00 | 407.87 | 2,447.22 |
| 93873 - RESPIRADERO DE TUBO DE Ho. Go. Diám. = 3" | C/U | 1.00 | 1,483.00 | 1,483.00 |
| 94006 - TEE LISA DE PVC Diám.=2" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA | C/U | 2.00 | 151.56 | 303.12 |
| 94567 - UNION DRESSER DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" | C/U | 1.00 | 1,667.33 | 1,667.33 |
| 94966 - CODO LISO DE PVC Diám.=2", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA | C/U | 2.00 | 144.02 | 288.04 |
| 96165 - TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN) | M | 18.00 | 141.01 | 2,538.18 |
| 340 - FUENTE Y OBRAS DE TOMA | | | | 75,510.27 |
| 34001 - OBRAS DE CAPTACIÓN | C/U | 1.00 | 21,277.04 | 21,277.04 |
| 40020 - ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO(20 PARÁMETROS:Color,olor,durez,turbieda+CIANUROS y GASES DISUELTOS:NITROG.y Comp.),AMONÍACO y METANO)DE 1(UNA) MUESTRA DE AGUA | C/U | 1.00 | 6,493.65 | 6,493.65 |
| 40021 - ANÁLISIS BIOLÓGICOS-BACTERIOLÓGICO COMPLETO(Bacterias coliformes fecales y totales, Escherichia Coli) DE 1(UNA) MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE | C/U | 1.00 | 1,890.90 | 1,890.90 |
| 40089 - ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA (ARSÉNICO) DE 1(UNA) MUESTRA DE AGUA PARA AGUA POTABLE | C/U | 1.00 | 2,090.52 | 2,090.52 |
| 92620 - LIMPIEZA Y DESARROLLO (POR MEDIO DE PRESION DE AIRE) EN TUBO PARA ESTABILIZAR PAREDES EN POZOS | HRS | 2.00 | 1,837.62 | 3,675.24 |
| 94525 - PLATINA CUADRADA DE HIERRO FUNDIDO DE 16" CON 1(UN) ORIFICIO AL CENTRO Diám.=3",Espesor=¼" PARA SOPORTE DE EQUIPO DE BOMBEO | C/U | 1.00 | 6,754.29 | 6,754.29 |

| Detalle de Presupuesto (Costos en C\$) | | | | |
|--|------------|-----------------|----------------------------|---------------------|
| Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2 | | | | |
| Departamento: Chontales | | | | |
| Municipio: Juigalpa | | | | |
| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
| 94646 - PRUEBA DE BOMBEO (CON BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 20 HP,3/60/230 V y PLANTA GENERADOR ELECTRICO Potencia=5 KVA) ESCALONADA | HRS | 12.00 | 1,268.69 | 15,224.28 |
| 95849 - TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" PARA COLUMNA DE DESCARGA | M | 25.00 | 941.37 | 23,534.25 |
| 34008 - CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES | M2 | 17.00 | 3,190.19 | 54,233.23 |
| 92067 - CERCO (A) DE POSTES DE CONCRETO PRETENSADO Alt.=2.55m @2.50m CON 7 HILADAS DE ALAMBRE DE PÚAS CAL.# 13½ CON BASE DE CONCRETO | M | 51.00 | 685.01 | 34,935.51 |
| 92625 - PORTÓN DE MARCO DE TUBO SECCIÓN CIRCULAR DE Ho.No. Diám=1½" CON TUBO IND. CUADRADO DE Ho.No.DE 3/4" CON PINT.ANT | M2 | 17.00 | 2,505.18 | 42,588.06 |
| 345 - ESTACIÓN DE BOMBEO - AGUA POTABLE | | | | 1,113,285.96 |
| 34501 - CASETA DE CONTROL | M2 | 5.76 | 117,375.27 | 676,081.56 |
| 03032 - CASETA DE MAMPOSTERIA CONFINADA DE PARED DE LADRILLO CUARTERON SÓLIDO DE BARRO+ Área=5.76m2 PARA CONTROLES | C/U | 1.00 | 117,375.27 | 117,375.27 |
| 34507 - OBRAS VARIAS | GLB | 1.00 | 190,960.82 | 190,960.82 |
| 02562 - LOSA DE CONCRETO DE 2,500 PSI Esp.=0.07m, SIN REF. CON FINO CORRIENTE (INCL. EXCAVACION) | M2 | 6.00 | 861.09 | 5,166.54 |
| 05379 - SARTA DE TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2"(INCL.1 VALV DE ALIVIO DE Ho.Fo.Diám.=2"+1 VALVU DE COMPUERTA D Ho.Fo.Diám.=2"+MEDIDOR MAESTRO Ho.Fo.2" | C/U | 1.00 | 101,322.22 | 101,322.22 |
| 92009 - CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO) (NO INCL. FUNDIDA) | M3 | 1.50 | 5,126.61 | 7,689.92 |
| 92282 - FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO | M3 | 1.50 | 348.72 | 523.08 |
| 92388 - FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA FUNDACIONES | M2 | 8.00 | 405.96 | 3,247.68 |

| Detalle de Presupuesto (Costos en C\$) | | | | |
|---|------------|-----------------|----------------------------|-------------------|
| Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2 | | | | |
| Departamento: Chontales | | | | |
| Municipio: Juigalpa | | | | |
| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
| 95311 - FILTRO (CUERPO DE PLÁSTICO) D=3" DE 50 MICRAS | C/U | 1.00 | 38,185.97 | 38,185.97 |
| 95849 - TUBERIA SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" PARA COLUMNA DE DESCARGA | M | 30.00 | 941.37 | 28,241.10 |
| 95870 - BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 1.5 HP, Q=16.40 GPM, CTD=250', 1/60/230 v | C/U | 1.00 | 43,768.88 | 43,768.88 |
| 34509 - INSTALACIONES ELÉCTRICAS -FOTOVOLTAICA | GLB | 1.00 | 246,243.58 | 246,243.58 |
| 37939 - ESTRUCTURA DE ANGULARES y PLATINAS DE ALUMINIO P/SOPORTE DE PANEL (MÓDULO) SOLAR (NO AFECTADO PO FT) | C/U | 2.00 | 6,534.58 | 13,069.16 |
| 37947 - CAJA DE PLÁSTICO De 4" x 8" PARA CONEXIONES ELECTRICAS (ELECTRICAL JUNCTION BOX) | C/U | 4.00 | 708.30 | 2,833.20 |
| 92266 - CAJA DE REGISTRO DE ACERO (Rolado en frío) GALVANIZADO DE 4" x 4", 46mm(1-3/16"), Esp.=1.5 mm con perforaciones para salida y entrada de ½" y 3/4" P/ELEC | C/U | 8.00 | 421.76 | 3,374.08 |
| 92267 - CAJA DE REGISTRO DE ACERO (Rolado en frío) GALVANIZADO DE 2" x 4", 46mm(1-3/16"), Esp.=1.5 mm con perforaciones para salida y entrada de ½" y 3/4" P/ELEC | C/U | 5.00 | 290.95 | 1,454.75 |
| 92268 - CANALIZACION CON TUBO CONDUIT DE PVC Diám.=½" (INCL. BRIDAS DE EMT) | M | 25.00 | 71.93 | 1,798.25 |
| 92270 - CABLE ELECTRICO DE COBRE THHN Cal.#12 AWG | M | 100.00 | 34.85 | 3,485.00 |
| 92286 - ALISTAR ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4 | LBS | 23.03 | 2.87 | 66.10 |
| 92550 - TUBO DE EMT Diám.=1½" L= 5.00 m CON CALAVERA DE EMT Diám. = 1½" | C/U | 2.00 | 1,587.32 | 3,174.64 |
| 92558 - BREAKER DE 1 POLO x 20 AMPERIOS | C/U | 4.00 | 538.52 | 2,154.08 |
| 92559 - BREAKER DE 1 POLO x 15 AMPERIOS | C/U | 4.00 | 488.44 | 1,953.76 |
| 92648 - CABLE ELECTRICO DE COBRE THHN #4 AWG-R | M | 30.00 | 152.06 | 4,561.80 |

Detalle de Presupuesto (Costos en C\$)

Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2

Departamento: Chontales

Municipio: Juigalpa

| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
|--|-----|----------|---------------------|-----------|
| 92650 - CABLE ELECTRICO DE COBRE THHN Cal.#6 AWG | M | 30.00 | 100.12 | 3,003.60 |
| 92698 - BREAKER DE 2 POLOS x 20 AMPERIOS | C/U | 1.00 | 1,031.28 | 1,031.28 |
| 92914 - POSTE DE MADERA PINO TRATADO Diám.=6", L=30' SIN RETENIDA (NO INCL. ESTRUCTURA ELECTRICA) | C/U | 1.00 | 13,075.50 | 13,075.50 |
| 93179 - CANALIZACION CON TUBO DE EMT Diám.=½" (INCL. BRIDAS DE EMT) | M | 10.00 | 97.94 | 979.40 |
| 93343 - BREAKER DE 2 POLOS x 15 AMPERIOS | C/U | 1.00 | 976.40 | 976.40 |
| 93465 - VIGILANCIA (TURNO DE 12 HORAS) | MES | 1.00 | 9,188.28 | 9,188.28 |
| 93523 - LAMPARA (o LUMINARIA) TIPO COBRA DE MERCURIO DE 150 WATTS/120V TIPO SYLVANIA MOD.2250 CON BRAZO DE ACERO GALVANIZADO | C/U | 1.00 | 7,343.84 | 7,343.84 |
| 93641 - BOMBILLO FLUORESCENTE DE 13 WATTS + CEPO DE PORCELANA REDONDO (NO INCL. CAJA DE REGISTRO) | C/U | 2.00 | 519.31 | 1,038.62 |
| 93711 - TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO DE 20 AMP/120 V CON PLACA METALICA PARA INTEMPERIE | C/U | 2.00 | 607.29 | 1,214.58 |
| 93749 - CABLE ELECTRICO DE COBRE PROTODURO TGP #3x4(600 VOLTIOS) | M | 20.00 | 682.54 | 13,650.80 |
| 93811 - APAGADOR DOBLE DE 15 AMP/120V CON PLACA DE BAQUELITA | C/U | 2.00 | 299.34 | 598.68 |
| 94110 - PANEL (o TABLERO) MONOFASICO 12 ESPACIOS, 120/208 VOLTIOS, BARRA DE 125 AMPERIOS CON MAIN BREAKER DE 2x60 AMP | C/U | 1.00 | 11,798.07 | 11,798.07 |
| 94341 - CAJA DE REGISTRO DE ACERO (Rolado en frío) GALVANIZADO DE 6" x 6",46mm(1-3/16"),Esp.=1.5 mm con perforaciones para salida y entrada de ½"y 3/4" P/ELEC | C/U | 1.00 | 779.99 | 779.99 |
| 94520 - GUARDANIVEL DE 230 VOLTIOS CON CONTROL DE 3 ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE (INCL. CAJA P/GUARDANIVE) | C/U | 1.00 | 12,036.25 | 12,036.25 |

Detalle de Presupuesto (Costos en C\$)

Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2

Departamento: Chontales

Municipio: Juigalpa

| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
|--|-----|----------|---------------------|-----------|
| 94819 - HACER BALANCE DE CARGA EN PANELES | C/U | 1.00 | 1,951.54 | 1,951.54 |
| 94844 - CONECTOR CONDUIT DE PVC Diám.=1/2" | C/U | 3.00 | 42.68 | 128.04 |
| 94845 - UNION CONDUIT DE PVC Diám. = 1/2" | C/U | 3.00 | 44.02 | 132.06 |
| 95113 - MUFA CALAVERA DE ALUMINIO CON ROSCA PARA TUBO Diám.=2" ACABADO GALVANIZADO | C/U | 1.00 | 493.49 | 493.49 |
| 95294 - CODO RADIO LARGO (o CURVA) DE PVC Diám.=1",90°, TIPO LIVIANO JUNTA CEMENTADA | C/U | 4.00 | 281.47 | 1,125.88 |
| 95316 - CABLE ELECTRICO DE COBRE TSJ (Thermoplastic Screened Jacket) 3x12 AWG | M | 30.00 | 145.65 | 4,369.50 |
| 95334 - SUM. e INST. DE INVERSOR DE CORRIENTE DE 1,500 W, 12 V, DC/110V AC | C/U | 1.00 | 25,283.12 | 25,283.12 |
| 95341 - TERMINALES DE OJO PARA CABLE ELECTRICO #4 AWG | C/U | 9.00 | 232.74 | 2,094.66 |
| 95342 - TERMINALES DE OJO PARA CABLE ELECTRICO #6 AWG | C/U | 9.00 | 188.69 | 1,698.21 |
| 95598 - CABLE ELECTRICO DE COBRE SUMERGIBLE TGP #3X6 AWG | M | 100.00 | 70.36 | 7,036.00 |
| 95693 - BRIDA DE EMT Diám.=1/2" | C/U | 30.00 | 35.32 | 1,059.60 |
| 95823 - CABLE ELECTRICO DE COBRE DESNUDO Cal.#6 AWG | M | 30.00 | 93.49 | 2,804.70 |
| 95963 - GUARDANIVEL DE 230 VOLTIOS CON CONTROL DE 2 ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE (INCL. CAJA PARA GUARDANI | C/U | 1.00 | 10,917.29 | 10,917.29 |
| 96149 - CODO LISO DE PVC Diám.=1/2", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA | C/U | 2.00 | 27.71 | 55.42 |
| 96424 - ESTRUCTURA ELECTRICA M2-1:POLO A TIERRA CON VARILLA SÓL DE COBRE Diám.=16mm(5/8"),L=2.44m(8')CON 12m ALAMBRE DE COBRE SÓLIDO#4(VÁLIDO A PARTIR FEB2015 | C/U | 3.00 | 5,251.08 | 15,753.24 |

| Detalle de Presupuesto (Costos en C\$) | | | | |
|--|------------|-----------------|----------------------------|-------------------|
| Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2 | | | | |
| Departamento: Chontales | | | | |
| Municipio: Juigalpa | | | | |
| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
| 96436 - CAJA DE CONTROL PARA BOMBA SUMERGIBLE DE 1.5 HP, Q=55 GPM, CTD=57 PIES, 1/60/230V (PROY. CORN ISLAND) | C/U | 1.00 | 6,270.63 | 6,270.63 |
| 96444 - ARRANCADOR MAGNÉTICO (A TENSIÓN COMPLETA) P/MOTOR DE 1.5 HP, Q=55 GPM, CTD=57' | C/U | 1.00 | 60,090.80 | 60,090.80 |
| 96460 - AISLADOR DIELECTRICO PARA CONTACTOS DE ARRANCADORES (Presentación en spray) Contenido=400 ml | C/U | 780.57 | 1,222.01 | 953,864.35 |
| 96773 - SUPRESOR DE SOBREVOLTAJE DE 80KA 120/240V MONOFÁSICO TIPO LEVITON Ó SIMILAR MODELO # 42120-001 | C/U | 1.00 | 23,081.59 | 23,081.59 |
| 96939 - PANEL SOLAR (MODULO) FOTOVOLTAICO DE 310 W TENSION NOMINAL 24V (NO INC. ESTRUCTURA SOPORTE Y ACC. CONEXION) | C/U | 10.00 | 13,365.60 | 133,656.00 |
| 96942 - BATERIA DE CICLO PROFUNDO 12 VOLTIOS, CAPACIDAD =200 AH | C/U | 12.00 | 13,723.16 | 164,677.92 |
| 96943 - CONTROLADOR DE CARGA DE 60 AMP-MPPT, 48V | C/U | 1.00 | 14,063.41 | 14,063.41 |
| 360 - PLANTA DE PURIFICACIÓN | | | | 7,262.84 |
| 36003 - EQUIPO DE CLORINACIÓN (COMPLETO) | C/U | 1.00 | 7,262.84 | 7,262.84 |
| 96213 - CLORADOR (DOSIFICADOR DE CLORO) FABRICADO CON NIPLE DE PVC+TEE DE PVC+CODO PVC (ENTREGA FORMA DE PASTILLA Diám.=0.038m(1½"), Presión de trabajo=10-40PSI | C/U | 1.00 | 7,262.84 | 7,262.84 |
| 350 - CONEXIONES | | | | 210,591.42 |
| 35002 - OTRO TIPO DE CONEXIONES | C/U | 13.00 | 16,199.34 | 210,591.42 |
| 02105 - PUESTO PUBLICO DE CONCRETO CICLOPEO (TÍPICO PARA AGUA POTABLE) (CONS. COMPRA DE PIEDRA BOLON | C/U | 13.00 | 11,009.45 | 143,122.85 |
| 92067 - CERCO (A) DE POSTES DE CONCRETO PRETENSADO Alt.=2.55m @2.50m CON 7 HILADAS DE ALAMBRE DE PÚAS CAL.# 13½ CON BASE DE CONCRETO | M | 462.00 | 685.01 | 316,474.62 |
| 92177 - TUBERIA DE PVC Diám.=½" (SDR-13.5) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN) | M | 21.42 | 32.50 | 696.15 |

| Detalle de Presupuesto (Costos en C\$) | | | | |
|--|------------|-----------------|----------------------------|---------------------|
| Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2 | | | | |
| Departamento: Chontales | | | | |
| Municipio: Juigalpa | | | | |
| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
| 92468 - PORTÓN DE MARCO DE TUBO SECCIÓN CIRCU DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1½" CON FORRO DE MALLA CICLÓN DE ALAMBRE DE ACERO GALVANIZADO CAL #12 CON PINT ANTIC | M2 | 21.60 | 4,472.38 | 96,603.41 |
| Componente 2: Construcción de Obras de Captación | | | | |
| Proyectos de Agua y Saneamiento- Sistemas de Captación de agua de lluvia | | | | |
| 992 - SISTEMA DE CAPTACION Y ALMACENAMIENTO | | | | 3,460,444.20 |
| 99202 - CISTERNA DE ALMACENAMIENTO | C/U | 46.00 | 75,224.06 | 3,460,306.76 |
| 23767 - CANAL DE PVC DE 0.15m x 0.15m, L=6.00m, Esp.=1.7 mm COLOR BLANCO | C/U | 92.00 | 1,105.52 | 101,707.84 |
| 29068 - VÁLVULA (o LLAVE) DE CHORRO DE BRONCE Diám.=½" CON UN EXTREMO ROSCA MACHO, PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO=125 PSI PARA AGUA | C/U | 46.00 | 558.31 | 25,682.26 |
| 34580 - TANQUE CILÍNDRICO DE PLÁSTICO COLOR NEGRO Cap.=10,000 LITROS, Diám.=2.24m, Alt.=3.00m PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA TIPO ROTOPLAS | C/U | 46.00 | 68,227.87 | 3,138,482.02 |
| 92227 - EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL | M3 | 6.75 | 113.66 | 767.21 |
| 92282 - FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO | M3 | 103.87 | 348.72 | 36,221.55 |
| 92388 - FORMALETA DE MADERA DE PINO PARA FUNDACIONES | M2 | 197.40 | 405.96 | 80,136.50 |
| 94214 - TUBERIA DE PVC Diám.=3" (SDR-41) (ASTM D2665) PARA DWV (Drain-Waste-Vent) DRENAJE-DESECHOS- VENTILACIÓN (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN) | M | 6.00 | 207.83 | 1,246.98 |
| 94268 - ACARREO (CON CARRETA DE BUEYES) DE ARENA A 0.50 KMS (NO INCL. COSTO DE ARENA) | M3 | 101.52 | 137.34 | 13,942.76 |
| 94372 - TAPON HEMBRA LISO DE PVC Diám.=3" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA | C/U | 92.00 | 156.92 | 14,436.64 |

| Detalle de Presupuesto (Costos en C\$) | | | | |
|---|------------|-----------------|----------------------------|------------------|
| Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2 | | | | |
| Departamento: Chontales | | | | |
| Municipio: Juigalpa | | | | |
| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
| 94968 - CODO LISO DE PVC Diám.=3", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA | C/U | 276.00 | 347.12 | 95,805.12 |
| 95378 - TEE LISA DE PVC Diám.=3" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA | C/U | 138.00 | 412.30 | 56,897.40 |
| 95484 - CONCRETO CICLÓPEO:20% CONCRETO DE 1,500 PSI+80% PIEDRA BOLÓN (CONSIDERANDO PIEDRA BOLÓN DEL SITIO) HECHURA CON MEZCLADORA(NO INCL.CLASIFICA.NI FUNDIDA) | M3 | 103.87 | 2,346.34 | 243,714.34 |
| 95524 - BAJANTE DE TUBO DE PVC Diám.=3" (SDR-41) (INCL. CODO LISO DE PVC Diám.=3",90° +TEE SANITARIA DE PVC+TAPON HEMBRA DE PVC Diám.=3"(NO INCL. BRIDAS) | M | 368.00 | 542.62 | 199,684.16 |
| 96267 - PIEDRA BOLÓN CLASIFICADA Diám.=MAYOR DE 0.05m SELECCIONADA(CONSIDER. DERECHO DE EXPLOTACIÓN y COLOCACIÓN MANUAL) | M3 | 6.75 | 313.55 | 2,116.46 |
| 99208 - OTRO TIPO DE OBRAS | C/U | 1.00 | 137.44 | 137.44 |
| 92277 - CONFORMACION MANUAL DE TERRENO CON CORTES Y RELLENOS De 0 HASTA 5 cm | M2 | 207.27 | 10.44 | 2,163.90 |
| 94390 - BOTAR (MANUAL) MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACION A 0.10 KM (100 m) | M3 | 10.34 | 127.00 | 1,313.18 |
| Componente 3: Construcción de OBRAS PARA ADAPTACIÓN ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO | | | | |
| Obras de Adaptación al Cambio Climático | | | | |
| 1205 - REFORESTACIÓN | | | | 96,463.00 |
| 120502 - SISTEMA SILVOPASTORIL | HA | 10.00 | 8,512.03 | 85,120.30 |
| 22781 - MALLA DE ALAMBRE GALVANIZADO TRIPLE T CON ORIFICIO FORMA HEXAGONAL TIPO GALLINA CAL.#22,Ancho=1.83m(6'),Largo=30.48 m(100') | ROL | 30.00 | 2,194.62 | 65,838.60 |
| 25708 - ESTACA DE MADERA DE PINO DEL SITIO Diám.= 2" (0.0508 m), L= 1.00 m | C/U | 8,400.00 | 7.00 | 58,800.00 |

Detalle de Presupuesto (Costos en C\$)

Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2

Departamento: Chontales

Municipio: Juigalpa

| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
|--|-----------|--------------|---------------------|-------------------|
| 28080 - ABONO ORGANICO -Composta (materiales de maleza y broza bien mezclados y homogenizados) PARA PLANTAS | LBS | 1,100.00 | 21.92 | 24,112.00 |
| 28661 - PLANTA FORESTAL (Especie MADERO NEGRO, Etc.) Tamaño en vivero Alt.=0.30m | C/U | 2,100.00 | 6.18 | 12,978.00 |
| 51072 - CAVA HOYOS (Pala) MANUAL CON 2 ASAS y 2 Hojas,Long.total=1.22m(Agarradera de madera fresno Diám.=1",palín de acero al carbono,Long.=0.36m,color negro) | C/U | 1.00 | 780.00 | 780.00 |
| 92108 - ELIMINAR (QUITAR) MANUALMENTE (CON MACHETE) LA MALEZA | HA | 10.00 | 3,628.78 | 36,287.80 |
| 92598 - APLICACION DE FERTILIZANTES (MIL PLANTAS) | MIL | 2.10 | 1,477.42 | 3,102.58 |
| 92711 - HACER HOYOS (CON PIOCHA) PARA SIEMBRA DE PLANTAS | MIL | 2.10 | 391.80 | 822.78 |
| 97086 - ACARREO MANUAL DE PLANTA VIVERO Alt.=0.30m | C/U | 2,100.00 | 4.31 | 9,051.00 |
| 120503 - RESTAURACIÓN DE BOSQUE DE GALERÍA | HA | 5.00 | 2,268.54 | 11,342.70 |
| 25708 - ESTACA DE MADERA DE PINO DEL SITIO Diám.= 2" (0.0508 m), L= 1.00 m | C/U | 4,200.00 | 7.00 | 29,400.00 |
| 28080 - ABONO ORGANICO -Composta (materiales de maleza y broza bien mezclados y homogenizados) PARA PLANTAS | LBS | 550.00 | 21.92 | 12,056.00 |
| 38353 - ARBOL FORESTAL (Laurel,Laurel negro,Eucalipto,Guachipilín, Etc.) Tamaño en vivero Alt.=1.50m | C/U | 1,050.00 | 66.44 | 69,762.00 |
| 92598 - APLICACION DE FERTILIZANTES (MIL PLANTAS) | MIL | 1.05 | 1,477.42 | 1,551.29 |
| 92711 - HACER HOYOS (CON PIOCHA) PARA SIEMBRA DE PLANTAS | MIL | 1.05 | 391.80 | 411.39 |
| 92943 - CHAPEAR (CON MACHETE) (LIMPIEZA DE PLANTAS) | HA | 5.00 | 299.65 | 1,498.25 |
| 97086 - ACARREO MANUAL DE PLANTA VIVERO Alt.=0.30m | C/U | 1,050.00 | 4.31 | 4,525.50 |
| 1210 - OBRAS DE INFILTRACIÓN | | | | 260,112.15 |
| 121001 - ZANJAS DE INFILTRACION | ML | 21.80 | 11,931.75 | 260,112.15 |

| Detalle de Presupuesto (Costos en C\$) | | | | |
|---|------------|-----------------|----------------------------|------------------|
| Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2 | | | | |
| Departamento: Chontales | | | | |
| Municipio: Juigalpa | | | | |
| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
| 28663 - PLANTA GRAMÍNEAS (Especie ZACATE ESTRELLA) Tamaño en vivero Alt.=0.30m | C/U | 683.00 | 18.55 | 12,669.65 |
| 92456 - GRAVILLA DE RIO (CANTO RODADO MENOR DE 0.05m) (CONS. COMPRA) | M3 | 53.66 | 1,217.39 | 65,325.15 |
| 94104 - GEOTEXTIL NO TEJIDO DE POLIPROPILENO NT-3000 Espesor=2 mm | M2 | 109.10 | 136.22 | 14,861.60 |
| 97089 - TUBERIA DE DOBLE PARED (Exterior:corrugada,Interior:Lisa) DE PVC Diám.=36" CON EMPAQUE DE HULE(NO INCL. EXCAVACION) | M | 18.00 | 10,559.59 | 190,072.62 |
| 121002 - POZOS DE INFILTRACIÓN | C/U | 46.00 | 741.24 | 34,097.04 |
| 94215 - TUBERIA DE PVC Diám.=4" (SDR-41) (ASTM D2665) PARA DWV (Drain-Waste-Vent) JUNTA CEMENTADA (NO INCL. EXCAVACIÓN) | ML | 282.00 | 281.37 | 79,346.34 |
| 96197 - CODO LISO DE PVC Diám.=4", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA | C/U | 46.00 | 459.87 | 21,154.02 |
| 1235 - CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL | | | | 41,433.60 |
| 123501 - TALLERES SOBRE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO | C/U | 2.00 | 20,716.80 | 41,433.60 |
| 60447 - Realizar Taller de capacitación No. 1: Medidas de protección de las fuentes de agua ante los efectos del Cambio Climático | C/U | 1.00 | 10,358.40 | 10,358.40 |
| 60448 - Realizar Taller de capacitación No. 2: Establecimiento de un sistema agroforestal y silvopastoril | C/U | 1.00 | 10,358.40 | 10,358.40 |
| 1240 - OTROS | | | | 11,237.47 |
| 124001 - OTRAS OBRAS | C/U | 1.00 | 11,237.47 | 11,237.47 |

| Detalle de Presupuesto (Costos en C\$) | | | | |
|--|------------|-----------------|----------------------------|---------------------|
| Proyecto: Agua y Saneamiento Comunidad Piedras Grandes 2 | | | | |
| Departamento: Chontales | | | | |
| Municipio: Juigalpa | | | | |
| ETAPA \ SUBETAPA \ ACTIVIDAD | U.M | Cantidad | Precio Unitario C\$ | Total C\$ |
| 93121 - TUBERIA DE PVC Diám.=6" (SDR-41) (ASTM D2665) PARA DWV (Drain-Waste-Vent) DRENAJE-DESECHOS-VENTILACIÓN) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN) | M | 240.00 | 526.28 | 126,307.20 |
| 93837 - PLÁSTICO (Polietileno de baja densidad-LDPE por sus siglas en inglés,Low Density Polyethylene) Espesor=0.2mm (800 Galgas) COLOR NEGRO | M2 | 165.00 | 317.14 | 52,328.10 |
| 94554 - MURO DE GAVIONES DE MALLA HEXAGONAL A DOBLE TORSION EN SISTEMA MODULAR DE MALLA HORIZONTAL PARA REFORZAR SUELOS y TALUD TIPO TERRAMESH, Alt.=5.00 m | M3 | 54.00 | 3,401.15 | 183,662.10 |
| 95007 - FILTRO (FILTRON) (BALDE DE PLASTICO) Cap.=5 Glns CON PANA DE BARRO Diám.=0.20m PARA AGUA MODELO SEGOVIA(SOLO SUMINISTRO) NO INCL.MANO DE OBRA) | C/U | 46.00 | 1,583.82 | 72,855.72 |
| 95015 - TEE LISA DE PVC Diám.=6" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA | C/U | 4.00 | 1,507.98 | 6,031.92 |
| 95280 - CODO LISO DE PVC Diám.=6", 45° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA | C/U | 1.00 | 1,137.80 | 1,137.80 |
| 95665 - TUBERIA DE PVC Diám.=6" (SDR-41) (ASTM D2665) PARA DWV(Drain-Waste-Vent (JUNTA CEMENTADA) CON 3 HILADAS DE PERFORACIONES DE Diám.=¼" (6.35 mm) @ 0.05m | M | 15.50 | 821.87 | 12,738.99 |
| 95798 - TAPON HEMBRA LISO DE PVC Diám.=6" (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA | C/U | 4.00 | 736.36 | 2,945.44 |
| 96994 - CODO LISO DE PVC Diám.=6", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA | C/U | 1.00 | 1,205.07 | 1,205.07 |
| | | | Total: | 8,023,752.32 |

6.3. Estudio de tarifa

La metodología a utilizar para el cálculo tarifario, está basado en los lineamientos emitidos por el INAA en el documento "Guía para el cálculo y fijación de tarifas de agua potable y alcantarillado sanitario para sistemas menores de quinientas conexiones".

En este documento se expone lo siguiente:

1-) Ley 297 en su artículo No. 11 Establece que el INAA, emitirá un régimen especial de normas para la explotación de los servicios y fijación de Tarifas.

2-) Los Acueductos Rurales utilizarán la metodología de costos promedios para el cálculo de sus Tarifas. Esta Metodología define la tarifa como la suma de los costos totales anuales de prestación del servicio dividido entre el volumen de agua producida en un año.

Calculo de costos de operación y Mantenimiento para el MABE:

a) Salarios:

| CALCULO DE LOS COSTOS DE PERSONAL ANUALES - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO AGUA POTABLE | | | | | | | | |
|--|------------------------|-----------------|---------------|-----------|------------|--------|---------------|------------------|
| No. Empleados | Tipo de Empleados | Salario mensual | Salario Anual | Aguinaldo | Vacaciones | Inatec | Seguro Social | Total Anual |
| | | C\$ | C\$ | C\$ | C\$ | | patronal | |
| 1 | Administrador/Operador | 2,000.00 | 24,000.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24,000.00 |
| | TOTAL | | | | | | | 24,000.00 |

b) Gastos de operación y mantenimiento:

| GASTO ANUAL EN CORDOBAS DE ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALES | |
|--|--------------|
| Descripción | C\$ |
| Combustibles y lubricantes | 0 |
| Papelería y Utiles de Oficina | 500 |
| Servicios de Teléfonos | 0 |
| Servicios de Internet | 0 |
| Viáticos | 1,000 |
| Utiles de limpieza | 800 |
| Elaboración de Facturas | 500 |
| Total | 2,800 |

c) Costo de Recuperación de activos fijos RAF:

| COSTO DE REPOSICIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO | | | |
|---|---------------------------------------|-----------------------------|--|
| CONCEPTO | VALOR DE ADQUISICIÓN (C\$) | VIDA UTIL - AÑOS | COSTO DE REPOSICIÓN (C\$) |
| | | | 2020 |
| PRODUCCIÓN AGUA POTABLE | | | |
| Equipo de bombeo | 73,000 | 5 | 14,600 |
| Sistema Fotovoltaico | 60,500 | 5 | 12,100 |
| Sarta de equipo de bombeo | 15,000 | 5 | 3,000 |
| TOTAL AP | 148,500 | | 29,700 |
| ACTIVOS FIJOS NETOS | | | |
| | VALOR INICIAL 2020 | 2020 | 2040 |
| AGUA | 148,500 | 148,500 | 118,800 |
| TOTAL | 148,500 | 148,500 | 118,800 |

d) Costo de Cloro:

| COSTO ANUAL DE PRODUCTOS QUIMICOS | | | | | | | |
|--|----------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Año | Produccion (m³/año) | produccion lts | mg / lts | concentracion mg/lts | Cloro litros | cloro C\$/gls | C\$ totales |
| 2,017 | 8,101 | 8101,007 | 2.5 | 4860,604 | 4.17 | 125 | 137.6 |

e) Resumen de los costos

| COSTO ANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | Costo anual | Costo Mensuales |
|---|----------------------|------------------------|
| Descripción | C\$ | C\$ |
| Energía Eléctrica | 0 | 0 |
| Productos Químicos | 138 | 11 |
| Costos Directos de Personal (OyM) | 24,000 | 2,000 |
| Materiales | 1000 | 83 |
| Combustibles y lubricantes | 0 | 0 |
| Costos Directos de Mantenimiento | 1000 | 83 |
| Otros Costos Directos | 1,000 | 83 |
| Costos de reposición | 29,700 | 2,475 |
| Total | C\$ 56,837.60 | C\$ 4,736.47 |

Tarifa establecida para MABE:

| ESTADO DEL FLUJO DE EFECTIVO - AGUA POTABLE | |
|--|------------------|
| (En Córdoba) | |
| Viviendas Servidas - Puesto Publicos | 10 |
| % del Total, viviendas servidas | 30 |
| Volumen de Ventas (m ³) | 9,316 |
| INGRESOS | |
| Facturación de Agua Potable | 62,638 |
| (-) Descuentos y Rebajas | 0 |
| Otros Ingresos | |
| Préstamos | 0 |
| Aportes de los Socios | 900 |
| TOTAL INGRESOS (A) | 63,538 |
| GASTOS CORRIENTES | |
| Gastos de operación y mantenimiento | 56,838 |
| Materiales | 1,000 |
| Combustibles y lubricantes | 0 |
| Costos Directos de Mantenimiento | 1,000 |
| Otros Costos Directos | 1,000 |
| Gastos Administrativos y de Comercializacion | 2,800 |
| TOTAL GASTOS CORRIENTES (B) | 62,638 |
| CRITERIOS / SUPUESTOS | |
| Ventas (m ³) | 9,316 |
| Egresos (C\$) | 62,638 |
| Tarifa a Costos Promedios C\$/m ³ Fórmula | 6.72 |
| Tarifa a Costos Promedios C\$/m ³ Valor | 6.72 |
| Rebajas anuales (máximo) | 0% |
| agua no contabilizada | 15% |
| TARIFA PROMEDIO ESTIMADA | |
| Consumo promedio por vivienda en m ³ /mes | 10.8 |
| Tarifa promedio estimada C\$/mes | C\$ 72.61 |

Costo de Operación y Mantenimiento para captación de agua de lluvia:

a. Costo de cloro

| Hipoclorito de Calcio | | Vol. Cloro / día | |
|--|---------|-------------------------|------------------------|
| Consumo Máximo Día = 21.60 m ³ | | 0.0125 kg | |
| Dosis promedio = 2.00 mg/lit | | Vol. Cloro / año | Costo del cloro |
| Concentración comercial = 65.00% | | 4.51 kg | C\$ 60.01 / kg |
| Concentración solución = 1.00% | | Costo mensual | C\$ 22.55 |
| | | Costo Anual | C\$ 270.65 |
| Rendimiento kg/ día | 60 días | | |
| Rendimiento según Datos Valvulas y Filtraciones,S.A. | | | |

b. Personal de apoyo

| | CANTIDAD | Salario Mensual | Costo Mensual | Costo Anual |
|----------------------------|-----------------|------------------------|----------------------|--------------------|
| Responsable de Matto | 1 | 1,000.00 | 1,000.00 | 12,000.00 |
| Administrador | 1 | 1,200.00 | 1,200.00 | 14,400.00 |
| | | Totales | 2,200.00 | 26,400.00 |
| 20% Asume Captación | 20% | Totales | 440.00 | 5,280.00 |

c. Gastos de Administración:

| Descripcion | Costo Mensual | Costo Anual |
|--|----------------------|--------------------|
| Papeleria | 50.00 | 600 |
| Imprevistos (Viaticos de transporte, materiales de limpieza, atenciones sociales, recargas) | 100.00 | 1200 |
| Materiales PVC, arena, cemento, pegamento PVC, herramientas menores. | 100.00 | 1200 |
| Totales | 250.00 | 3,000.00 |

d. Recuperación de Activos Fijos:

| Componente | Costo de Ejecución (C\$) | Tiempo de Recuperación (años) | Costo Anual | Depreciación anual reducida 60% del costo | Costo Anual Definitivo | Costo Mensual |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------|---|------------------------|-----------------|
| Captacion de lluvia | | | | | | C\$ 6.67 |
| Canales de recoleccion de agua | 10,000.00 | 50.00 | C\$ 200.00 | C\$ 120.00 | C\$ 80.00 | 6.67 |
| Tuberia | C\$ 15,000.00 | 20.00 | C\$ 750.00 | C\$ 450.00 | C\$ 37.50 | 3.13 |
| TOTAL RAF | C\$ 25,000.00 | 70.00 | C\$ 950.00 | C\$ 570.00 | C\$ 117.50 | C\$ 9.79 |

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones:

- El servicio de agua potable según encuesta socio-económica e inspección in situ, presenta una cobertura física de servicio de **0%**, lo que se traduce en que la comunidad necesita urgentemente un sistema de agua potable.
- La población de la comunidad Piedras Grandes número 2, según el estudio socio-económico realizado en el año 2020 es de 351 habitantes y 77 hogares, siendo 155 la población base para la proyección de demanda, ya que el resto de la población será atendida mediante SCALL.
- La comunidad piedras grandes # 2 por sus características ambientales, sociales y económicas, presenta una muy alta vulnerabilidad por cobertura de sistemas de abastecimiento de agua potable y un riesgo muy alto del agua segura ante amenaza por sequía y ante inundaciones.
- Las fuentes de abastecimiento actuales (pozos excavados a mano) no tienen la capacidad de satisfacer la demanda de la comunidad Piedras Grandes Numero 2.
- Del levantamiento topográfico realizado se verifico que se tendrán que realizar 224 metros de línea de conducción y 3,574.72 metros de red de distribución.
- Según los resultados del análisis Hidráulico en la red de distribución propuesta, bajo la condición más crítica de funcionamiento, consumo máximo hora al final del periodo de diseño 2041, con el almacenamiento al 50% de su capacidad, las presiones y velocidades cumplen con las normas INAA. La velocidad mínima resultante es 0.3 considerándose permisible, se registró la

mayor pérdida hidráulica en 15%, lo cual es menor al valor permitido en la norma e indica una adecuada circulación del consumo máximo hora en la red de distribución.

- El costo total de las obras asciende a **C\$ 8,023,752.32**.
- El valor monetario por el servicio de agua potable que los usuarios deberán pagar por efectos de costos de operación y mantenimiento del sistema propuesto, se establece en una cuota fija mínima de **C\$72.61**.

7.2. Recomendaciones:

- Realizar construcción de sistema de abastecimiento de agua potable, con enfoque de Cambio Climático a fin de satisfacer las necesidades de la comunidad Piedras Grandes n°2, del municipio de Juigalpa de acuerdo a las características socioeconómicas, ambientales y económicas de la misma.
- Es necesaria la implementación de un programa de gestión ambiental integral con el fin de preservar la fuente de abastecimiento de agua de la comunidad, el acuífero y los suelos de la comunidad.
- Se recomienda llevar un control detallado del cloro residual en la red, el tanque, así como en los sistemas de captación de agua de lluvia.
- Se recomienda dar seguimiento social a las familias beneficiadas en la etapa de post-ejecución con el fin de crear conciencia con respecto al uso adecuado del recurso y la importancia del cuidado del medio ambiente para preservar la fuente.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Barahona, T., Rivera, E., & Chévez, R. (2013). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Miramar, Nagarote, para un período de 20 años (2013 - 2033). Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Beltrán, A. (2012). Costos y Presupuestos. Nayarit, México: Instituto Tecnológico de Tepic.
- Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2006). Mecánica de fluidos fundamentos y aplicaciones. México D.F.: McGrawHill.

- Cifuentes, S. (marzo de 2018). Líneas de impulsión en obras de captación. Obtenido de civilgeeks: <https://civilgeeks.com/2018/03/01/lineas-impulsion-obras-captacion/>
- González Igualada, R. (2007). Hidráulica básica. Sevilla, España: Escuela de organización industrial.
- Gur, E., & Spuhler, D. (02 de diciembre de 2018). Red de distribución comunitaria. Obtenido de Sustainable sanitation and water management: <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/red-de-distribuci%C3%B3n-comunitaria>.
- Jiménez Terán, J. M. (septiembre de 2013). Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. Obtenido de Universidad Veracruzana: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Disenio-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>
- Koutoudjian, J. M. (2015). Curso de hidrología y diseño de captaciones de aguas superficiales y meteóricas. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Roberti Pérez, L. (02 de diciembre de 2018). Tanque de almacenamiento. Obtenido de Sustainable sanitation and water management : <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/tanque-de-almacenamiento>.
- Universidad de Oviedo. (2016). Pérdidas de carga en tuberías. Asturias, España: Universidad de Oviedo.
- Banco Mundial. (2012). Impactos del Cambio Climático sobre los recursos Hídricos y la adaptación en el abastecimiento de agua en la zona rural de Nicaragua. Managua.
- CONAGUA/MEXICO . (2007). OBRAS DE TOMA. MEXICO .
- ENACAL-OPS. (2006). SOBRE EL RECURSO AGUA Y SITUACION EN NICARAGUA. MANAGUA.
- FAO. (2012). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la. Madrid: Mundi Prensa.
- IPCC. (2013). Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático . Nueva York.
- Milan Pérez, J. A. (2009). Apuntes sobre el cambio climatico en Nicaragua. Managua: BP.
- ONU. (1992). CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO. CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO (pág. 3). Nueva York: ONU.

- OPS-COSUDE. (2007). GUIA PARA MEJORAR LA CALIDAD EN EL AMBITO RURAL Y PEQUEÑAS COMUNIDADES . MANAGUA.
- Tzatchkov. (1991). PERDIDAS LOCALES Y DISTRIBUIDAS EN ACUEDUCTOS Y EVALUACION DE MEDIDORES DE CAUDAL.
- UNA. (2013). Análisis de Riesgo de las Fuentes de Agua Ante el Cambio Climático en Comunidades Rurales,. Managua: BP.
- Vammen y Hurtado. (2010). En V. y. Hurtado, La problemática del agua en Nicaragua (págs. 10-10). Managua.

IX. GLOSARIO

AMJ: Alcaldía municipal de Juigalpa.

AYS: Agua y Saneamiento.

CAPS: Comité de Agua Potable y Saneamiento.

CC: Cambio Climático.

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

FISE: Fondo de Inversión Social de Emergencia.

FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas.

INIFOM: Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal.

IPCC: Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.

MINED: Ministerio de Educación.

MINSA: Ministerio de Salud.

ONG: Organismos no gubernamentales.

PTAP: Planta de tratamiento de agua potable.

PACCAS: proyecto de adaptación al Cambio Climático en el sector de agua y saneamiento.

UMASH: Unidad Municipal en Agua, Saneamiento e Higiene.

X. ANEXOS

10.1. Línea Base

10.2. Análisis de calidad de agua

10.3. Análisis Hidráulico

10.4. Plan de Operación y mantenimiento

10.5. Planos