



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
LA COMUNIDAD LAS QUEBRADAS, MUNICIPIO DE LA TRINIDAD,
DEPARTAMENTO DE ESTELÍ”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Erick Isaac Zúniga García

Br. Mery José Aguilera Albir

Br. Robert André Barre López

Tutor

Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón

Managua, diciembre 2020

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios quien nos da la vida, Es el creador del universo, nos dota de sabiduría y conocimiento.

En segundo lugar, a nuestros padres por apoyarnos incondicionalmente en nuestra vida estudiantil, y porque sin ellos no tuviéramos valor para seguir adelante, también a todos nuestros maestros por transmitirnos todo su conocimiento que adquirimos hasta hoy, en especial a nuestra tutora Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón por su disponibilidad y apoyo incondicional para la realización de este proyecto.

Estamos seguros que las metas que hemos planeado en la vida darán fruto en un futuro y es por eso el sacrificio cada día para obtener la mejor recompensa de ser Ingenieros Civiles.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto monográfico primeramente a Dios por la gracia que me da por permitirme cada día de vida y darme las capacidades para hoy desarrollarme profesionalmente, a mis padres Manuel Román Zúniga Laguna, Ninosca Azucena García Blandón por ser mi apoyo incondicional, a mi abuela Luz Marina Blandón que siempre me ha tenido presente en sus oraciones y a todas las personas que me alentaron durante todo este proceso, mis maestros, especialmente nuestra mentora y tutora monográfica Ing. Keyling Ninoska Pérez Blandón.

Erick Isaac Zúniga García

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud. Ser base de mi vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos.

A mis padres por su apoyo en todo momento, por sus consejos, valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, a mi hermana por los ejemplos de perseverancia y constancia que la caracterizan que me lo ha infundido siempre.

A mi maestra y tutora por su gran apoyo incondicional para culminar nuestro proyecto.

Mery José Aguilera Albir

DEDICATORIA

Dedico este trabajo monográfico en primer lugar a Dios por haberme brindado vida durante todo este tiempo para poder cumplir con esta etapa tan importante, en mi vida. A mi familia que ha estado que ha presente en cada uno de mis proyectos, sueños y anhelo, quienes han sido un apoyo vital en mi formación no solo profesional si no como una persona llena de valores y virtudes.

A mi maestra y tutora y decido de forma especial y grata a la familia Icaza López y familia Icaza Laguna y ser un pilar fundamental en todo este proceso y me enorgullezco poder dedicarle este logro.

Robert André Barré López

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo consiste en un sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Las Quebradas, municipio de La Trinidad, departamento de Estelí, para un periodo de 20 años (2020-2040).

El abastecimiento actual de la comunidad, consiste en el uso de agua de un pozo perforado que tiene bomba de mecate, y pozos artesanales ubicados en diferentes sitios de la comunidad; de los cuales se desconoce la calidad del agua.

La solución a este problema, se basa en el diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE); el cual ha sido elaborado bajo las normas y criterios establecidos por INAA para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001 – 99) y las normas CAPRE.

El mini acueducto será abastecido por la fuente subterránea Pozo Las Quebradas, los resultados de agua indican que podrá ser utilizada para abastecer los habitantes, siempre y cuando se realice la desinfección que se establece en este diseño. En esta fuente se instalará una bomba sumergible de 1 Hp de potencia y sarta de bomba, la cual impulsará el flujo hacia el tanque de almacenamiento de sección geométrica cuadrada, venciendo una carga total dinámica de 197.59 pies.

La condición de este sistema de bombeo es contra la red de distribución, con tanque de almacenamiento de 6,350 litros en el extremo de la red, el que abastecerá la red por gravedad. La red de distribución tendrá 740.57 m de tubería de 1.5" PVC SDR-26.

El presupuesto estimado para este proyecto corresponde a C\$ 2,206,381.85 (Dos millones doscientos seis mil trescientos ochenta y un córdobas con ochenta y cinco centavos), equivalentes a US\$ 63,357.18 (Sesenta y tres mil trescientos cincuenta y siete dólares con dieciocho centavos), empleando una tasa oficial del Banco Central de US\$1.0 x C\$ 34.8245 al 31 de diciembre de 2020; monto que

representa la inversión total que se requiere para lograr la ejecución total de las obras que contempla el proyecto.

El documento se clasifica en cuatro capítulos, los que presentan la siguiente secuencia lógica:

Capítulo I. Aspectos generales: se presenta la introducción, los antecedentes, justificación, objetivos generales y específicos, además la información general del Municipio y la Comunidad.

Capítulo II. Marco Teórico: contiene la parte conceptual adecuada al proyecto de agua potable que se está realizando

Capítulo III. Diseño metodológico: se muestra el procedimiento utilizado con el que se generó la información del proyecto, así como los métodos con que se realizaron los cálculos y se obtuvieron los resultados.

Capítulo IV. Análisis e interpretación de resultados; se desarrolla lo siguiente:

- ✦ Estudio socioeconómico que permitió cuantificar los habitantes, para calcular la demanda y consumo de la población.
- ✦ Evaluación de la fuente de abastecimiento.
- ✦ Levantamiento topográfico con el fin de conocer las condiciones del terreno y establecer la red de distribución.
- ✦ Dimensionamiento de los componentes hidráulicos de la red de abastecimiento de agua potable.
- ✦ Análisis y simulación de la red mediante el uso del software EPANET, verificando velocidades en las tuberías, presiones en los nodos y cloro residual.
- ✦ Presupuesto de los componentes del sistema de abastecimiento con el fin de conocer el costo de ejecución de la obra.

Al final del documento se muestran las conclusiones de todo el estudio realizado tomando en cuenta toda la información que permitió obtener los diferentes

resultados y así mismo se presentan las recomendaciones para optimizar el proyecto. Y por último el documento contiene el juego de planos y especificaciones técnicas del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la Comunidad Las Quebradas, Municipio de la Trinidad. Departamento de Estelí.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Descripción del área de estudio	5
1.5.1. Localización	5
1.5.1.1. Macro localización	5
1.5.1.2. Micro localización	5
1.5.2. Población y vivienda.....	6
1.5.3. Clima	6
1.5.3.1. Temperatura.....	6
1.5.3.2. Precipitación.....	6
1.5.4. Geografía y geología	7
1.5.4.1. Relieve	7
1.5.4.2. Conformación del suelo.....	7
1.5.5. Socio economía.....	8
1.5.6. Vías de comunicación.....	8
1.5.7. Servicios existentes.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1. Estudio socioeconómico.....	10
2.2. Fuente de abastecimiento	10
2.2.1. Tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable	10

2.2.2. Calidad del agua	11
2.3. Levantamiento topográfico	11
2.4. Diseño hidráulico	11
2.4.1. Conceptos generales.....	12
2.4.2. Parámetros de diseño	13
2.4.3. Componentes del sistema de abastecimiento	15
2.4.3.1. Obra de captación	15
2.4.3.1.1. Tipos de obras de captación para aguas subterráneas.....	15
2.4.3.2. Línea de conducción	15
2.4.3.3. Tanque de almacenamiento	16
2.4.3.3.1. Tipos y clases de tanques de almacenamiento.....	16
2.4.3.4. Sistema de bombeo.....	16
2.4.3.4.1. Elementos de las estaciones de bombeo	17
2.4.3.5. Red de distribución.....	17
2.5. Presupuesto	17
CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO	19
3.1. Tipo de investigación.....	19
3.1.1. Universo y muestra	19
3.2. Levantamiento de información socioeconómica.....	19
3.3. Fuente de abastecimiento	20
3.3.1. Fuente (pozo perforado).....	20
3.4. Levantamiento topográfico	20
3.5. Diseño del sistema	21
3.5.1. Tasa de crecimiento	21
3.5.2. Cálculo de la población	21
3.5.3. Periodo de diseño de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua.....	22

3.5.3.1. Consumo Doméstico	22
3.5.3.2. Consumo público o institucional	23
3.5.3.3. Consumo comercial	23
3.5.3.4. Consumo industrial	23
3.5.3.5. Agua para incendios	23
3.5.3.6. Pérdidas en el sistema	23
3.5.3.7. Caudal máximo diario	23
3.5.3.8. Caudal máximo hora	23
3.6. Diseño de obras hidráulicas	24
3.6.1. Cálculos hidráulicos para diseño	24
3.6.2. Estación de bombeo	25
3.6.2.1. Pérdida por fricción en la descarga	25
3.6.2.2. Cálculo de golpe de ariete	25
3.6.2.3. Tiempo de Bombeo	29
3.6.3. Almacenamiento	29
3.6.3.1. Volumen compensador	29
3.6.3.2. Tiempo de llenado del tanque	29
3.6.4. Dosificación de cloro del sistema	30
3.6.5. Simulación de la red de distribución	30
3.6.6. Elaboración de planos constructivos y de detalles	30
3.7. Costo y presupuesto	31
3.7.1. Pasos para la elaboración del presupuesto:	31
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	32
4.1. Estudio socioeconómico	32
4.1.1. Información básica de la localidad	32
4.1.1.1. Rango de edad	32
4.1.1.2. Escolaridad	33

4.1.1.3. Resumen estado de la vivienda	33
4.1.1.4. Situación económica de las familias.....	33
4.1.1.5. Ocupación	34
4.1.1.6. Valoración calidad del agua	35
4.1.1.7. Estado de letrinas existentes.....	35
4.1.1.8. Solución a las aguas servidas	36
4.1.1.9. Participación en la construcción del proyecto.....	36
4.2. Cronograma del sistema	37
4.3. Evaluación de la fuente de abastecimiento	38
4.3.1. Capacidad de la fuente.....	38
4.3.1.1. Resultados de la prueba bombeo escalonada	38
4.3.2. Calidad de la fuente	39
4.3.2.1. Evaluación de parámetros para sustancias no deseadas	40
4.3.2.2. Evaluación de parámetros para sustancias Inorgánicas	41
4.3.2.3. Evaluación de parámetros bacteriológicos	41
4.3.3. Tratamiento y desinfección del sistema agua potable.....	41
4.3.3.1. Dosificación del sistema	42
4.4. Resultados del levantamiento topográfico.....	44
4.5. Dimensionamiento de componentes hidráulicos	44
4.5.1. Población de diseño	44
4.5.2. Proyección de la demanda de agua	47
4.5.3. Diseño de estación de bombeo	51
4.5.3.1. Succión.....	52
4.5.3.2. Descarga	52
4.5.3.3. Cálculos del golpe de ariete	52
4.5.3.4. Caseta de control	53

4.5.3.5. Dimensionamiento del equipo de bombeo	54
4.5.3.6. Cálculo de tiempo de bombeo	57
4.5.3.7. Gasto energético para tiempo de bombeo	59
4.5.4. Dimensionamiento de tanque de almacenamiento.....	59
4.5.4.1. Tiempo de llenado del tanque	60
4.6. Análisis de la red de distribución en el software EPANET.....	62
4.6.1. Condición de consumo máximo horario (CMH).....	62
4.6.2. Condición consumo máximo diario sin bombeo	69
4.6.3. Condición sin consumo en la red	72
4.6.4. Análisis de cloro residual en la red	76
4.7. Estimación del costo de ejecución del sistema	81
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	I

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Periodo de diseño de elementos de un sistema	22
Tabla N° 2: Valores de k para calcular celeridad.....	26
Tabla N° 3: Valores de K, según Mendiluce	27
Tabla N° 4: Valores de c, según Mendiluce.....	27
Tabla N° 5: Perfil técnico del pozo Las Quebradas	39
Tabla N° 6: Resultados de parámetros físicos químicos del agua	40
Tabla N° 7: Dosificación de cloro a suministrar	43
Tabla N° 8: Datos demográficos nacionales.....	45
Tabla N° 9: Proyección de la población.....	46
Tabla N° 10: Estimación de consumo de Comunidad Las Quebradas	48
Tabla N° 11: Estimación de consumos máximos	49
Tabla N° 12: Estimación de consumos máximos más pérdidas por fugas	50
Tabla N° 13: Variación del consumo máximo diario	50
Tabla N° 14: Resumen de resultados de golpe de ariete	53
Tabla N° 15: Datos generales del sistema	54
Tabla N° 16: Datos generales del bombeo en el pozo	54
Tabla N° 17: Datos de la sarta	54
Tabla N° 18: Longitud equivalente en los accesorios de la sarta	55
Tabla N° 19: Resultados de tiempo de bombeo	58
Tabla N° 20: Consumo energético	59
Tabla N° 21: Resultados de presiones en los nodos, condición CMH.....	66
Tabla N° 22: Resultados de velocidades en tuberías.....	68
Tabla N° 23: Resultados de presiones en la red de distribución sin bombeo.....	70
Tabla N° 24: Resultados de velocidades en la red de distribución sin bombeo ...	72
Tabla N° 25: Presiones de la red en la condición consumo cero	74
Tabla N° 26: Velocidades en la red sin consumo	76
Tabla N° 27: Resultados de cloro residual en la red analizado en 1 hora	78
Tabla N° 28: Resultados de cloro residual en la red analizado en 8 horas	80
Tabla N° 29: Resumen de presupuesto del sistema de agua potable.....	81
Tabla N° 30: Detalle de presupuesto preliminares y línea de distribución.....	82
Tabla N° 31: Detalle de presupuesto tanque de almacenamiento.....	83

Tabla N° 32: Continuación de presupuesto tanque de almacenamiento	84
Tabla N° 33: Detalle de presupuesto fuente y obras de toma	85
Tabla N° 34: Detalle de presupuesto estación de bombeo.....	86
Tabla N° 35: Detalle de presupuesto de caseta de control.....	87
Tabla N° 36: Detalle de presupuesto de instalaciones eléctricas	88
Tabla N° 37: Continuación de detalle de presupuesto instalaciones eléctricas....	89
Tabla N° 38: Detalle de presupuesto obras finales	90
Tabla N° 39: Demanda base en los nodos	XVI

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Género de la población	32
Gráfico N° 2: Edades de la población.....	32
Gráfico N° 3: Nivel de educación.....	33
Gráfico N° 4: Estado físico de la vivienda.....	33
Gráfico N° 5: Ingresos económicos	34
Gráfico N° 6: Trabajo que desarrolla la población	34
Gráfico N° 7: Calidad del agua que consumen.....	35
Gráfico N° 8: Aporte de solución	35
Gráfico N° 9: Finalidad de las aguas servidas	36
Gráfico N° 10: Involucramiento de la población en el proyecto	36
Gráfico N° 11: Proyección de la población	47
Gráfico N° 12: Esquema de red Condición CMH.....	63
Gráfico N° 13: Análisis de presión en los nodos, condición CMH	64
Gráfico N° 14: Resultados de presiones en los nodos, condición CMH	65
Gráfico N° 15: Velocidades del sistema	67
Gráfico N° 16: Presiones en la red de distribución sin bombeo.....	69
Gráfico N° 17: Velocidades en la red de distribución sin bombeo	71
Gráfico N° 18: Presiones en la red condición consumo cero.....	73
Gráfico N° 19: Velocidad en la red sin consumo	75
Gráfico N° 20: Análisis de cloro residual en los nodos de la red en 1 hora	77
Gráfico N° 21: Análisis de cloro residual en la red a las 8 horas	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Localización del proyecto (Macro y Micro)	I
Anexo N° 2: Fotografía de pozo existente	II
Anexo N° 3: Encuesta socioeconómica.....	III
Anexo N° 4: Prueba de bombeo escalonada.....	VII
Anexo N° 5: Perfil del pozo Las Quebradas	IX
Anexo N° 6: Resultados de análisis fisicoquímico y bacteriológico	X
Anexo N° 7: Información topográfica	XII
Anexo N° 8: Curva característica de la bomba.....	XV
Anexo N° 9: Información de la red analizada en el software Epanet.....	XVI
Anexo N° 10: Metodología para calcular tarifas en acueductos rurales	XVIII

ABREVIATURAS

CAPRE	Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
CAPS	Comité de Agua Potable y Saneamiento
CMD	Consumo Máximo Diario
GPD	Galones por día
GPM	Galones por minuto
GPPD	Galones por persona por día
Hbts/viv	Habitantes por vivienda
Hf	Pérdida de carga
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
Lppd	Litros por persona por día
L/s, LPS	Litros por segundo
M	Metro
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
MABE	Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico
MSNM	Metros sobre el nivel del mar
N°	Número
NTON	Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense
OMS	Organización Mundial de la Salud
PEM	Pozo excavado a mano
Pf	Población futura
Plg	Pulgada
PU	Precio Unitario
PP	Pozos Perforados
PVC	Policloruro de vinilo, plástico empleado en tuberías y accesorios.

GLOSARIO

Caudal de diseño	Cantidad de agua potable necesario para abastecer a determinada población, expresado en lps
Dotación	Cantidad de agua por persona por día establecida en el capítulo 3 de la norma NTON 09001 – 99
Presiones de diseño	Presiones permitidas en las conexiones o nodos de la red de distribución, establecido en el artículo 4.3 de la norma NTON 09001 - 99
Red de distribución	Es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad
Velocidades de diseño	Rango de velocidades de caudal permisibles en las tuberías de la red de distribución, establecido en el artículo 4.5 de la norma NTON 09001 – 99

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES



CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

“El abastecimiento de agua potable está considerado como uno de los principales indicadores de salud preventiva para la población, y como uno de factores más importantes que contribuyen al desarrollo socioeconómico sostenible de las comunidades OMS”. (2006).

Si se toma en cuenta la frase “El agua es vida”, fácilmente se puede deducir por qué los asentamientos humanos siempre se localizaron donde este elemento estaba más próximo a ellos. Con el paso del tiempo y debido al crecimiento poblacional ha sido necesario realizar obras civiles con la finalidad de abastecer del preciado líquido a poblaciones que día a día lo solicitan con mayor demanda y de calidad, para sus necesidades básicas.

El agua potable no debe contener sustancias que puedan perjudicar la salud. Por eso, antes de que el agua llegue a las casas, es necesario que sea tratada en una planta potabilizadora para su respectiva limpieza y esté apta para el consumo humano. En la zona rural de Nicaragua, la mayoría de las comunidades no cuentan con sistemas de abastecimiento de agua potable, por lo tanto, no tienen acceso a este líquido vital seguro y muchas veces limitada en cantidad, esta situación es un riesgo para la salud de los habitantes, ya que contribuye a la aparición de enfermedades de origen hídrico.

La comunidad de “Las Quebradas” ubicada en el municipio de La Trinidad, tiene como principal problemática la carencia de un sistema eficiente de suministro de agua potabilizada, solo se dispone de un pozo público perforado, con bomba de mecate y la población traslada el agua de largas distancias. Por ello es que surge la propuesta del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, que al ejecutarse garantizará el servicio en cantidad suficiente, de manera continua para todos los usos personales, domésticos y con calidad de purificación, que cumpla

con los requisitos de las Normas técnicas obligatorias nicaragüenses. (Ver anexo N° 1, macro y micro localización, página I).

1.2. Antecedentes

La comunidad fue fundada en el año 1867, el origen de sus pobladores es del sector de los Robles, y del municipio de la Concordia, su actividad económica está basada en la producción de granos básicos (frijoles, maíz, sorgo), hortalizas (cebolla).

Existe un sector de la comunidad que son las viviendas que se ubican sobre la vía principal de la carretera situado en el sureste, en las coordenadas 12°58' de latitud norte y 86°14' longitud oeste y una altitud de 601.22 msnm, que disponen de un pozo perforado con bomba de mecate. Agua potable, a través de un pozo equipado con bombas manuales, construido en el año 1993 por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) y la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE).

Debido al aumento poblacional del municipio de la Trinidad y a la migración de nuevos habitantes, está en constante aumento la proporción de personas que demandan el servicio de abastecimiento de agua potable.

Desde el año 1993 la población se abastece del pozo mecánico instalado (Ver anexo N° 2, Pozo existente, página II) y los pozos artesanales existentes en distintos sitios de la comunidad, sin embargo, se desconoce la calidad del agua de la cual se abastecen, asociado a esto el agua no recibe ningún tipo de desinfección por lo cual no se tiene control de calidad exhaustivo del agua ingerida. Por lo tanto, es necesario un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable que pueda satisfacer las necesidades de los pobladores de la zona.

1.3. Justificación

Según la OMS, las enfermedades diarreicas son la segunda mayor causa de muerte de niños menores de cinco años, matando a 760,000 niños cada año. Pudiéndose prevenir mediante el acceso al agua potable y a servicios adecuados de saneamiento e higiene.

Los pobladores de la comunidad Las Quebradas no tienen acceso al agua segura, incrementando los índices estadísticos de enfermedades de origen hídrico (gastrointestinales y dérmicas), asociado con el aumento del trabajo de la mujer en el hogar para poder abastecerse de agua de los pozos existentes.

El bienestar de la población vulnerable es el factor más importante, y uno de los grandes desafíos hídricos que se enfrentan a nivel global es de dotar de los servicios de agua potable a las poblaciones que carecen del mismo según lo establecen los objetivos del desarrollo sostenible ODS-PNUD.

- ▲ Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y saneamiento para todos.
- ▲ Lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.
- ▲ Aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción.
- ▲ Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y saneamiento.

Este diseño permitirá ejecutar el proyecto, el cual beneficiará a 156 habitantes, que corresponden a 26 viviendas, una escuela y una iglesia que no tienen acceso al servicio de agua potable de la comunidad Las Quebradas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Las Quebradas, municipio de la trinidad, departamento de Estelí.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Efectuar un estudio socioeconómico que permita la determinación de la demanda de agua potable de la población de la comunidad Las Quebradas.
2. Evaluar la fuente de abastecimiento propuesta en cuanto a cantidad y calidad, de acuerdo a las normas de agua potable y saneamiento vigentes.
3. Realizar un levantamiento topográfico que permita delimitar la ubicación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.
4. Dimensionar los componentes hidráulicos del sistema de conducción y de distribución del agua mediante el uso del software EPANET.
5. Analizar las redes de distribución en el software EPANET para que cumpla con los parámetros y criterios de diseño.
6. Estimar el costo de ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable.

1.5. Descripción del área de estudio

Las Quebradas, cuentan sus pobladores que se produce cultivo de granos y ganadería, al terminar este cultivo sus dueños abandonaron el lugar, en la que los nuevos pobladores encontraron las cuñas de trapiche y se les ocurrió ponerle el nombre de las cureñas, fue fundada en el año 1867, el origen de sus pobladores es del sector de los Robles, y del municipio de la Concordia, su actividad económica está basada en la producción de granos básicos, hortalizas.

1.5.1. Localización

1.5.1.1. Macro localización

El municipio de La Trinidad, está situado en el sector sureste del departamento de Estelí, en las coordenadas 12°58' de latitud norte y 86°14' longitud oeste y una altitud de 601.22 msnm.

La ciudad de La Trinidad se encuentra localizada a una distancia de 125.00 km de la capital Managua, hacia la cabecera departamental Estelí está ubicada a una distancia de 25.00 km, esta ubicación es exacta en el puente conocido con el nombre de La Trinidad, en la salida norte del municipio.

El municipio de La Trinidad tiene como límites: al norte, el municipio de Estelí y San Rafael del Norte (Dpto. de Jinotega); al sur, el municipio de San Isidro (Dpto. de Matagalpa); al este, el municipio de Jinotega (Dpto. de Jinotega) y el municipio de Sabaco (Dpto. de Matagalpa) y al oeste, el municipio de el municipio de San Nicolás. (Véase Anexo N° 1, Página I)

1.5.1.2. Micro localización

La comunidad de Las Quebradas está ubicada al noreste de la cabecera municipal a 18.5 ms de ésta. Para llegar a La Comunidad de las Quebradas se recorre sobre trocha en regular estado.

Geográficamente la comunidad Las Quebradas se localiza entre las coordenadas 13° 04' 10.03" de latitud norte y 86° 10' 10.37" de longitud este, a una elevación promedio de 625.00 msnm (Véase Anexo N° 1, página I).

1.5.2. Población y vivienda

Las Quebradas es una comunidad del tipo rural y su población de 156 habitantes donde existen 26 viviendas, 1 escuela, y 1 iglesia. El índice de habitantes por vivienda es de 6 ha/vi.

1.5.3. Clima

El clima de la zona de Este, según la clasificación de Copen (Copen, W., Geiser, R., 1928) es de tipo Sabana Tropical de altura; y de acuerdo a Thorntwaite, el clima local se clasifica "Sub-húmedo seco".

Se caracteriza por presentar valores bajos de precipitación y humedad relativa con altas temperaturas que ocasionan altos índices de evaporación, lo cual evidencia una falta de agua que es producida por lluvias irregulares y deficientes en la primera etapa de la estación lluviosa, y un marcado déficit hídrico en los suelos en los meses de julio y agosto conocido como Canícula.

1.5.3.1. Temperatura

La temperatura media anual es de 22.3 °C, mayo es el mes caluroso del año con 23.6 °C, enero tiene 21.1 °C una temperatura promedio baja en el año.

1.5.3.2. Precipitación

La región tiene un régimen de precipitación promedio anual, que, en función de la altitud, varía de 700.1–1,866.4 mm, éstas últimas se registran para el año del huracán Mitch. En el período lluvioso ocurre el 90% de precipitación; siendo mayo, de mayor régimen pluviométrico (199.3 mm). Mientras que febrero es más seco con un valor medio máximo mensual de 3.1 mm.

1.5.4. Geografía y geología

El área de Estelí se encuentra dentro de la provincia geológica central de Nicaragua y al borde Este de la provincia regional. Su litología y estructura geológica es similar a la del resto de la provincia central, grupo Coyol predominantemente, atravesado por grandes y extensas fallas normales, etc.

Una gran cantidad de fallas y fracturas la atraviesa con una orientación predominantemente NE. Está rellenado por depósitos Aluviales y Coluviales Cuaternarios de hasta 66 m de espesor (Villa Vieja), que consisten en compuestos de conglomerados, gravas, arenas, arcillas y limos. Estos materiales son producto de la alteración química y física de las Rocas Basálticas que afloran en la región que circunda el valle, transportados principalmente por el río Estelí y sus afluentes.

Los clastos más abundantes se encuentran en los extremos sur y norte, donde existen terrazas construidas por el mismo río. En el extremo Este y noroeste, los depósitos son más finos, y los cantos rodados, las gravas y las arenas, desaparecen paulatinamente con predominio de arcillas.

1.5.4.1. Relieve

Presenta un relieve caracterizado por mesetas separada por angostos valles, al oriente del valle del río Estelí se alza la extensa meseta de Moro potente, al occidente del mismo valle se alza la meseta de las Tablas. Al sur del departamento se presentan La mesa de las Lagunas, Hoyanca, El Bonete y la Mocoana. De acuerdo a la clasificación Holdrige, tiene las siguientes características: Zona seca: Bosques medianos a altos perennifolios de zonas frescas y húmedas: 750 a 1,800; 22 a 24° C. 500 a 1,150 msnm.

1.5.4.2. Conformación del suelo

El uso actual de los suelos lo conforman bosques ralos, praderas y pastos, actividades pecuarias y agrícolas principalmente compuestas por la siembra de granos básicos (Maíz, frijoles. Sorgo) hortalizas (Tomate, chilota, Repollos cebolla, pepino, y sandía).

1.5.5. Socio economía

La principal actividad es la producción de granos básicos en un 70%, la ganadería en 10%, musáceas en 5% y el 15% se ocupa del comercio. Además, se cultivan otros rubros como, hortalizas, en menor escala entre otros.

1.5.6. Vías de comunicación

La comunidad Las Quebradas está ubicada aproximadamente a 19 km de cabecera municipal de La Trinidad sobre trocha de Macadán en regular estado.

1.5.7. Servicios existentes

a. Energía eléctrica y de comunicación: La comunidad cuenta con energía eléctrica en la gran mayoría de viviendas. No poseen teléfono convencional, pero si tienen cobertura de telefonía celular con señal de bastante clara, en la red movistar.

b. Transporte: Hay un único bus de transporte colectivo mediante el cual los habitantes de la comunidad tienen acceso para trasladarse a La Trinidad. El bus sale a las 6:00 a.m. hacia La Trinidad y parte de regreso hacia la comunidad a las 1:00 p.m., don ellos puedes venir al municipio atraer sus encargos.

c. Salud: La Comunidad no cuenta con un puesto de salud, para recibir atención médica a través de un doctor y dos enfermeras tienen que viajar hasta el centro de salud de La Comunidad de Lico Roy que permanecen de lunes a viernes. Las enfermedades que más afectan a los pobladores son las respiratorias agudas, y las diarreicas agudas tienen su mayor incidencia en niños menores de 5 años. Y personas de la tercera edad.

d. Educación: La comunidad cuenta con la siguiente oferta escolar:

Centro Escolar Rubén Darío: Durante la mañana atiende preescolar y primaria

Centro Escolar Pedro Pablo Benavides: Atiende preescolar y primaria.

e. Tradiciones culturales: Las tradiciones culturales encontradas en las comunidades son principalmente religiosas, profesan la religión católica y evangélica. En la comunidad existen una iglesia católica no hay capilla evangélica.

MARCO TEÓRICO



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Estudio socioeconómico

Un Estudio es aquello perteneciente o relativo a la diagnosis. Este término hace referencia a la acción y efecto de diagnosticar: recoger y analizar datos para evaluar problemas de diversa naturaleza. Permite conocer la problemática existente y las potencialidades del Municipio aspectos que sirven de base para la elaboración de un proyecto (BUAP, 2019)

Es un proceso de recolección, ordenamiento, estudio y análisis de datos e información que nos permite conocer mejor la realidad de las comunidades o de una parte de ellas, para dar respuestas a los problemas. (Santaella, 2019).

2.2. Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua constituye el elemento primordial de carácter condicionante para el diseño de los demás elementos de un sistema de Agua Potable, de forma tal, que para proceder a la secuencia de diseño de todos dichos elementos se requiere haber establecido previamente su localización, tipo, capacidad y la caracterización cualitativa del agua a ser entregada. (Martinez, 2019).

La fuente de abastecimiento en forma directa o con obras de regulación deberá asegurar el caudal máximo diario (Vierendel, 2009).

2.2.1. Tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable

De gravedad y de bombeo. En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad. En los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al centro poblado. (Agüero, 2019).

2.2.2. Calidad del agua

Según norma (CAPRE, 1994) arto: 3 “El objetivo de esta norma de calidad del agua de consumo humano es proteger la salud pública y, por consiguiente, ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconveniente para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua”.

La purificación del agua es uno de los problemas de las ingenierías civil y ambiental de más urgente solución. El objetivo inmediato es proveer a toda la sociedad de agua potable, porque de esta manera cada comunidad satisface un requerimiento fundamental para su bienestar y comodidad. (Rojas, 1999).

2.3. Levantamiento topográfico

El levantamiento es uno de los más viejos artes practicados por el hombre, porque desde épocas tempranas ha sido necesario marcar límites y dividir la tierra. Es una operación técnica que consiste en medir directamente el terreno. Se puede definir el levantamiento como el conjunto de operaciones y medios puestos en práctica para determinar las posiciones de puntos del terreno y su representación en un plano (Márquez, 1994).

Se denomina levantamiento al conjunto de operaciones necesarias para representar topográficamente un terreno. (García-Tejero, 2007)

2.4. Diseño hidráulico

El diseño hidráulico contempla el dimensionamiento de toda la red de tuberías, para lo cual se calculan las pérdidas de carga de las diferentes combinaciones de diámetros y longitudes de tuberías, manteniendo una tolerancia de presiones y calculándose un requerimiento total de presiones. (Chucya, 2019).

En estos se incluyen las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos (coeficientes de flujo, velocidades

permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías). (09001-99, INAA NTON, 1999).

2.4.1. Conceptos generales

2.4.1.1. Consumo por persona

Cada persona en la Tierra requiere al menos 20 a 50 litros de agua potable limpia y segura al día para beber, cocinar y simplemente mantenerse limpios. (arqhys, 2019).

2.4.1.2. Dotaciones por persona

(Ruiz, 2019) Se entiende por dotación la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros/ habitante-día.

2.4.1.3. Caudal

Se conoce como caudal, a la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, por unidad de tiempo. Generalmente, el caudal se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo específica.

2.4.1.4. Pérdidas de agua en el sistema

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. (09001-99, INAA NTON, 1999).

2.4.1.5. Periodo de diseño

Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema.

Se denomina periodo económico del proyecto al número de años para el cual se diseña una obra de abastecimiento de agua potable considerando que durante ese periodo se proporcionara un servicio de calidad y eficiente, sin incurrir en costos innecesarios y optimizando la economía del proyecto sin descuidar los elementos técnicos y de sostenibilidad.

2.4.1.6. Población futura

La población futura de una localidad se estima analizando las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado y en el presente, para hacer predicciones sobre su futuro desarrollo.

2.4.1.7. Golpe de ariete

Según (Masek, 2006). El golpe de ariete o “waterhammer” puede definirse como el fenómeno hidráulico ocasionado por rápidas fluctuaciones en el flujo debido a la interrupción o inicio súbitos del flujo en una tubería, produciendo una variación de presión por encima o debajo de la presión de operación y cambios bruscos en la velocidad del flujo. El golpe de ariete es el resultado de una transformación repentina de energía cinética a energía de presión.

También puede identificarse a este fenómeno como un proceso oscilatorio caracterizado por ondas de presión de gran magnitud al momento de interrumpir o iniciar el flujo dentro de una tubería, las cuales decrecen en el tiempo hasta que la tubería en la que se generó el golpe logra absorber la energía del impacto y se estabiliza la presión en el conducto. Es un fenómeno transitorio.

2.4.2. Parámetros de diseño

2.4.2.1. Coeficientes de capacidad hidráulica

CHW es el coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams, que depende del material de la tubería; D es el diámetro interior de la tubería, en (m); y Sf es la pérdida unitaria de carga por unidad de peso (altura) por unidad de longitud ($S_f = h_f / L$), en (m/m) (García, 2019).

2.4.2.2. Velocidades permisibles

La velocidad de un fluido a través de una tubería es algo que se debe analizar pues si esta es demasiado alta se presentan problemas de desgaste de las paredes por fricción la cual puede destruir la película de inhibidor que en algunos casos protege la pared de la tubería dejándola expuesta a la corrosión o si la fricción es muy alta se puede presentar desgaste de la tubería por abrasión; por otra parte, si la velocidad es demasiado baja se pueden presentar problemas de depósito de sólidos y esto reduce el tamaño de la tubería.

2.4.2.3. Presiones máximas y mínimas

La presión es la fuerza que impulsa el factor denominado caudal, la presión mínima residual en la red principal debe ser de 14.00 m; la carga estática máxima de 50.00 m. Se permiten en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 m, cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular (09001-99, INAA NTON, 1999).

2.4.2.4. Diámetro mínimo

El diámetro mínimo, se calcula en función del caudal y la velocidad de la tubería de la red de distribución, se toma como valor mínimo 2 pulgadas (50mm) 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, se puede usar el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m. (09001-99, INAA NTON, 1999).

2.4.2.5. 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. (09001-99, INAA NTON, 1999).

2.4.2.6. Resistencia de las tuberías

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. La sobre presión por golpe de ariete se calculará con la teoría de Allievi, u otra similar como también por fórmulas y monogramas recomendadas por los fabricantes (09001-99, INAA NTON, 1999).

2.4.3. Componentes del sistema de abastecimiento

2.4.3.1. Obra de captación

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial y subterránea. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento su localización y magnitud. (Escamilo, 2019).

2.4.3.1.1. Tipos de obras de captación para aguas subterráneas

(Obras de captacion subterranea, 2019) Las posibles obras de captación para este tipo de agua son:

- a) Cajas de manantial
- b) Pozos
- c) Galerías filtrantes

2.4.3.2. Línea de conducción

Una línea de conducción es un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad o bombeo. Donde tuberías transportan agua desde donde se encuentra en estado natural hasta un punto que puede ser un tanque de almacenamiento, reservorio o una planta potabilizadora mediante conjunto de ductos y accesorios. Deben utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que la mayoría de los casos nos llevara a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte. (ISAASA, 2019).

2.4.3.3. Tanque de almacenamiento

Los tanques de agua son un elemento fundamental en una red de abastecimiento de agua potable, para compensar las variaciones horarias de la demanda de agua potable. Puesto que las plantas de tratamiento de agua potable funcionan mejor si tienen poca variación del caudal tratado, conviene mantener aproximadamente constante el caudal. Las plantas de tratamiento se dimensionan por lo tanto para que puedan producir la cantidad total de agua que la ciudad o pueblo consume a lo largo del día, y los tanques absorben las variaciones horarias: cuando hay poco consumo (como en la noche) se llenan, y cuando el consumo es máximo (como, por ejemplo, a la hora de cocinar) se vacían. (Rodríguez, s.f.).

2.4.3.3.1. Tipos y clases de tanques de almacenamiento

Según la norma (INAA, NTON 09001-99, 1999) Las clases de tanque de acuerdo a los materiales de construcción se clasifican en:

- Mampostería. Se recomienda construir tanque de este material en aquellas localidades donde se disponga de piedra bolón o piedra cantera. No deberá tener altura mayor de 2.5 metros.
- Hormigón Armado En la construcción de tanque con este material se debe de considerar la permeabilidad del terreno y no deberá tener alturas mayores de 3.0 metros.
- Acero Se propone construir tanque de acero cuando en la localidad no se disponga de materiales locales como en los casos anteriores y por razones de requerimiento de presiones de servicios.

2.4.3.4. Sistema de bombeo

Es un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsa a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución. (MACPLUS, 2019).

2.4.3.4.1. Elementos de las estaciones de bombeo

Una estación de bombeo puede estar constituida por los siguientes elementos, los mismos que podrán variar dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto:

- Caseta de bombeo.
- Cámara de bombeo.
- Tubería de succión.
- Bombas.
- Válvula de regulación y control.
- Interruptores de máximo y mínimo nivel.
- Tableros de protección y control eléctrico.
- Equipo de montaje y mantenimiento.
- Equipo para comunicaciones.
- Sistema de ventilación.
- Instalaciones para personal de operación.
- Cerco de protección. (NB689, 2004).

2.4.3.5. Red de distribución

La red de distribución es el conjunto de tuberías instaladas subterráneamente desde las cuales se derivan la toma domiciliarias que llevan el agua hacia cada uno de los usuarios del sistema. (Ortiz, 2006).

2.5. Presupuesto

Según (Vega, 2018). Algunas definiciones de presupuestar:

- Es la predicción monetaria que representa realizar una actividad o tarea determinada.
- Cálculo aproximado del costo de una obra.
- Es la expresión en cifras monetarias del programa de trabajo previsto en un proyecto.
- Es el monto que se autoriza como apropiación para invertir en la materialización de un proyecto específico.

El presupuesto es temporal, los costos que en él se establecen sólo son válidos mientras tengan vigencia los precios que sirvieron de base para su elaboración. Los principales factores de variación son: Incremento del costo de los insumos y servicios; utilización de nuevos productos y técnicas; desarrollo de nuevos equipos, herramientas, materiales, tecnología, etc.; descuentos por volumen; reducción en ofertas de insumos por situaciones especiales, cambios estacionales

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO



CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

De acuerdo a los objetivos planteados la investigación es aplicada, ya que realizó una metodología de cálculo de las diferentes variables que contiene el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, cumpliendo las normas establecidas en Nicaragua, tomando en cuenta sus características, funcionamiento e interrelación del contenido de las variables de diseño.

3.1.1. Universo y muestra

El universo para determinar los elementos de la red de abastecimiento de agua potable, fue el estudio para el diseño del sistema de agua potable en la zona rural la comunidad “Las Quebradas”, Municipio de Trinidad departamento de Estelí.

La Muestra, está constituida por el 100% de las familias (Un miembro por cada familia y/o vivienda) de la comunidad Las Quebradas.

3.2. Levantamiento de información socioeconómica

La información se obtuvo por medio de una encuesta a la población (100% de las viviendas) que permitirá identificar la problemática que afecta al sector e información socioeconómica.

Dicha encuesta se realizó con la ayuda de la Unidad Municipal de Agua y Saneamiento de la Alcaldía Municipal de la Trinidad, la que se denominará encuesta socioeconómica de la comunidad La Quebrada del Municipio La Trinidad, departamento de Estelí. También se aplicaron entrevistas a ingenieros de la Unidad Técnica municipal La Trinidad, expertos en la materia. Esta información identificará las necesidades básicas y situación actual de la población en base a condiciones de vida, salud, economía y abastecimiento actual de agua. (Ver anexo N° 3, Encuesta socioeconómica, página III).

Los datos obtenidos en las encuestas se procesaron mediante el programa Microsoft Excel, asignándoles un valor numérico mediante gráficas, para clasificar la información.

Los resultados de la entrevista y observaciones se procesaron con el uso de técnicas de resumen, que permiten priorizar la información básica de interés para la redacción de este documento.

3.3. Fuente de abastecimiento

3.3.1. Fuente (pozo perforado)

Se trabajó de acuerdo a los criterios que establece el INAA, para la aceptación de un pozo perforado. Donde el caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante. Obteniendo el caudal máximo de explotación de acuerdo al análisis de dicha prueba.

El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP). Disposición de la comarca para operar y mantener el sistema.

3.3.1.1. Cantidad de agua

La fuente de abastecimiento proporciona en conjunto el gasto máximo diario, sin embargo, se deberán establecer las necesidades inmediatas de la localidad siendo necesario que, cuando menos que la fuente proporcione el gasto máximo diario sin peligro de reducción por sequía o cualquier otra causa.

3.3.1.2. Análisis calidad del agua

Para conocer la calidad del agua de la fuente propuesta para el proyecto, se tomaron muestras de agua y se procederá a realizar el análisis físico químico, metales pesados y bacteriológicos de las mismas.

El análisis físico químico se consideraron los parámetros que miden las características estéticas del agua tales como: aspecto, olor, turbiedad, color verdadero, PH, hierro, manganeso, sodio y sulfato.

3.4. Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico mediante el uso de estación total (LEICA TS06 PLUS) con su respectivo prisma, bastón, brújula y una cinta métrica para

medir altura de instrumento en cada punto de cambio, obteniendo información planimetría y altimétrica de los componentes del sistema de abastecimiento de agua, realizando los trazos desde la fuente de abastecimiento, red de conducción hacia el lugar que resulte adecuado para la ubicación del tanque de almacenamiento, y luego el trazo a la red de distribución.

Para la ubicación espacial en el terreno se utilizó el Sistema Global de Posicionamiento Satelital (GPS), aparato electrónico, Digital-portátil, Marca: Garmin, Modelo: GPSmap-60CSx, estableciendo los BM y dejándolos referenciados en el sitio del proyecto.

Luego de obtener la información topográfica, se procede a descargar los datos en el software Excel. Y procesarlos en AutoCAD, y crear los planos topográficos para el sistema de abastecimiento.

3.5. Diseño del sistema

3.5.1. Tasa de crecimiento

Según el método geométrico la tasa de crecimiento en Nicaragua abarca un rango entre 2.5% - 4%.

3.5.2. Cálculo de la población

Se usó el método geométrico y se expresa de la siguiente forma:

$$P_n = P_o(1 + r)^n \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

P_n: Población del año "n"

P_o: 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.

3.5.3. Periodo de diseño de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua

Tabla Nº 1: Periodo de diseño de elementos de un sistema

Tipos de componentes	Periodo de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red distribución	15 años

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA). Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99).

3.5.1. Tipos de consumo

Consumo Promedio Diario: es el consumo que se espera realice la población de diseño durante un periodo de un día

$$CPD = CD + CP + CC + CI + \text{Agua para incendios} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

CD: Consumo doméstico

CP: Consumo público o institucional

CC: Consumo comercial

CI: Consumo industrial

3.5.3.1. Consumo Doméstico

Consumo Doméstico: es el consumo que se espera realice la población de diseño durante un periodo de un día

$$CD (LPS) = \frac{(Población) \cdot (Dotación)}{86,400} \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

3.5.3.2. Consumo público o institucional

Se estima con un valor del 7% del Consumo Doméstico.

$$CP = 7\% CD \quad (\text{Ecuación 2.2})$$

3.5.3.3. Consumo comercial

$$CC = 7\% CD \quad (\text{Ecuación 2.3})$$

3.5.3.4. Consumo industrial

$$CI = 2\% CD \quad (\text{Ecuación 2.4})$$

El consumo comercial e industrial, se consideran solo para comunidades o asentamientos con producción industrializada y comercio interno.

3.5.3.5. Agua para incendios

Según establece la norma NTON 09003-99 se considera solo en poblaciones mayores de 5000 habitantes.

3.5.3.6. Pérdidas en el sistema

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del Consumo Promedio Diario CPD cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

$$hf = 20\% CPD \quad (\text{Ecuación 2.5})$$

hf: Pérdidas por fugas

3.5.3.7. Caudal máximo diario

$$(CMD) = 1.5 CPD + hf \quad (\text{Ecuación 3})$$

3.5.3.8. Caudal máximo hora

$$(CMH) = 2.5 CPD + hf \quad (\text{Ecuación 4})$$

Las variaciones de consumo están 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. (INAA, Abastecimiento de agua potable, 1989).

3.6. Diseño de obras hidráulicas

En esta etapa se realizaron los procedimientos y cálculos basados en las Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09001-99). Primeramente, se usarán los datos del estudio topográfico, la demanda de la población con ayuda del estudio socio económico y la modelación del sistema de red y datos obtenidos mediante el uso del software EPANET y luego se procederá a realizar el diseño de las obras hidráulicas.

3.6.1. Cálculos hidráulicos para diseño

Para modelación y el análisis hidráulico de la red se utilizó el software EPANET 2.0 versión en español, utilizando la ecuación de Hazen - Williams, se efectuó el análisis para CMH (consumo máxima hora) y cero horas de la red de distribución, CMD (consumo máximo día) en la línea de conducción, determinando las velocidades, presiones a las que estarán sometidas las tuberías y el diámetro óptimo para determinar la alternativa más viable técnicamente aplicando los criterios y normas del INAA.

Todas las simulaciones se realizarán considerando lo siguiente:

- Nivel dinámico del agua dentro del pozo.
- La curva característica del equipo de bombeo seleccionado.
- Las dimensiones reales del tanque de almacenamiento.
- Tuberías de PVC, HG, C= 150 y C= 100 y diámetros diferentes en las tuberías.
- La Carga Total Dinámica (CTD).
- Las longitudes de los tramos.
- Cantidades de nodos.
- Velocidades y presiones.

- Cloro residual 0.2 – 0.5 mg/L.

3.6.2. Estación de bombeo

3.6.2.1. Pérdida por fricción en la descarga

a) Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinaron por el uso de la fórmula exponencial de Hazen - Williams.

$$H_f = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \frac{L}{\phi^{4.87}} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

H_f = Pérdidas (m).

Q = Caudal (m³/s).

C = Coeficiente de rugosidad de tubería (adimensional).

L_e = Longitudes equivalentes (m).

D = Diámetro de tubería de descarga (m).

b) Para determinar el diámetro más económico se aplicará la fórmula de Bresse con K =0.9 Y n =0.45 detallado a continuación.

$$D = 0.9Q^{0.45} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

D: Diámetro de tubería de descarga (m)

Q: Caudal (m³/s)

*Se dimensionó para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estimará en 1.5 del consumo promedio (CMD =1.5 CPD, más las pérdidas).

3.6.2.2. Cálculo de golpe de ariete

Para el cálculo de golpe de ariete se debe calcular la velocidad de propagación de la onda de sobrepresión, conocida como Celeridad.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \cdot \frac{D}{e}}} \quad (\text{Ecuación 7})$$

K: Coeficiente función del módulo de elasticidad (e) del material constitutivo de la tubería, que representa principalmente el efecto de la inercia del grupo motobomba, cuyo valor es:

$$K = \frac{10^{10}}{\varepsilon} \quad (\text{Ecuación 7.1})$$

D: Diámetro interior de la tubería

e: Espesor de la tubería

Tabla Nº 2: Valores de k para calcular celeridad

Material de la tubería	$\varepsilon(\text{Kg/m}^2)$	K
Paladastrós de hierro y acero	$2.1 \cdot 10^{10}$	0.5
Fundición	10^{10}	1
Hormigón (sin armar)	$2 \cdot 10^9$	5
Fibrocemento	$1.85 \cdot 10^9$	5.5 (5-6)
PVC	$3 \cdot 10^8$	33.3 (20-50)
PE baja densidad	$2 \cdot 10^7$	500
PE alta densidad	$9 \cdot 10^7$	111.11

Fuente: Cátedra ingeniería rural.

✦ Tiempo de parada fórmula de Mendiluce

$$T = C + \frac{KL \cdot V}{g \cdot Hm} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Siendo:

T: Tiempo de parada en segundos.

C: Coeficiente según la pendiente de la conducción.

K: Valor que depende de la conducción.

L: Longitud real de la conducción en mts.

V: Velocidad del agua en la conducción en m/s

G: Constante de la gravedad (9,8 m/seg²)

Hm: Altura manométrica en metros.

(En realidad es el tiempo que tarda en anularse la onda de presión y sobrepresión). Se consideró la longitud L desde la toma de agua hasta el depósito o hasta el primer punto de salida.

Tabla Nº 3: Valores de K, según Mendiluce

Longitud	Valor de K
< 500m	1,75
1000m	1,50
>1500m	1,25
2000	1

Fuente: Cátedra ingeniería rural

Tabla Nº 4: Valores de c, según Mendiluce

Pendiente	C
40%	0
33%	0,5
20% 0<	1
20% 0 <	1

Fuente: Cátedra ingeniería rural.

✦ Cálculo de la Longitud Crítica

Se llama longitud crítica al resultado de la ecuación siguiente:

$$Lc = a.T/2 \quad \text{(Ecuación 9)}$$

Siendo a: la celeridad y T, el tiempo de parada.

Este valor lo comparamos con la longitud real de la conducción (L) y según sea, igual, mayor o menor, se aplicarán las fórmulas siguientes:

✦ Fórmula de Allievi

Se muestra a continuación.

$$h = \frac{a*v}{g} \quad \text{(Ecuación 10)}$$

✦ **Fórmula de Michaud**

$$\Delta H = \frac{2L.v}{g.Tp} \quad (\text{Ecuación 10.1})$$

h : Sobrepresión del golpe de ariete.

a: celeridad en m/s

v: velocidad en m/s

g: aceleración de la gravedad (9.807m/s²)

L= Longitud real en m

T= tiempo de parada en seg.

✦ **Incremento del golpe de ariete**

Este valor se suma o resta a la presión estática, para calcular el golpe de ariete, positivo o negativo.

$L_c=L$

En este primer caso se podrá solucionar con cualquiera de las fórmulas: Allievi o Micheaud.

$L_c>L$

Cuando la longitud crítica es mayor que la longitud real, se denomina conducción corta y se resolverá con la fórmula de Micheaud.

$L_c<L$

Cuando la longitud crítica es menor que la longitud real, se denomina conducción larga y es solucionable por la fórmula de Allievi.

Conocido el incremento del golpe de ariete y sumando o restando a la presión estática, se puede calcular el timbraje de los diferentes tramos de tubería, sabiendo la máxima presión al producirse el golpe de ariete, o instalar válvulas que eviten sobre presiones sobre los timbrajes dados

Cálculo de presión Máxima (Ecuación 11)

p_{max} : Presión Estática +sobrepresión $\rightarrow P_{max} < P_{tuberia}$.

3.6.2.3. Tiempo de Bombeo

▲ Método Breese modificado

$$Tb = 24 * Qn/Qb \quad \text{(Ecuación 12)}$$

Donde:

Qn: caudal de consumo de cualquier año

Qb: caudal de bombeo CMD del último año por el factor de horas de bombeo (24/16)

Tb: tiempo de bombeo horas

3.6.3. Almacenamiento

El método de diseño se hizo según las Normas (09001-99, INAA NTON, 1999) se diseñará el tanque que sea necesario para el almacenamiento, de tal manera que sea todo el tiempo capaz de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento.

3.6.3.1. Volumen compensador

Agua necesaria para compensar las variaciones horarias del consumo. En este caso se debe almacenar.

- a) Para poblaciones menores de 20.000 habitantes, el 20%CPD (consumo promedio diario).
- b) Para reserva para eventualidades y/o emergencias. Este volumen será igual al 15%CPD. Según las Normas Rurales (NTON 09001-99) de tal manera que:

$$VT = 35\%CPD \quad \text{(Ecuación 13)}$$

3.6.3.2. Tiempo de llenado del tanque

$$t = \frac{V}{Q} \quad \text{(Ecuación 14)}$$

Donde:

t: tiempo de llenado en segundos

V: volumen en litros

Q: caudal en L/s

3.6.4. Dosificación de cloro del sistema

Para la dosificación de cloro en el sistema se aplicará la siguiente ecuación según la Normativa (NTON 09003-99.) De forma que

$$Ca = (Q * C) / 1000 \quad \text{(Ecuación 15)}$$

Donde:

Ca: Capacidad de diseño de la estación de cloración Kg. Cloro / día

Q: Caudal de agua, máximo horario m³/día

C: Dosis de cloro a aplicar mg/L

3.6.5. Simulación de la red de distribución

El diseño de la red de distribución implica primeramente la determinación de caudales y elevaciones nodales, longitudes, diámetros y rugosidad de Hazen - William de las tuberías. Posteriormente la simulación del modelo hidráulico con la ayuda del software EPANET, de tal manera que se precisen las características hidráulicas de la red en las condiciones de trabajo.

3.6.6. Elaboración de planos constructivos y de detalles

Para la creación de los planos se usó el software especializado en elaboración de planos AutoCAD, tomando en cuenta los datos de campo obtenidos a través de la realización del levantamiento topográfico.

Con los resultados del análisis hidráulico realizado en EPANET, se plasman los planos de los diferentes elementos que conforman un diseño hidráulico, referentes a la red de distribución y líneas de conducción detallados a continuación:

Obra de captación, Sistema de bombeo, Obra de almacenamiento, Ductos o Tuberías, Accesorios.

Todos estos planos y diseño cumplen con las normas técnicas vigentes para el desarrollo de proyectos de agua potable emitido.

3.7. Costo y presupuesto

Se realizó una memoria de cálculo (Take off) para determinar volúmenes y cantidades de materiales pertenecientes a cada una de las etapas y se elaborará el presupuesto consultando el catálogo de etapas y sub-etapas que proporciona el Nuevo FISE. Se hará uso del programa Microsoft Excel y se establecerán el total de costos directos de acuerdo a cada una de las actividades, los costos indirectos, además de los impuestos correspondientes.

3.7.1. Pasos para la elaboración del presupuesto:

a) Listado de precios básicos: El presupuesto debe incluir la lista de precios básicos de materiales, equipos y salarios utilizados.

b) Análisis unitarios: Incluye indicaciones de cantidades y costo de materiales, transporte, desperdicios, rendimientos, costo de mano de obra, etc.

c) Presupuesto por capítulo: Los costos de la obra se presentan divididos por capítulos de acuerdo con el sistema de construcción.

d) Componentes del presupuesto: Se presenta el desglose del presupuesto con las cantidades y precios totales de sus componentes divididos en materiales, mano de obra, subcontratos, equipos y gastos generales. Finalmente, en costos directos y costos indirectos.

e) Fecha del presupuesto: Se debe indicar la fecha en la que se hace el estimativo, en caso de haber proyecciones de costos en el tiempo, se deben indicar.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS



CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Estudio socioeconómico

Se obtuvieron los datos sobre los aspectos sociales y económicos de la comunidad Las Quebradas, los que se emplean en la propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, ante la necesidad de adquirir el vital líquido en cada domicilio. A continuación, se muestran los datos más relevantes de la encuesta aplicada.

4.1.1. Información básica de la localidad

La población es de 156 habitantes, de estos 80 son hombres lo que representa el 51% y 76 mujeres equivalentes al 49%. (Ver gráfico N° 1).

Gráfico N° 1: Género de la población

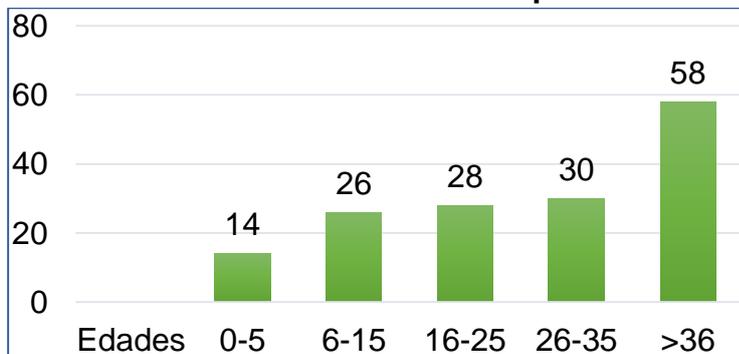


Fuente: Elaboración propia (2019)

4.1.1.1. Rango de edad

La población de la comunidad está distribuida en edades: 14 personas entre 0 a 5 años, 26 con edades entre 6 a 15 años, 28 habitantes entre 16 - 25 años, 30 que se encuentran de 26 a 35 años y 58 mayores de 36 años.

Gráfico N° 2: Edades de la población

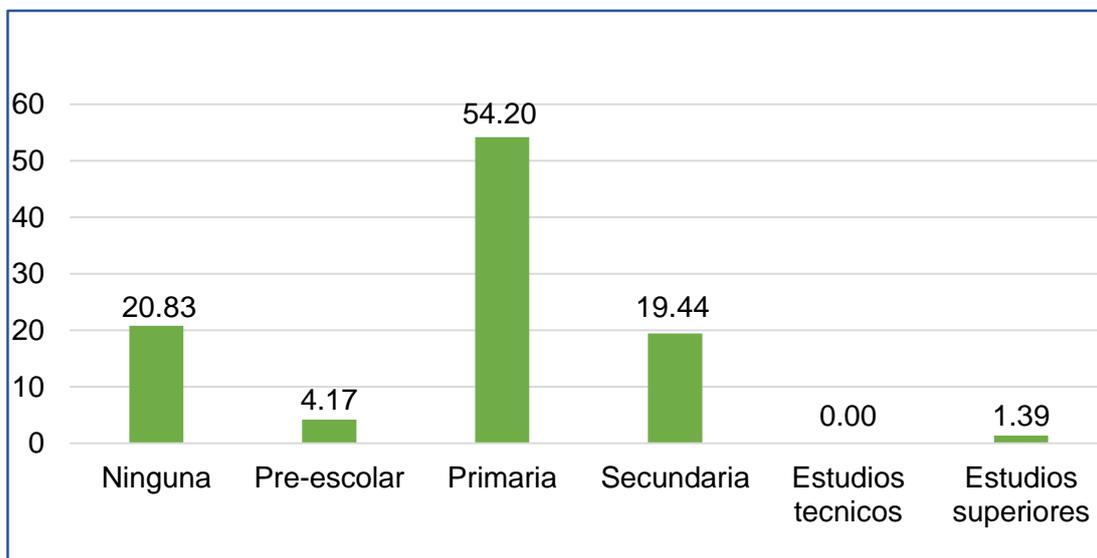


Fuente: Elaboración propia (2019)

4.1.1.2. Escolaridad

De la población un 20.83% es analfabeta, el 4.17% lleva pre – escolar, el 61.11% primaria, el 17.44% secundaria y 1.39% con estudios universitarios.

Gráfico N° 3: Nivel de educación

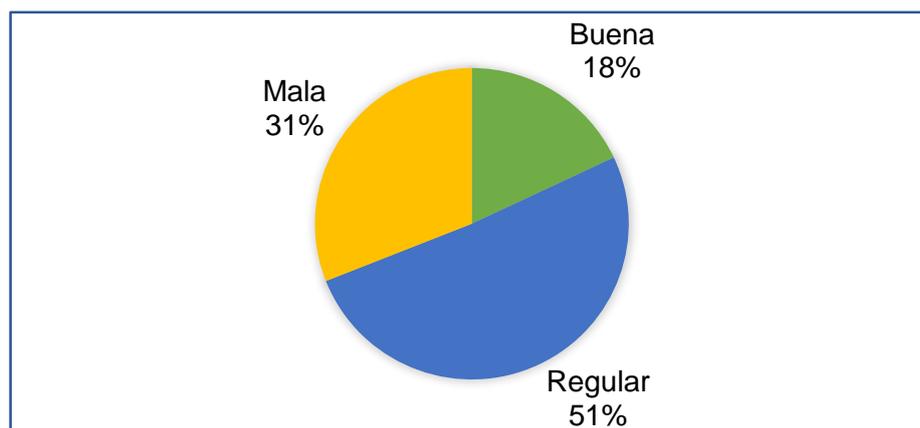


Fuente: Elaboración propia (2019)

4.1.1.3. Resumen estado de la vivienda

El 51% de las viviendas se encuentran en una condición regular.

Gráfico N° 4: Estado físico de la vivienda



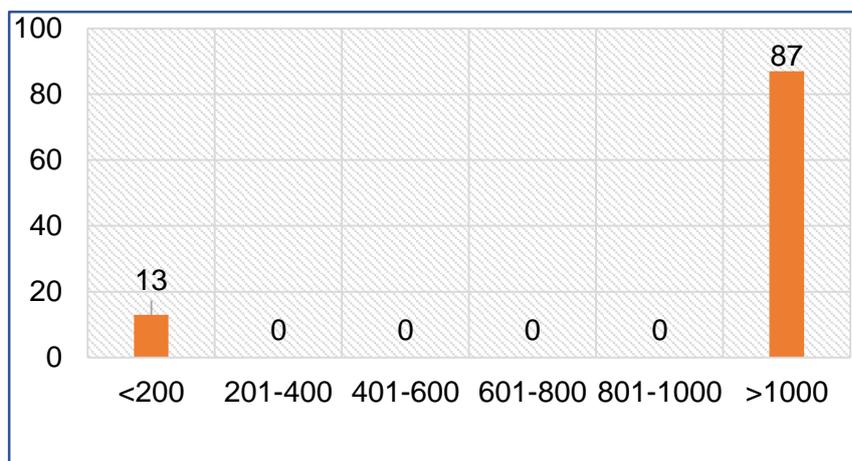
Fuente: Elaboración propia (2019)

4.1.1.4. Situación económica de las familias

Se logró constatar que en todas las familias la mayoría de los miembros hombres y mujeres trabajan dentro de la comunidad. Un 17% de la población trabaja fuera

para obtener ingresos económicos para la mantención de gastos. Lo que representa un 13 % tienen ingreso menor a C\$ 200 y el 87% de la población tienen ingresos económicos superiores a C\$ 1000.

Gráfico N° 5: Ingresos económicos

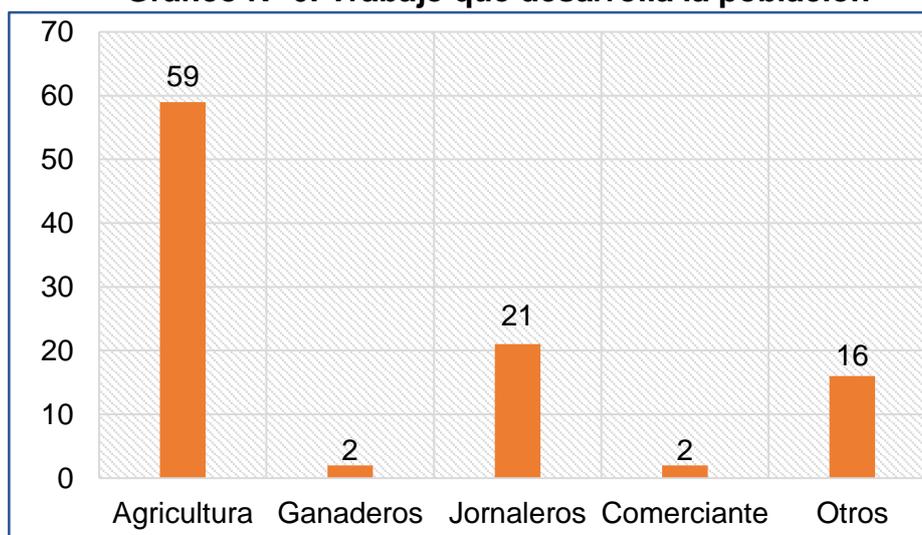


Fuente: Elaboración propia (2019)

4.1.1.5. Ocupación

En esta comunidad los habitantes tienen ocupaciones diferentes la mayoría con 59% de las familias dedicadas a la agricultura (Hortalizas y Granos básicos) 2% ganaderos y 2% comerciantes además de esto se dedican a actividades muy propias de la comunidad como la elaboración de la cerámica negra.

Gráfico N° 6: Trabajo que desarrolla la población

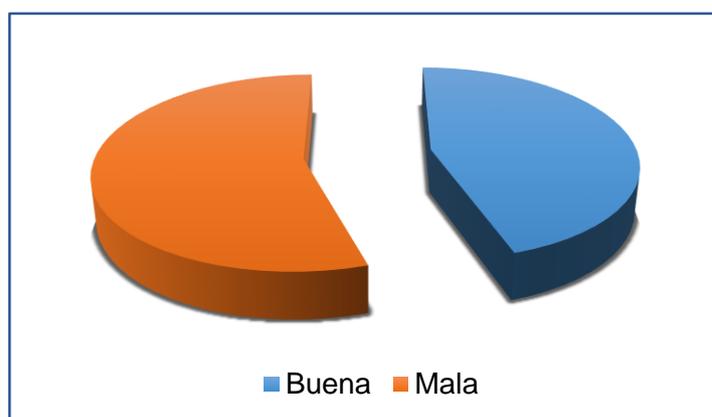


Fuente: Elaboración propia (2019)

4.1.1.6. Valoración calidad del agua

En relación a la calidad de agua el 55% de los encuestados exclamo que el agua de la cual se abastecen posee mala calidad. El otro 45% de la comunidad apporto su opinión diciendo que el agua que ellos consumen es de buena calidad.

Gráfico N° 7: Calidad del agua que consumen



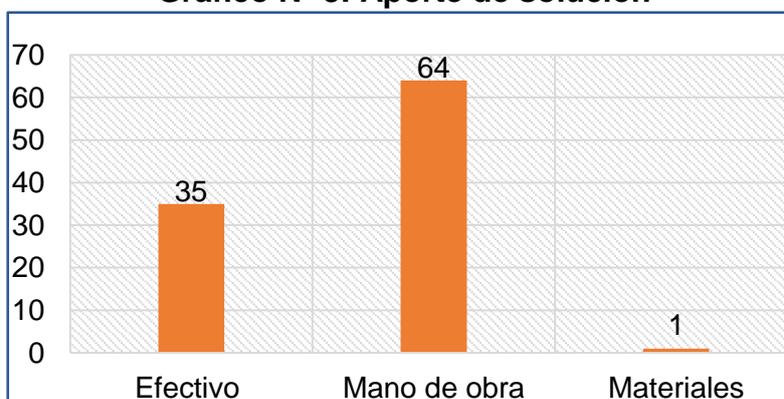
Fuente: Elaboración propia (2019)

4.1.1.7. Estado de letrinas existentes

En relación al saneamiento hay 65% de las viviendas que posee una opción de saneamiento, y de este porcentaje el 8% tienen letrinas en buen estado el 92% de las familias tienen las letrinas en mal estado.

Para solucionar el problema de saneamiento el 100% de las familias expresaron que están dispuestas a aportar, 64% de las familias contribuirían en mano de obra, el 35% sería en efectivo y el 1% en materiales.

Gráfico N° 8: Aporte de solución



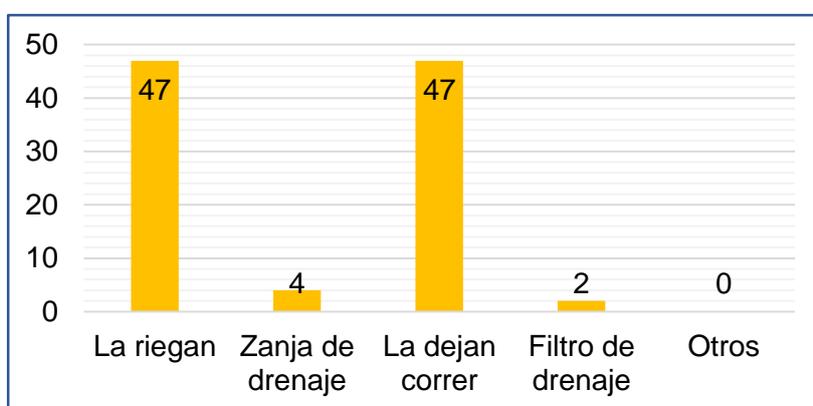
Fuente: Elaboración propia (2019)

Para solucionar el problema de saneamiento el 100% de las familias expresaron que están dispuestas a aportar, mayormente en mano de obra un 64% de las familias, y el 35% sería en efectivo.

4.1.1.8. Solución a las aguas servidas

En cuanto a saneamiento e higiene las aguas servidas no reciben ningún tipo de tratamiento, el 47% de la población la deja correr, otro 47% la riegan en las cercanías de sus viviendas y un 4% construye zanjas de drenaje.

Gráfico N° 9: Finalidad de las aguas servidas

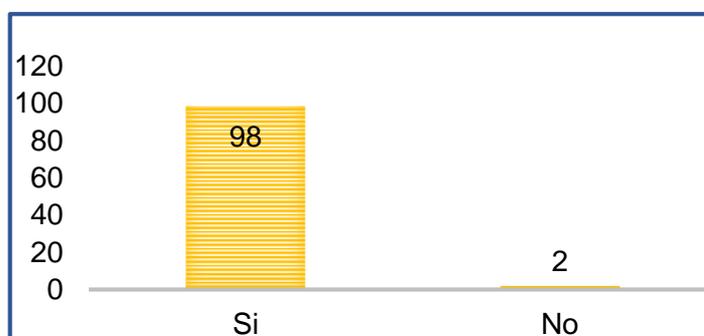


Fuente: Elaboración propia (2019)

4.1.1.9. Participación en la construcción del proyecto

El 98% de la población está dispuesta a participar activamente en la construcción del proyecto.

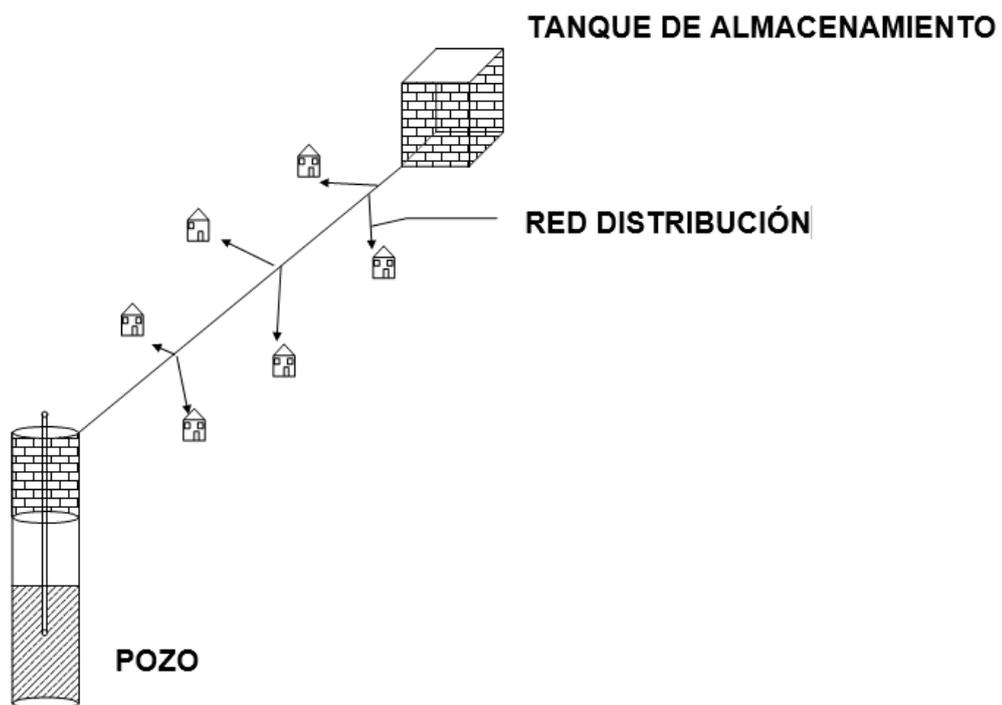
Gráfico N° 10: Involucramiento de la población en el proyecto



Fuente: Elaboración propia (2019)

En cuanto a la limpieza de la vivienda, se pudo observar que el 50% de las viviendas se encuentran en un ambiente limpio.

4.2. Cronograma del sistema



Fuente: Elaboración propia (2019).

4.3. Evaluación de la fuente de abastecimiento

Se identificó un pozo subterráneo que cumple con el caudal necesario para abastecer la población al que denominamos pozo Las Quebradas, para calcular el caudal máximo de este pozo se realizó pruebas de bombeo escalonadas a 24 horas para medir la profundidad total de pozo, nivel estático y su caudal.

La ubicación del pozo existente perforado, es a un extremo dentro de la comunidad, cuya posición y coordenadas son 590044.296 - 1445203.855, y se encuentra a una altura de 624.42 msnm. Esta ubicación facilita el trayecto hacia el predio del tanque de almacenamiento, al encontrarse en la misma área de la comunidad.

4.3.1. Capacidad de la fuente

4.3.1.1. Resultados de la prueba bombeo escalonada

Se realizó la prueba de bombeo a 24 horas, (Ver Anexo N° 4, Prueba de bombeo escalonada, Página VII) de la prueba del bombeo escalonado que indican el rendimiento al transcurso del tiempo.

El caudal óptimo de explotación recomendado a largo tiempo es de 32 gpm, para un descenso de 3.64 pies, con un nivel dinámico de 48.32 pies. Caudal suficiente para abastecer más de lo demandado por la comunidad Las Quebradas. Por periodos cortos o de emergencia el pozo podría explotarse con un caudal máximo de 40 gpm.

Esta obra de captación, es existente en la Comunidad Las Quebradas, se extraerá un caudal de 0.356 L/s, conducido hasta un tanque de almacenamiento donde se le aplicará la dosis óptima de desinfección y de ahí se enviará a cada domicilio para su uso posterior.

Tabla N° 5: Perfil técnico del pozo Las Quebradas

Profundidad Total	150'
Nivel Estático del Agua	44.67'
Columna de Agua	69.33'
Caudal del pozo	33 GPM
Tubo liso	83'
Tubo ranurado	94'
Cámara de Bombeo	68'

Fuente: Elaboración propia (2019).

(Ver Anexo N° 5. Perfil de pozo Las Quebradas, Página IX). Además, se muestra los detalles del predio del pozo y los detalles del mismo. Láminas N° 5 y 6 del juego de planos.

4.3.2. Calidad de la fuente

La calidad del agua está en dependencia de dos factores:

- ❖ Actividad y tipo de suelo
- ❖ Tipo y características de la fuente de abastecimiento

En este caso, la fuente a explotar es de origen subterránea, por lo que dada su naturaleza presenta condiciones más estables que las aguas superficiales afectadas por fenómenos naturales y artificiales.

La calidad del agua de la fuente fue analizada mediante los estudios realizados el 29/01/19 en el laboratorio químico LAQUISA (Ver Anexo N° 6, Resultados de Análisis físico químico y bacteriológico. Páginas X y XI). Estos resultados se rigen por la entidad encargada de velar por el suministro del vital líquido en Nicaragua, las normas de INAA y de manera equivalente las normas CAPRE.

4.3.2.1. Evaluación de parámetros físico-químicos

Los parámetros de los resultados físico-químicos: Cloruros, sulfatos, magnesio se encuentran por debajo de lo establecido de las Normas CAPRE.

Conforme al valor del Ph muestra un resultado de 7.8 de acuerdo a las normas CAPRE el resultado recomendado oscila de 6.5 – 8.5 por lo tanto este parámetro cumple con las normas de calidad para consumo humano.

El valor del Calcio da como resultado 34.14 Mg/L Inferior a los 100 Mg/L recomendados.

El nivel de Potasio encontrado es de 6.54 Mg/L el cual es un valor aceptable menor que los 10 Mg/L el cual es el máximo admisible.

Tabla N° 6: Resultados de parámetros físicos químicos del agua

Parámetros	Unidad	Resultados	Valor recomendado	Valor admisible	Observación
Temperatura	°C	29.0	18-30		Cumple
pH	pH	7.8	6.5 a 8.5		Cumple
Cloruros(CL)	Mg/L	11.57	25	250	No cumple
Conductividad	µs/cm	366.3	400		Cumple
Dureza(CaCO3)	Mg/L	118.04	400		Cumple
Sulfato	Mg/L	7.68	25	250	No cumple
Calcio	Mg/L	34.14	100		Cumple
Magnesio	Mg/L	7.95	30	50	No cumple
Potasio	Mg/L	6.54		10	Cumple
Sodio	Mg/L	33.61	25	200	Cumple

Fuente: Elaboración propia (2019)

De acuerdo a la muestra realizada al sodio se muestra un valor de 33.61 mg/L de acuerdo a las normas CAPRE el máximo admisible es de 200 mg/L por lo tanto este parámetro cumple con las normas de calidad para consumo humano.

El valor de conductividad eléctrica da como resultado un resultado un valor 366.3 µs/cm menor al recomendado 400 µs/cm, Igualmente el valor de dureza 118.04 mg/L inferior a los 400 mg/L recomendados.

4.3.2.1. Evaluación de parámetros para sustancias no deseadas

El valor encontrado de Hierro en el muestreo proyecta un resultado de 0.06 mg /L menor que 0.6 que es el máximo permitido.

La cantidad de Fluoruro encontrada en la muestra es de 0.1 mg/L menor que el valor máximo admisible de 0.7 mg/L Para una temperatura variante entre 25-30°C.

4.3.2.2. Evaluación de parámetros para sustancias Inorgánicas

En la muestra realizada el Arsénico muestra un valor de 0.005 mg/l de acuerdo a las normas CAPRE el máximo admisible es de 0.01 por lo tanto este parámetro cumple con las normas de calidad para consumo humano.

4.3.2.3. Evaluación de parámetros bacteriológicos

Según los resultados del análisis Bacteriológico indica que la fuente no presenta nivel de contaminación OCF-/100ml según las Normas CAPRE (Ver Anexo N° 6, Pág. X).

De acuerdo al análisis de la calidad del agua y la comparación de los parámetros establecidos en las normas CAPRE. Se puede asegurar que el agua de la fuente si puede ser utilizada para consumo humano ya que está dentro de los rangos permisibles y que de acuerdo al uso al que se destina, este cuerpo de agua se clasifica dentro del grupo; Tipo 1: aguas destinadas al uso doméstico, y corresponde a la Categoría 1 – A, aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.

4.3.3. Tratamiento y desinfección del sistema agua potable

Los resultados de los análisis fisicoquímicos, bacteriológicos, organolépticos, hierro y arsénico determinaron que no se requiere de ningún tratamiento adicional más que la desinfección preventiva con cloro para garantizar la pureza total del agua en el tanque propuesto.

Se utilizará como agente desinfectante del agua, hipoclorito de calcio al 65%, que es un producto que se adquiere a nivel local y relativamente fácil de operar en solución, además posee un costo más bajo que el cloro gaseoso. Se propone una dosificación de 1.5 mg/l, de manera que se obtenga un residual de la solución desinfectante de 0.5 mg/l en todos los puntos de la red.

Se recomienda un sistema de cloración basado en un inyector hidráulico eléctrico 1/60/110, cuyo dosificador de cloro deberá tener capacidad para 24 Galones por día y 110 PSI como presión máxima de trabajo. El Inyector estará conectado a la sarta del equipo de bombeo por medio de una manguera plástica de Nylon de 3/8" de diámetro capaz de soportar una presión de trabajo de 250 PSI que inyectará el cloro desde un tanque de 55 Galones de capacidad que contendrá la solución de cloro.

El tiempo de contacto entre el cloro y el agua será de 30 minutos antes de que llegue al consumidor. En situaciones adversas, se podrá aceptar un mínimo de 10 minutos, por lo cual se tendrá que disminuir la dosis requerida.

4.3.3.1. Dosificación del sistema

Aplicando la ecuación 15, se obtiene:

▲ Volumen de cloro

$$Cl = CMD(\text{GPM}) * 0.012 * \text{Dosis (mg/L)}$$

$$Cl = 3.12 \text{ GPM} * 0.012 * 1.5 \text{ mg/L} = 0.06 \text{ Lb/día}$$

▲ Volumen hipoclorito de calcio

$$Ca = \frac{Cl}{Cc}$$

$$Ca = \frac{0.06}{0.65} = 0.09 \text{ L/día} \rightarrow 40.82 \text{ gr/día}$$

Una de las ventajas de hipoclorito de calcio es que contiene una mayor cantidad de cloro (en un porcentaje del 65% a 70%), por lo que resulta ser un producto con un nivel más alto de efectividad. Además, es importante notar que es un compuesto más estable y fácil de manejar que el hipoclorito de sodio líquido. Se trabajó con la concentración de 65%.

▲ Volumen de solución

$$V.Sol = \frac{Ca}{Cs * 1000}$$

$$V.Sol = \frac{40.82 \text{ gr/día}}{0.015 * 1000} = 2.72 \text{ L/día}$$

De igual manera se calcula para cada uno de los años proyectados, hasta el 2039 cumpliendo con los 20 años del diseño. Los resultados se muestran en la Tabla N° 7. Dosificación de cloro a suministrar.

Tabla N° 7: Dosificación de cloro a suministrar

Año	Dosis promedio		Concentración comercial		Concentración solución		
	D = 1.5 mg/L		Cc = 0.65		Cs = 0.015		
	CMD	Volumen Cloro	Vol. Hipoclorito de calcio		Vol. de solución		Dosificación
	Gpm	Lb/día	Lb/día	gr/día	L/día	Gpd	got/min
2019	3.12	0.06	0.09	40.82	2.72	0.72	24.55
2020	3.20	0.06	0.09	40.82	2.72	0.72	24.55
2021	3.28	0.06	0.09	40.82	2.72	0.72	24.55
2022	3.40	0.06	0.09	40.82	2.72	0.72	24.55
2023	3.52	0.06	0.09	40.82	2.72	0.72	24.55
2024	3.64	0.07	0.11	49.90	3.33	0.88	30.06
2025	3.76	0.07	0.11	49.90	3.33	0.88	30.06
2026	3.88	0.07	0.11	49.90	3.33	0.88	30.06
2027	4.00	0.07	0.11	49.90	3.33	0.88	30.06
2028	4.12	0.07	0.11	49.90	3.33	0.88	30.06
2029	4.25	0.08	0.12	54.43	3.63	0.96	32.77
2030	4.37	0.08	0.12	54.43	3.63	0.96	32.77
2031	4.49	0.08	0.12	54.43	3.63	0.96	32.77
2032	4.61	0.08	0.12	54.43	3.63	0.96	32.77
2033	4.73	0.09	0.14	63.50	4.23	1.12	38.18
2034	4.85	0.09	0.14	63.50	4.23	1.12	38.18
2035	5.01	0.09	0.14	63.50	4.23	1.12	38.18
2036	5.17	0.09	0.14	63.50	4.23	1.12	38.18
2037	5.33	0.10	0.15	68.04	4.54	1.20	40.98
2038	5.49	0.10	0.15	68.04	4.54	1.20	40.98
2039	5.65	0.10	0.15	68.04	4.54	1.20	40.98

Fuente: Elaboración propia (2019)

De acuerdo a los parámetros físicos químicos que establecen las normas, el cloro residual libre debe oscilar entre 0.5 a 1 mg/L, este es el rango recomendado. En casos especiales este valor puede ser mayor para proteger a la población de brotes epidémicos.

En la Tabla N° 28, se muestra el análisis del cloro en las tuberías de la red de la comunidad Las Quebradas. El cual cumple con lo indicado en las normas que la concentración de cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de distribución deberá estar entre 0.2 y 0.5 mg/L, después del periodo de contacto. El punto más alejado es el nodo N° 18, en el cual se muestra un resultado de 0.39 m/L, el que cumple con lo antes descrito.

4.4. Resultados del levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico correspondiente a altimetría y planimetría de la comunidad Las Quebradas, donde se obtuvo que la red de distribución tiene una longitud total de 740.57 m.

A partir de las coordenadas obtenidas para cada uno de los puntos que se levantaron se trazó:

- ✓ Croquis de la comunidad
- ✓ Curvas de nivel de la red de distribución
- ✓ Poligonales de los terrenos donde se ubicarán el pozo y el tanque de almacenamiento.
- ✓ Perfil longitudinal del Pozo – red de distribución.
- ✓ Perfil longitudinal del Pozo – Tanque de almacenamiento.
- ✓ Perfil longitudinal de los ramales de distribución.

La elevación del pozo Las Quebradas es de 624.42msnm, el tanque propuesto se ubica a 665 msnm sobre el nivel del suelo. La información topográfica se presenta como tablas en los anexos de este documento. (Ver Anexo N° 7, Información topográfica. Página N° XII). Al igual que el juego de planos se presenta la topografía corresponde la Lámina N° 1.

4.5. Dimensionamiento de componentes hidráulicos

4.5.1. Población de diseño

Para la estimación de la población futura de las localidades se realiza una estimación de la tasa de crecimiento histórica en base a los datos obtenidos de los censos nacionales poblacionales realizados en los años de 1,995 y 2005:

Tabla N° 8: Datos demográficos nacionales

Datos demográficos nacionales	Datos demográf. nacionales	Año 1995	Año 2005	r crec. calculada	r del territorio
País	Nicaragua	4357,099 Hab.	5142,098 Hab	1.67%	0.77%
Departamento	Estelí	144,635 Hab.	153,932 Hab.	0.62%	
Municipio	La Trinidad	18,518 hab.	20,140 hab.	0.80%	
Comarca	Las Quebradas		46 hab.		

Fuente: Instituto Nacional de Información y desarrollo INIDE

Examinando los datos de la población se tienen las siguientes premisas de crecimiento:

- La tasa de crecimiento nacional de la población rural es de 1.33% en el período 1995 - 2005, según datos publicados por el Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INEC).
- Tasa de crecimiento departamental de Estelí de 1.4%
- Tasa de crecimiento Municipal de La Trinidad de 0.8 %
- La tasa promedio del territorio calculada con los datos anteriores es de 0.77%
- La tasa señalada en los documentos de normativas INAA señalan 2.5 %

Los resultados indican que, la tasa promedio de crecimiento histórico nacional, del grupo seleccionado, representa el 0.77%. Este análisis permite comparar ambos resultados con los estándares de INAA. Considerando los resultados obtenidos, se toma el valor representativo del territorio, cuya tasa de crecimiento anual. Resulta ser de 0.77%, dato que justifica la selección de la tasa de crecimiento comunitario de 2.5 % dentro de los estándares de valores abajo indicados.

Se contabilizaron 26 viviendas en la comunidad, aplicando el método de saturación con una población de saturación de 6 Habitantes por vivienda; se obtuvo una población actual de 156 Habitantes para el año 2019.

Este es el parámetro básico que permite establecer la demanda y diseñar las instalaciones claves del sistema de abastecimiento de agua. Se confirma entonces la selección de la tasa de crecimiento comunitario de 2.5 % dentro de los estándares de valores indicados la normativa NTON Norma INAA: NTON 09001 – 99.

Se usó el método geométrico aplicando la ecuación N° 1 y se expresa de la siguiente forma:

$$P_{2039} = 156 \text{ Hab } (1 + 0025)^{20}$$

$$P_{2039} = 282 \text{ Hab}$$

Los resultados de proyección de población se muestran en la Tabla N° 9 y el Gráfico N° 11 representa el comportamiento del incremento por año de la población.

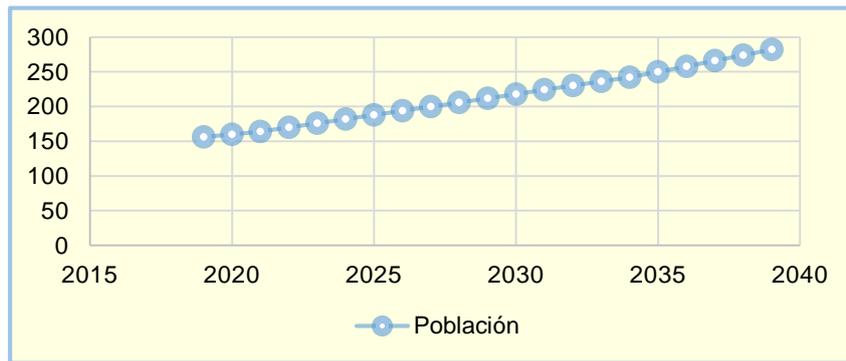
Tabla N° 9: Proyección de la población

Periodo	Población
2019	156
2020	160
2021	164
2022	170
2023	176
2024	182
2025	188
2026	194
2027	200
2028	206
2029	212
2030	218
2031	224
2032	230
2033	236
2034	242
2035	250
2036	258
2037	266
2038	274
2039	282

Fuente: Elaboración propia (2019)

La vida útil considerada para la cual se diseñó el sistema es de 20 años, por lo que la población estimada es de 282 habitantes para el año 2039.

Gráfico N° 11: Proyección de la población



Fuente: Elaboración propia (2019)

4.5.2. Proyección de la demanda de agua

La determinación del caudal de diseño depende de los parámetros establecidos por las normas, el tipo de consumo que haya en la comunidad y de la población que se proyectó para los 20 años.

No se consideran consumos: industrial ni comercial, debido a la inexistencia de actividad de este tipo, siendo las Quebradas un asentamiento meramente agrícola no industrializado como se detalla en el estudio socioeconómico.

La comunidad Las Quebradas siendo un asentamiento con menos de 5000 habitantes no se considera caudal para incendios, según lo indica NTON 09003-99.

Se tomarán en cuenta consumos, doméstico, público, más las pérdidas debido a fugas. Véase (ecuaciones 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5) Para la obtención del consumo promedio diario véase (ecuación 2).

Considerando de la NTON 09001-99 una dotación de 60 lppd, de acuerdo al acápite 3.1 en su inciso b. de dicha norma y aplicando las ecuaciones 2, 3 y 4. del este documento (Ver pág. 22 y 23). Se obtiene lo siguiente (Tablas N° 10 y 11):

Tabla N° 10: Estimación de consumo de Comunidad Las Quebradas

Año	Población (Hab)	Dotación (Gppd)	Dotación (Lppd)	Consumo Doméstico CD (Gpd)	Consumo Doméstico CD (Lps)	Consumo Público CP (Lps)	Consumo Promedio Diario CPD (Lps)
2019	156.00	16.00	60.00	2,496.00	0.108	0.008	0.116
2020	160.00	16.00	60.00	2,560.00	0.111	0.008	0.119
2021	164.00	16.00	60.00	2,624.00	0.114	0.008	0.122
2022	170.00	16.00	60.00	2,720.00	0.118	0.008	0.126
2023	176.00	16.00	60.00	2,816.00	0.122	0.009	0.131
2024	182.00	16.00	60.00	2,912.00	0.126	0.009	0.135
2025	188.00	16.00	60.00	3,008.00	0.131	0.009	0.140
2026	194.00	16.00	60.00	3,104.00	0.135	0.009	0.144
2027	200.00	16.00	60.00	3,200.00	0.139	0.010	0.149
2028	206.00	16.00	60.00	3,296.00	0.143	0.010	0.153
2029	212.00	16.00	60.00	3,392.00	0.147	0.010	0.158
2030	218.00	16.00	60.00	3,488.00	0.151	0.011	0.162
2031	224.00	16.00	60.00	3,584.00	0.156	0.011	0.166
2032	230.00	16.00	60.00	3,680.00	0.160	0.011	0.171
2033	236.00	16.00	60.00	3,776.00	0.164	0.011	0.175
2034	242.00	16.00	60.00	3,872.00	0.168	0.012	0.180
2035	250.00	16.00	60.00	4,000.00	0.174	0.012	0.186
2036	258.00	16.00	60.00	4,128.00	0.179	0.013	0.192
2037	266.00	16.00	60.00	4,256.00	0.185	0.013	0.198
2038	274.00	16.00	60.00	4,384.00	0.190	0.013	0.204
2039	282.00	16.00	60.00	4,512.00	0.196	0.014	0.210

Fuente: Elaboración propia (2019)

Debido a que la densidad de la población es menor a los 5,000 habitantes; no se considera consumo comercial, consumo industrial y no se dispondrá de hidrantes en el sistema.

Tabla N° 11: Estimación de consumos máximos

Año	Consumo Promedio Diario		Consumo Máximo Diario 150% CPD		Consumo Máximo Horario 250% CPD	
	CPD (Gpm)	CPD (Lps)	CMD (Gpm)	CMD (Lps)	CMH (Gpm)	CMH (Lps)
2019	1.838	0.116	2.756	0.174	4.594	0.290
2020	1.885	0.119	2.827	0.178	4.712	0.297
2021	1.932	0.122	2.898	0.183	4.829	0.305
2022	2.002	0.126	3.004	0.189	5.006	0.316
2023	2.073	0.131	3.110	0.196	5.183	0.327
2024	2.144	0.135	3.216	0.203	5.359	0.338
2025	2.214	0.140	3.322	0.210	5.536	0.349
2026	2.285	0.144	3.428	0.216	5.713	0.360
2027	2.356	0.149	3.534	0.223	5.889	0.372
2028	2.426	0.153	3.640	0.230	6.066	0.383
2029	2.497	0.158	3.746	0.236	6.243	0.394
2030	2.568	0.162	3.852	0.243	6.420	0.405
2031	2.638	0.166	3.958	0.250	6.596	0.416
2032	2.709	0.171	4.064	0.256	6.773	0.427
2033	2.780	0.175	4.170	0.263	6.950	0.438
2034	2.851	0.180	4.276	0.270	7.126	0.450
2035	2.945	0.186	4.417	0.279	7.362	0.464
2036	3.039	0.192	4.558	0.288	7.597	0.479
2037	3.133	0.198	4.700	0.296	7.833	0.494
2038	3.227	0.204	4.841	0.305	8.069	0.509
2039	3.322	0.210	4.982	0.314	8.304	0.524

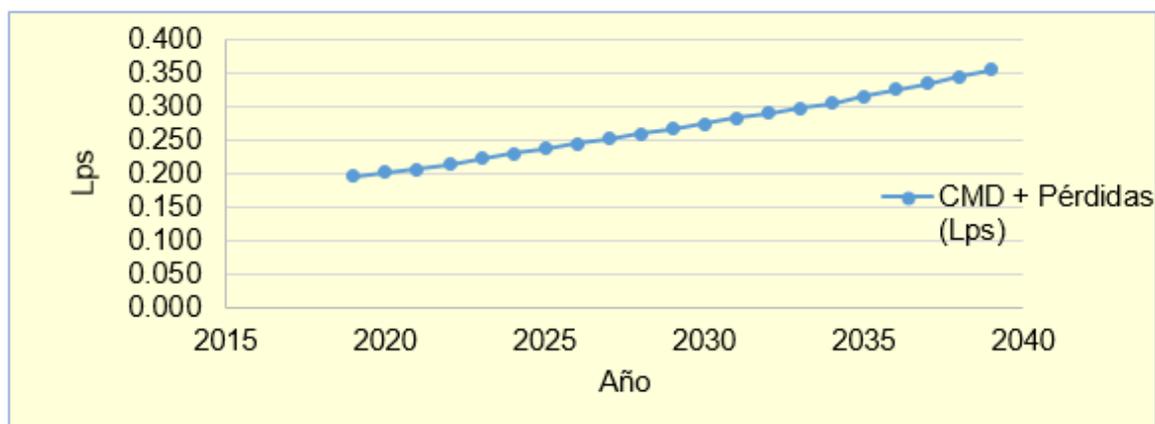
Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 12: Estimación de consumos máximos más pérdidas por fugas

Año	Pérdidas por Fugas 20% CPD (Gpm)	Pérdidas por Fugas 20% CPD (Lps)	CMD + Pérdidas (Gpm)	CMD + Pérdidas (Lps)	CMH + Pérdidas (Gpm)	CMH + Pérdidas (Lps)
	2019	0.368	0.023	3.124	0.197	4.961
2020	0.377	0.024	3.204	0.202	5.089	0.321
2021	0.386	0.024	3.284	0.207	5.216	0.329
2022	0.400	0.025	3.404	0.215	5.407	0.341
2023	0.415	0.026	3.524	0.222	5.597	0.353
2024	0.429	0.027	3.644	0.230	5.788	0.365
2025	0.443	0.028	3.765	0.237	5.979	0.377
2026	0.457	0.029	3.885	0.245	6.170	0.389
2027	0.471	0.030	4.005	0.253	6.361	0.401
2028	0.485	0.031	4.125	0.260	6.551	0.413
2029	0.499	0.032	4.245	0.268	6.742	0.425
2030	0.514	0.032	4.365	0.275	6.933	0.437
2031	0.528	0.033	4.485	0.283	7.124	0.449
2032	0.542	0.034	4.606	0.291	7.315	0.461
2033	0.556	0.035	4.726	0.298	7.506	0.473
2034	0.570	0.036	4.846	0.306	7.696	0.486
2035	0.589	0.037	5.006	0.316	7.951	0.502
2036	0.608	0.038	5.166	0.326	8.205	0.518
2037	0.627	0.040	5.326	0.336	8.460	0.534
2038	0.645	0.041	5.487	0.346	8.714	0.550
2039	0.664	0.042	5.647	0.356	8.968	0.566

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 13: Variación del consumo máximo diario



Fuente: Elaboración propia (2019)

4.5.3. Diseño de estación de bombeo

La condición de este sistema de bombeo es contra la red de distribución, con tanque de almacenamiento en el extremo de la red.

En este sistema de impulsión contra la red, se consideraron las soluciones más económicas en cuanto a la distribución, por lo que fue necesario hacer los análisis que garanticen un servicio a presión, eficiente y continuo para las siguientes condiciones de trabajo:

Caso I, consumo máximo con bombeo para el último año del período de diseño. En este caso se supone que los equipos de bombeo están produciendo e impulsando el caudal máximo diario por medio de las líneas de conducción a la red y el tanque de almacenamiento aporta el complemento al máximo horario.

Caso II, consumo máximo horario sin bombeo para el último año del periodo de diseño. En este caso la red trabaja por gravedad atendiendo la hora de máximo consumo desde el tanque.

Caso III y IV, al no considerar agua contra incendio por la poca densidad poblacional, no se verificaron estos casos.

Caso V, bombeo del consumo máximo día sin consumo en la red. Es en este caso que se determina la carga total dinámica de la bomba y sirvió para dimensionar la potencia de la misma; aquí el agua va directamente al tanque sin ser consumida, dando las presiones máximas en la red.

Este sistema incluye almacenamiento posterior, por lo que la capacidad de ésta se calculó sobre la base del consumo máximo diario de 0.356 LPS.

Esta será una estación de bombeo de pozo profundo, la cual bombeará el agua directamente a la red de distribución y de ahí se conectará al tanque de almacenamiento que se ubica en la cota 665 msnm, el cual también suministrará el flujo al sistema por gravedad con una diferencia de altura de 40.58 m. (Ver plano lámina N° 3).

4.5.3.1. Succión

El diámetro en la succión será de 2 pulgadas.

En el extremo de la tubería se colocará una válvula de pie con coladera.

4.5.3.2. Descarga

a) Diámetro de la sarta

calculando el diámetro más económico de la tubería con la ecuación 6:

$$D = 0.9 * (0.000356)^{0.45}$$

$$D = 0.0253m \rightarrow 1plg$$

2 plg \rightarrow Se utilizará 2" como diámetro comercial.

De acuerdo a la norma en la tabla 6-3 diámetro de sartas de conexión de bombas, el diámetro mínimo es de 2 pulgadas.

4.5.3.3. Cálculos del golpe de ariete

Velocidad de propagación de la onda de sobrepresión (Celeridad en m/s), haciendo uso de la ecuación 7 y la Tabla N° 2:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 0.5 \cdot \left(\frac{0.0000508mm}{0.0000023 mm}\right)}}$$

$$a = 1,285.13 \text{ m/s}$$

▲ Tiempo de parada fórmula (tiempo de parada en segundos)

Ecuación 8

$$T = 0 + \frac{1.75 * 422.28m * 0.18 \text{ m/s}}{9.81m/s^2 * 55.82m}$$

$$T = 0.24 \text{ s}$$

▲ Cálculo de la Longitud Crítica

Sustituyendo en la Ecuación 9

$$L_c = 1,285.13 \text{ m/s} * \left(\frac{0.24 \text{ s}}{2} \right)$$

$$L_c = 156.09 \text{ m} < 422.28 \text{ m}$$

$L_c < L_{\text{Usar}} \rightarrow$ Allievi

▲ **Sobrepresión del golpe de ariete**

Ecuación 10

$$\Delta H = \frac{a * v}{g}$$

$$\Delta H = \frac{(1,285.13 \text{ m} * 0.18 \text{ m/s})}{(9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$\Delta H = 23.58 \text{ m}$$

▲ **Cálculo de presión máxima**

Haciendo uso de la ecuación 11

P. máx. = Presión Estática + sobrepresión \rightarrow P. máx. < P tubería

$$P. \text{ máx.} = 42.62 \text{ m} + 23.58 \text{ m} = 66.20 \text{ m}$$

Se usará tubería PVC SDR 26. Cuya presión de trabajo es de 112.50 > 66.20 m.c.a.

Tabla N° 14: Resumen de resultados de golpe de ariete

Velocidad de propagación de las ondas "a"	1,285.13 m/s
Sobre presión del golpe de ariete	23.58 m
Presión máxima	66.20 m
Presión máxima de trabajo de la tubería	112.50 mca

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.5.3.4. Caseta de control

Se diseñó de mampostería reforzada con dimensiones de (4.95 m * 4.87 m) incluyendo la iluminación y desagüe. Esta tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos. (Ver Plano. Lámina N° 8).

4.5.3.5. Dimensionamiento del equipo de bombeo

Tabla N° 15: Datos generales del sistema

Caudal de bombeo (CMD)	0.356 Lps
Nivel de la bomba	603.68 msnm
Nivel de rebose del tanque	667.04 msnm
Nivel estático del agua	13.62 m
Nivel de bombeo	15.14 m

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 16: Datos generales del bombeo en el pozo

Tipo de bomba	Sumergible
Material	Tubo de hierro galvanizado dúctil (H ^o .G ^o)
L columna	21.14 m
Diámetro de la columna	3 plg

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 17: Datos de la sarta

Material	Tubo de hierro galvanizado dúctil (H ^o .G ^o)
Longitud	6 m
Diámetro de la sarta	2 plg

Fuente: Elaboración propia (2019)

Las pérdidas de cargas por accesorios se muestran a continuación:

Tabla N° 18: Longitud equivalente en los accesorios de la sarta

Longitud equivalente en la descarga (D = 2" = 0.0508 m)			
Accesorios	Cantidad	Le (Longitud equivalente) m	Total (m)
Codo de 90°	1	1.10	1.10
Válvula de pie	1	14.00	14.00
Tee de paso directo	1	1.10	1.10
Niple 0.3 de largo * 2" HF Dúctil	1	0.30	0.30
Unión dresser de BR * 2"	2	0.20	0.40
Niples de 12 veces el diámetro 2"	2	0.60	1.20
Medidor maestro HF. Con brida de 2"	1	10.00	10.00
Manómetro de 200 psi	1	0.50	0.50
Válvula de check de 2" con bridas	1	0.40	0.40
Cruz de H.G. roscada de 2"	1	0.50	0.50
Válvula de alivio H.F. roscada de 2"	1	0.50	0.50
Válvula de 2" H.G. roscada para limpieza	1	0.40	0.40
Niple de 2" H.G. de 1.05 de largo	1	1.05	1.05
Válvula de pase d 2" roscada	1	0.40	0.40
Codos de 45° de 2" roscado	2	0.80	1.60
Niple de d 2"H.G. roscado 0.5 Largo	1	0.50	0.50
Tubería para sarta de 2" H.G	1	6.00	6.00
Salida de tubo	1	1.00	1.00
Suma			40.95

Fuente: Elaboración propia (2019)

❖ Pérdidas en la sarta

Para las pérdidas se aplica la ecuación 5

$$h_{fsarta} = 10.67 \left(\frac{0.000356 m^3/s}{100} \right)^{1.852} \frac{40.95 m}{(0.0508 m)^{4.87}}$$

$$h_{fsarta} = 0.07 m$$

❖ **Pérdida en la descarga**

$$hf_{desc.} = 10.67 \left(\frac{0.000356 m^3/s}{150} \right)^{1.852} \frac{405.75 m}{(0.0381 m)^{4.87}}$$

$$hf_{desc.} = 1.35 m$$

$$hf_{total.} = 0.07 m + 1.35 m = 1.42 m$$

❖ **Carga total dinámica**

$$CTD = CED + NB + \Sigma hf_{desc} + hf_{columna}$$

$$CTD = 42.62 m + 15.14 m + 1.42 m + 1.06 m$$

$$CTD = 60.24 m \rightarrow 197.59 \text{ pies}$$

❖ **Carga estática de la descarga (CED)**

$$CED = \text{Nivel del agua en la descarga} - \text{Nivel más bajo en la superficie}$$

$$CED = 667.04 m - 624.42 m$$

$$CED = 42.62 m$$

❖ **Nivel de Bombeo (NB)**

$$NB = \text{Variaciones estacionales} + \text{Profundidad del NEA} + \text{Descenso máximo}$$

$$NB = 0.40 m + 13.62 m + 1.12 m$$

$$NB = 15.14 m$$

❖ **Pérdida de la Columna de bombeo (hf Columna)**

$$Hf_{Columna} \leq 5\% (Lc)$$

$$Lc \leq NB + \text{Sumergencia}$$

$$Lc = 15.14 m + 6 m = 21.14 m$$

$$Hf_{Columna} \leq 5\% (21.14 m)$$

$$Hf_{Columna} \leq 1.06 m$$

❖ **Cálculo de la potencia de la bomba y del motor**

La bomba propuesta es del tipo motor sumergible monofásico con protección contra arena, Marca Pedrollo modelo 4BLOCK 2/7 Motor N.º: 79952103 el Tipo de motor: MS402. Con la finalidad de operar el equipo de bombeo el cual requiere la instalación de paneles eléctricos, de arranque entre otros. El equipo

de bombeo, se acompaña de una sarta, la cual contiene válvula de aire para eliminar cualquier bolsa de aire producto del inicio de las operaciones de la bomba, manómetro, válvula de check, válvula de limpieza, válvula de alivio (con la finalidad de contrarrestar el golpe de ariete y cualquier otra modificación de la presión en el sistema por efectos de bolsas de aire).

▲ **Potencia hidráulica de la bomba**

$$P_B: \frac{Q * CTD}{3960}$$

$$P_B: \frac{5.647 \text{ Gpm} * 197.59 \text{ pies}}{3960}$$

$P_B: 0.28 \text{ hp} \rightarrow$ Se propone 1 hp de potencia

✦ **Potencia del Freno**

$$P_f = \frac{P_B}{eb}$$

$$eb = 65 \%$$

$$P_f = \frac{1 \text{ Hp}}{0.65} = 1.54 \rightarrow 1.5 \text{ Hp}$$

✦ **Potencia del Motor**

$$HP_m = 1.15 * P_B$$

$$HP_m = 1.15 * 1 \text{ Hp}$$

$$HP_m = 1.15 \text{ Hp} \rightarrow 1.5 \text{ Hp}$$

En el Anexo N° 8. Pág. XV, se muestra el gráfico que ilustra la curva de rendimiento del modelo seleccionado, así como el punto de operación de la bomba, de acuerdo con las características de la instalación. En la lámina N° 7 de los planos se muestra los detalles de este sistema de bombeo.

4.5.3.6. Cálculo de tiempo de bombeo

Haciendo uso de la ecuación 12. El caudal de diseño del equipo de bombeo se escogió de tal manera que el tiempo máximo de bombeo necesario sea de 16

horas al final del periodo de diseño y con una buena operación y mantenimiento del equipo de bombeo, este tendrá una vida útil de 20 años.

Tabla Nº 19: Resultados de tiempo de bombeo

Periodo	Año	CPD (Lps)	CMD (Lps)	Tb.cpd (Lps)	Tb.cmd (horas)
0	2019	0.116	0.197	5.21	8.86
1	2020	0.119	0.202	5.34	9.08
2	2021	0.122	0.207	5.48	9.31
3	2022	0.126	0.215	5.68	9.65
4	2023	0.131	0.222	5.88	9.99
5	2024	0.135	0.230	6.08	10.33
6	2025	0.140	0.237	6.28	10.67
7	2026	0.144	0.245	6.48	11.01
8	2027	0.149	0.253	6.68	11.35
9	2028	0.153	0.260	6.88	11.70
10	2029	0.158	0.268	7.08	12.04
11	2030	0.162	0.275	7.28	12.38
12	2031	0.166	0.283	7.48	12.72
13	2032	0.171	0.291	7.68	13.06
14	2033	0.175	0.298	7.88	13.40
15	2034	0.180	0.306	8.08	13.74
16	2035	0.186	0.316	8.35	14.19
17	2036	0.192	0.326	8.62	14.65
18	2037	0.198	0.336	8.88	15.10
19	2038	0.204	0.346	9.15	15.56
20	2039	0.210	0.356	9.42	16.00

Fuente: Elaboración propia (2019)

La tabla anterior muestra los tiempos de bombeo requerido. El tiempo mínimo y máximo de bombeo cuando la población está demandando consumo promedio diario, el tiempo mínimo es de aproximadamente 5 horas 12 minutos y el tiempo máximo de 9 horas 25 minutos. Cuando la población está demandando el consumo máximo día el tiempo mínimo es de 8 horas 52 minutos y el tiempo máximo 16 horas.

4.5.3.7. Gasto energético para tiempo de bombeo

El periodo de bombeo es de 16 horas, costo de kwh C\$ 6.98, eficiencia de bomba: 65%.

Tabla Nº 20: Consumo energético

Año	n	CMD	Horas de bombeo	Gasto diario de energía	Costo Anual energético
		(lps)	(hrs)	(Kw/hr)	CAE (C\$/año)
2019	0	0.197	8.86	8.86	22,563.20
2020	1	0.202	9.08	9.08	23,141.74
2021	2	0.207	9.31	9.31	23,720.28
2022	3	0.215	9.65	9.65	24,588.10
2023	4	0.222	9.99	9.99	25,455.91
2024	5	0.230	10.33	10.33	26,323.73
2025	6	0.237	10.67	10.67	27,191.54
2026	7	0.245	11.01	11.01	28,059.36
2027	8	0.253	11.35	11.35	28,927.18
2028	9	0.260	11.70	11.70	29,794.99
2029	10	0.268	12.04	12.04	30,662.81
2030	11	0.275	12.38	12.38	31,530.62
2031	12	0.283	12.72	12.72	32,398.44
2032	13	0.291	13.06	13.06	33,266.25
2033	14	0.298	13.40	13.40	34,134.07
2034	15	0.306	13.74	13.74	35,001.88
2035	16	0.316	14.19	14.19	36,158.97
2036	17	0.326	14.65	14.65	37,316.06
2037	18	0.336	15.10	15.10	38,473.14
2038	19	0.346	15.56	15.56	39,630.23
2039	20	0.356	16.00	16.00	40,762.03

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.5.4. Dimensionamiento de tanque de almacenamiento

Para el volumen de almacenamiento se toma el 15% CPD para compensar las variaciones horarias de consumo y el 20% para el volumen de reserva Según las Normas Rurales (NTON 09001-99) de tal manera que la ecuación 13 resulta:

$$VT = 35\% \text{ CPD}$$

$$\text{CPD} = (0.210 \text{ L/s} * 86,400) = 18,144.00 \text{ L} \rightarrow 18.14 \text{ m}^3$$

$$VT = 35\% (18.14 \text{ m}^3) = 6.35 \text{ m}^3$$

$$h = \frac{V}{3} + k$$

$$h = \frac{6.35/100}{3} + 2 = 2.02 \text{ m}$$

Se propone una estructura cuadrada, siendo el lado:

$$L = \sqrt{\frac{Vol}{h}}$$

$$L = \sqrt{\frac{6.35 \text{ m}^3}{2.04 \text{ m}}} = 1.76 \text{ m}$$

Dimensiones constructivas, sección geométrica cuadrada:

Altura: 2.50 m

Altura de rebose: 2.02 m

Borde libre: 0.48 m

Lado: 2 m

Elevación de fondo: 665.00 msnm

Elevación de rebose: 667.04 msnm

Este tanque de almacenamiento se deberá construir como se indica en los planos, tendrá un cimientado de losa de concreto reforzado de 30 cm de espesor, las paredes de mampostería con una sección interna cuadrada y las paredes serán como muros de retención en sección trapezoidal con base de 0.85 m a terminar en 0.15 m, con una losa superior de concreto reforzado, con un respiradero de HoGo, la losa contará con una tapa de inspección que permitirá inspeccionar el interior de la estructura a través de peldaños de acero galvanizado ubicados en una de las paredes a cada 30 cm.

Detalle en los planos Ver Lámina N° 9 y 10.

4.5.4.1. Tiempo de llenado del tanque

Aplicando la ecuación 14, se obtiene:

$$t: \frac{6,350.40 L}{0.21 L/s}$$

$$t: 30,240 s \rightarrow 8.40 hrs$$

La capacidad del tanque es de 6,350.40 litros, y un consumo promedio diario de 0.21 L/s, por lo que el tiempo de llenado será de 8 horas 24 minutos.

Resultados

El equipo de bombeo debe extraer y transportar un caudal de 0.566 Lps (CMH) hacia la red de distribución y llenar el tanque de almacenamiento, consumo que cubrirá los 20 años del diseño.

El equipo de la sarta y sus accesorios será instalado en un pozo perforado ubicado en la cota topográfica 624.42 msnm, la profundidad total del pozo es de 150 pies.

La tubería de la sarta de bombeo es de 2 pulg. de hierro galvanizado (H⁰.G⁰).

4.6. Análisis de la red de distribución en el software EPANET

En este ítem se describe el diseño hidráulico de la red de distribución, utilizando para ello los resultados de los estudios de campo y gabinete realizados, tales como: población, tasas de crecimiento, dotaciones, topografía, estudio de fuente y otros.

Para obtener el diseño de la red de distribución se realizaron dos condiciones de trabajo.

1ra. Condición: Consumo Máxima Hora (CMH) en la red de distribución, para un periodo de diseño de 20 años.

2da. Condición: Consumo máximo horario sin bombeo.

3ra. Condición: Sin Consumo en la red.

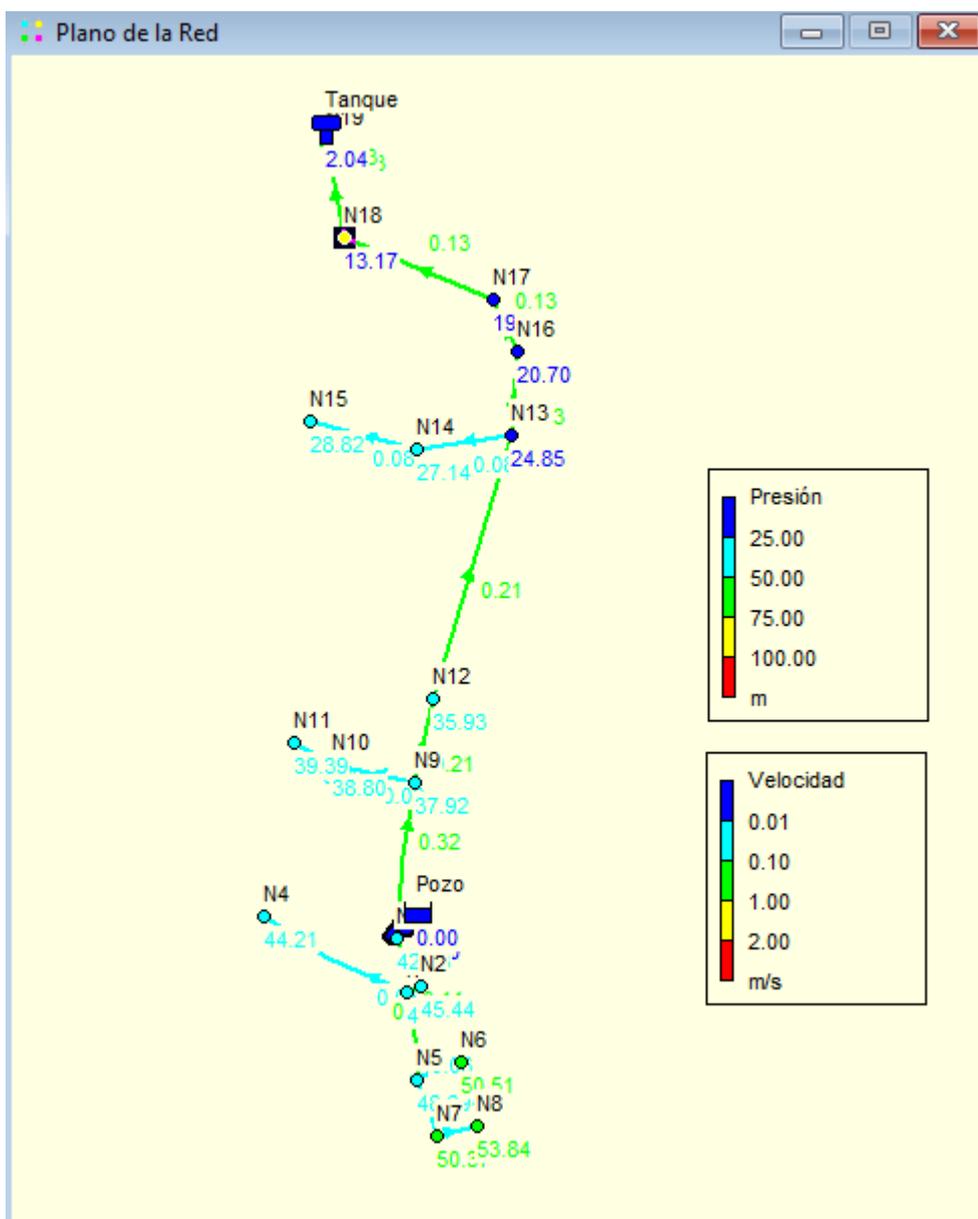
4.6.1. Condición de consumo máximo horario (CMH)

Esta condición de análisis simula la red de distribución trabajando con los caudales máximos esperados en la red, para conocer las presiones más bajas esperadas en la red y de esta manera garantizar la presión mínima de servicio requerida. A continuación, se presentan los resultados del análisis de condición de CMH (Ver Gráfico N° 12).

La condición de consumo de máxima hora es la condición más crítica de trabajo a la cual se verá expuesta la red de distribución, por lo tanto, las tuberías de la red de distribución deberán de estar construidas con materiales y diámetros que garanticen el correcto funcionamiento de la misma.

Se calculó la demanda base de cada uno de los nodos, distribuyendo el caudal máximo horario. Cabe señalar que existen nodos abiertos y nodos cerrados, los abiertos son los que aportan caudal y los cerrados solo funcionan para intersecciones o cambios de dirección. (Anexo N°. 9. Tabla N° 39, Pág. XVI). Se muestran los resultados del sistema en los planos, Láminas N° 2, 4.

Gráfico N° 12: Esquema de red Condición CMH

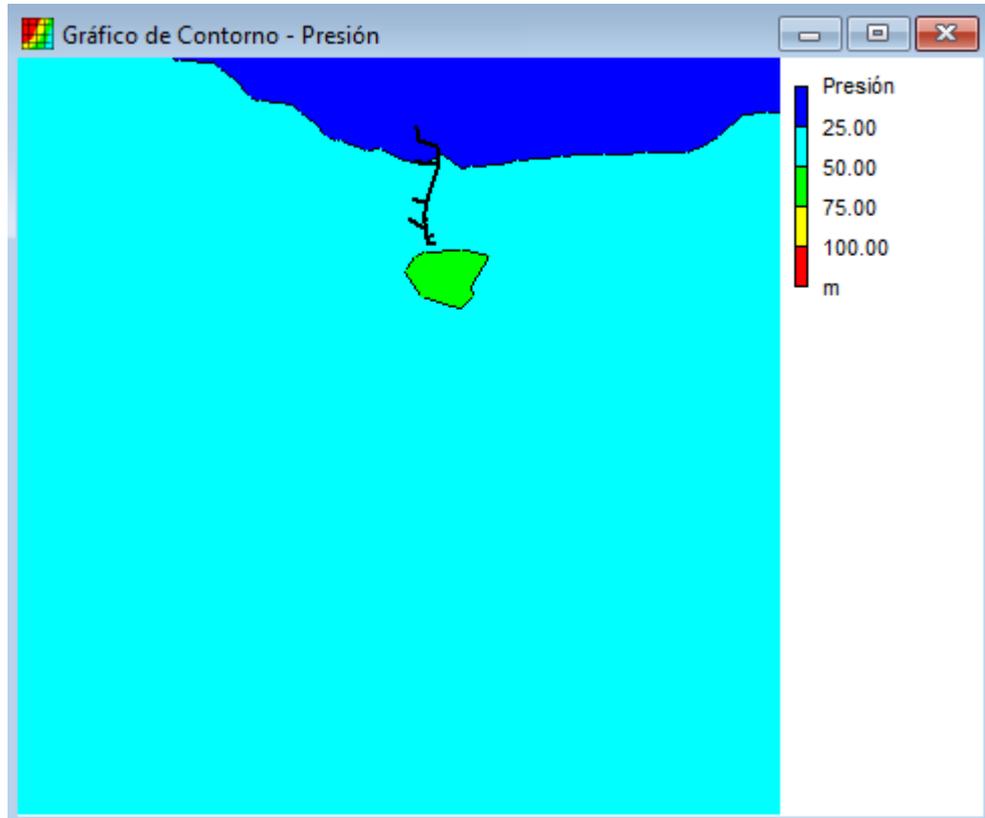


Fuente: Elaboración propia (2019)

Los colores de los nodos en azul y celeste tienen presiones permisibles de acuerdo al rango establecido en las normas rurales de INAA. (Ver Gráfico N° 12,13, 14 y Tabla N° 21). La presión esperada en las tuberías es un parámetro importante de diseño, en donde las normas recomiendan presiones entre 5 y 50 m y en puntos aislados hasta 70 m.

La red de distribución propuesta estará compuesta por tuberías PVC-SDR-26 de 1.5 plg que se extiende en una longitud sumando los tramos de 740.57 m, el tanque de almacenamiento se ubica en la cota 665 msnm.

Gráfico N° 13: Análisis de presión en los nodos, condición CMH

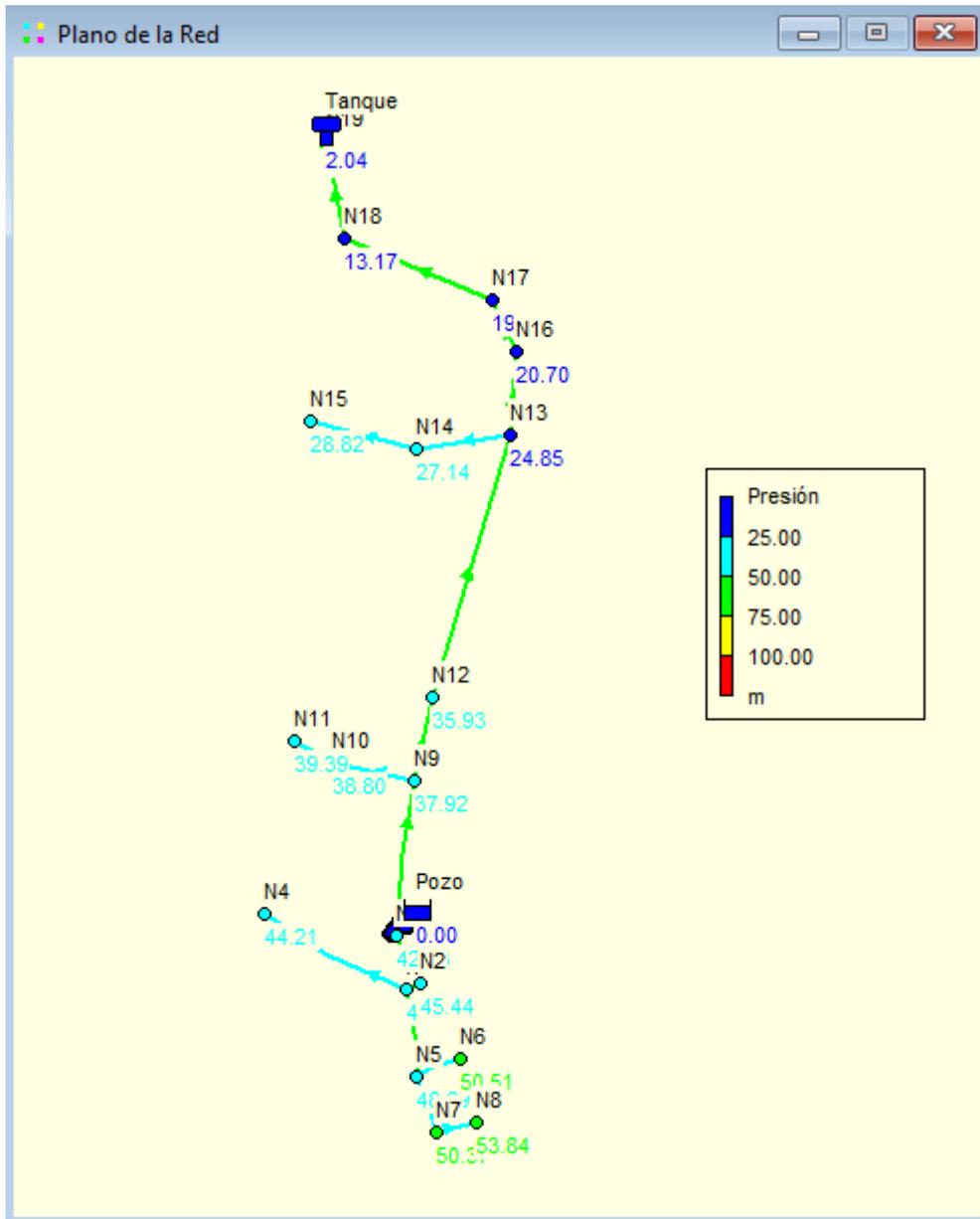


Fuente: Elaboración propia (2019)

En esta gráfica de contorno se puede apreciar los rangos en los que oscilan las presiones, que van desde una presión mínima de 13.16 m en el Nodo 18 cuando entra al tanque de almacenamiento hasta una presión 48.66 m en el Nodo 5 de la línea de distribución. Lo que se marca en color verde, son los nodos 6, 7 y 8; con presiones de 50.49, 50.35 y 53.81 los cuales son permisibles de acuerdo a la norma hasta 70 m en los puntos más alejados del sistema. Para lo cual se propone la colocación de una válvula reguladora de presión en esta parte del sistema.

Al realizar el análisis en el software la gráfica de contornos resulta en colores permisibles dada la simulación.

Gráfico N° 14: Resultados de presiones en los nodos, condición CMH



Fuente: Elaboración propia (2019)

Presión mínima de 13.17 m en el Nodo 18 antes de abastecer al tanque de almacenamiento hasta una presión máxima de 53.84 m en el Nodo 8 siendo este el último nodo de la línea de distribución.

Tabla N° 21: Resultados de presiones en los nodos, condición CMH

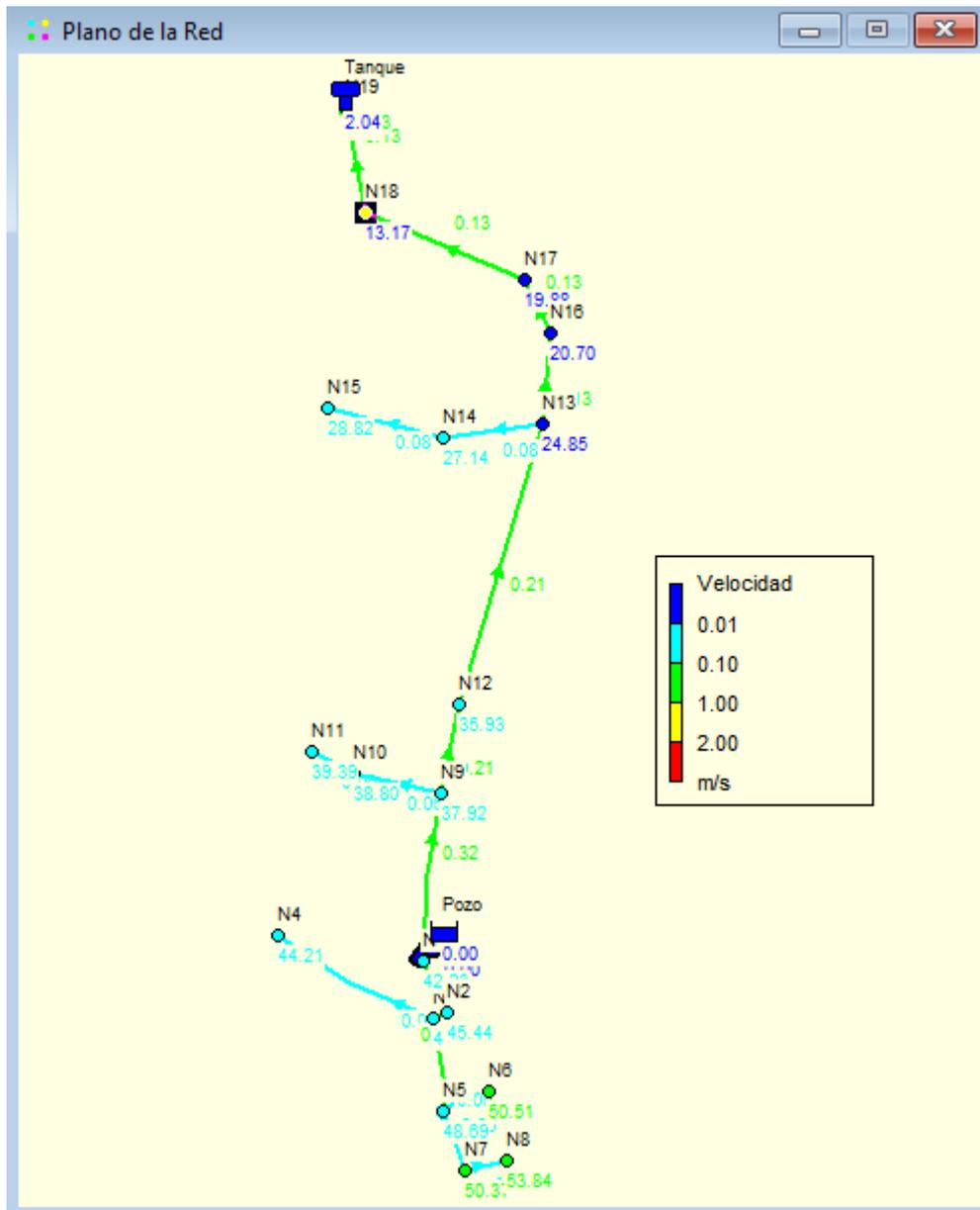
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	LPS	m	M
Conexión N1	625.32	0.000	0.00	667.55	42.23
Conexión N2	622.10	0.000	0.00	667.53	45.44
Conexión N3	622.00	0.000	0.00	667.53	45.53
Conexión N4	623.31	0.086	0.09	667.52	44.21
Conexión N5	618.83	0.000	0.00	667.52	48.69
Conexión N6	617.00	0.088	0.09	667.51	50.51
Conexión N7	617.14	0.000	0.00	667.51	50.37
Conexión N8	613.67	0.09	0.09	667.51	53.84
Conexión N9	629.43	0.086	0.09	667.35	37.92
Conexión N10	628.55	0.000	0.00	667.35	38.80
Conexión N11	627.95	0.088	0.09	667.34	39.39
Conexión N12	631.34	0.000	0.00	667.27	35.93
Conexión N13	642.29	0.000	0.00	667.14	24.85
Conexión N14	640.00	0.000	0.00	667.14	27.14
Conexión N15	638.31	0.128	0.13	667.13	28.82
Conexión N16	646.42	0.000	0.00	667.12	20.70
Conexión N17	647.22	0.000	0.00	667.10	19.88
Conexión N18	653.90	0.000	0.00	667.07	13.17

Fuente: Elaboración propia (2019)

Las presiones obtenidas del análisis satisfacen las establecidas por la norma INAA, cuyas presiones deben estar en el rango de 5 a 50 m. Y en puntos aislados se permitirán presiones hasta de 70 m.

Se verificó otro parámetro importante considerado en el diseño de la red la velocidad en las tuberías, la cual según la norma debe de estar en el rango de 0.4m/s a 2 m/s, los resultados de la simulación de la red con CMH en cuanto a velocidades se muestran en el Gráfico N° 15 y Tabla N° 22, en donde se describe el análisis generado.

Gráfico N° 15: Velocidades del sistema



Fuente: Elaboración propia (2019)

Con relación a las velocidades las tuberías en color verde indican que son permisibles, en los casos que resultan bajas, se evidencia la necesidad de colocar válvulas de limpieza para prevenir la acumulación de sedimentos, pues en el 50% de las tuberías presenta velocidades por debajo de los 0.4 m/s establecidos por norma. Y generalmente es en los ramales hacia los domicilios, en las líneas principales se mantiene oscilando entre 0.13 – 0.32 m/s. (Ver Tabla N° 22).

Esta situación es causada por la baja densidad poblacional, lo que origina que la demanda de agua resultante también sea pequeña, y a su vez combinado con la notablemente dispersión de las viviendas, ocasiona que los caudales nodales calculados resulten insignificantes en comparación con las longitudes y el diámetro de las tuberías (algunas tuberías fueron colocadas para servir solamente a una familia).

Tabla N° 22: Resultados de velocidades en tuberías

ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería T1	23.06	44.60	150	0.26	0.17	0.89
Tubería T2	6.59	44.60	150	0.26	0.17	0.89
Tubería T3	69.28	44.60	150	0.09	0.06	0.11
Tubería T4	37.52	44.60	150	0.18	0.11	0.43
Tubería T5	20.01	44.60	150	0.09	0.06	0.12
Tubería T6	25.52	44.60	150	0.09	0.06	0.12
Tubería T7	17.16	44.60	150	0.09	0.06	0.12
Tubería T8	69.34	44.60	150	-0.51	0.32	2.97
Tubería T9	35.22	44.60	150	0.09	0.06	0.12
Tubería T10	19.52	44.60	150	0.09	0.06	0.12
Tubería T11	56.04	44.60	150	-0.33	0.21	1.36
Tubería T12	97.69	44.60	150	-0.32	0.21	1.36
Tubería T13	40.04	44.60	150	0.09	0.06	0.12
Tubería T14	47.75	44.60	150	0.13	0.08	0.23
Tubería T15	36.44	44.60	150	-0.20	0.13	0.55
Tubería T16	23.93	44.60	150	-0.20	0.13	0.55
Tubería T17	68.71	44.60	150	-0.20	0.13	0.55
Tubería T18	46.75	44.60	150	-0.20	0.13	0.55

Fuente: Elaboración propia (2019)

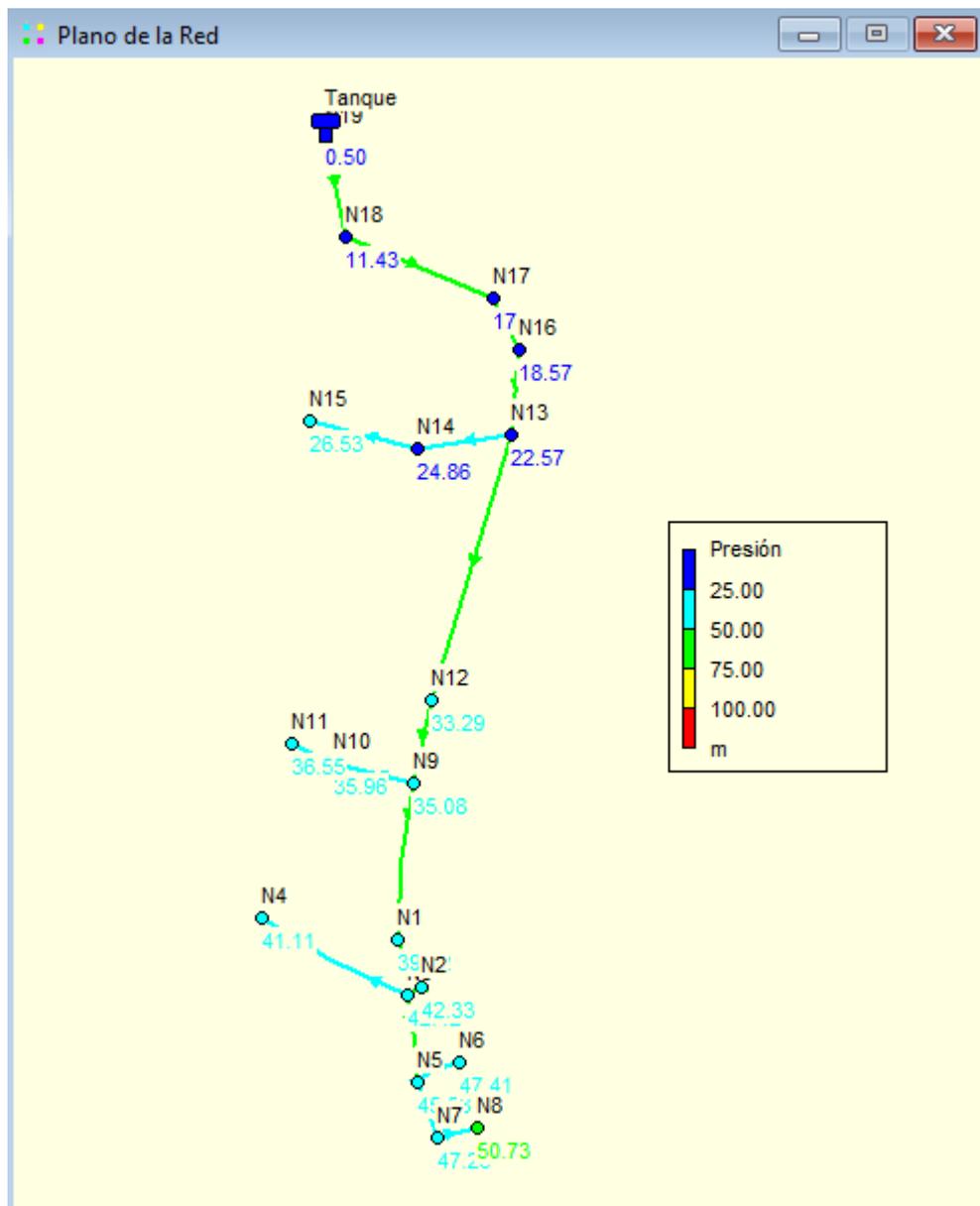
El diámetro utilizado en la red de distribución es de 1.5", diámetro mínimo permisible según la norma para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de la población, podrá usarse el diámetro de 1.5 pulgadas en longitudes no superiores a los 100 metros. Algunas tuberías no cumplen con el rango de velocidad establecido en las normas de INAA 0.4 m/s a 2 m/s; por lo que

se propone colocar válvulas de limpieza para prevenir la acumulación de sedimentos en las tuberías. (Ver lámina N° 2 del juego de planos).

4.6.2. Condición consumo máximo diario sin bombeo

En este caso la red trabaja por gravedad atendiendo la hora de máximo consumo desde el tanque.

Gráfico N° 16: Presiones en la red de distribución sin bombeo



Fuente: Elaboración propia (2019)

Las presiones en esta condición por gravedad cumplen con el rango establecido en las normas 5m a 50 m, y en cuanto al nodo N° 8 la presión es de 50.73m,

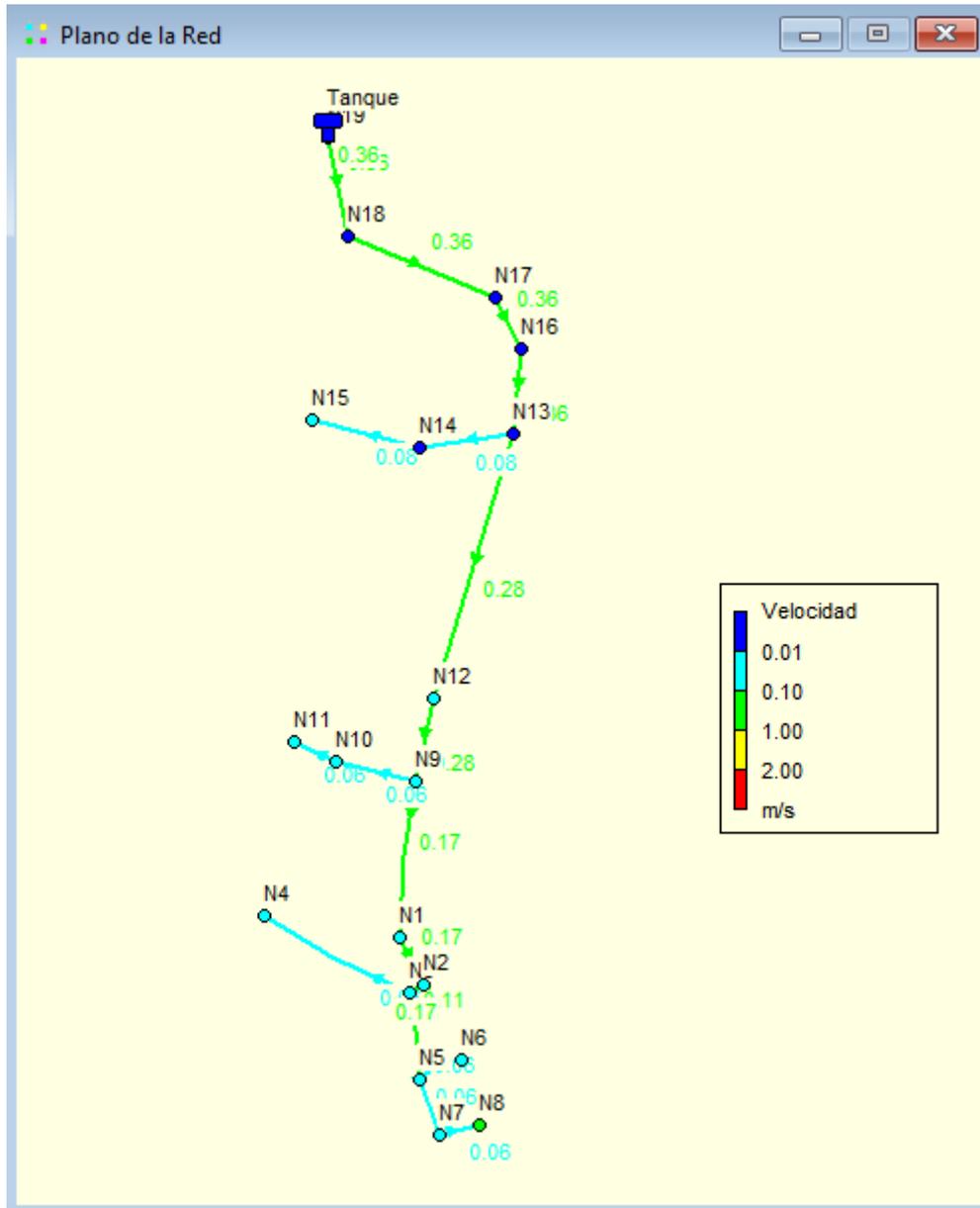
siendo permisible ya que en puntos aislados y donde es irregular la topografía se admite hasta 70 m de presión estática. Siendo este análisis realizado en la hora de máxima demanda.

Tabla N° 23: Resultados de presiones en la red de distribución sin bombeo

ID Nudo	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
	M	LPS	LPS	m	M
Conexión N1	625.32	0.000	0.00	664.44	39.12
Conexión N2	622.10	0.000	0.00	664.42	42.33
Conexión N3	622.00	0.000	0.00	664.42	42.42
Conexión N4	623.31	0.086	0.09	664.42	41.11
Conexión N5	618.83	0.000	0.00	664.41	45.58
Conexión N6	617.00	0.088	0.09	664.41	47.41
Conexión N7	617.14	0.000	0.00	664.40	47.26
Conexión N8	613.67	0.09	0.09	664.40	50.73
Conexión N9	629.43	0.086	0.09	664.51	35.08
Conexión N10	628.55	0.000	0.00	664.51	35.96
Conexión N11	627.95	0.088	0.09	664.50	36.55
Conexión N12	631.34	0.000	0.00	664.63	33.29
Conexión N13	642.29	0.000	0.00	664.86	22.57
Conexión N14	640.00	0.000	0.00	664.86	24.86
Conexión N15	638.31	0.128	0.13	664.84	26.53
Conexión N16	646.42	0.000	0.00	664.99	18.57
Conexión N17	647.22	0.000	0.00	665.08	17.86
Conexión N18	653.90	0.000	0.00	665.33	11.43

Fuente: Elaboración propia (2019)

Gráfico N° 17: Velocidades en la red de distribución sin bombeo



Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 24: Resultados de velocidades en la red de distribución sin bombeo

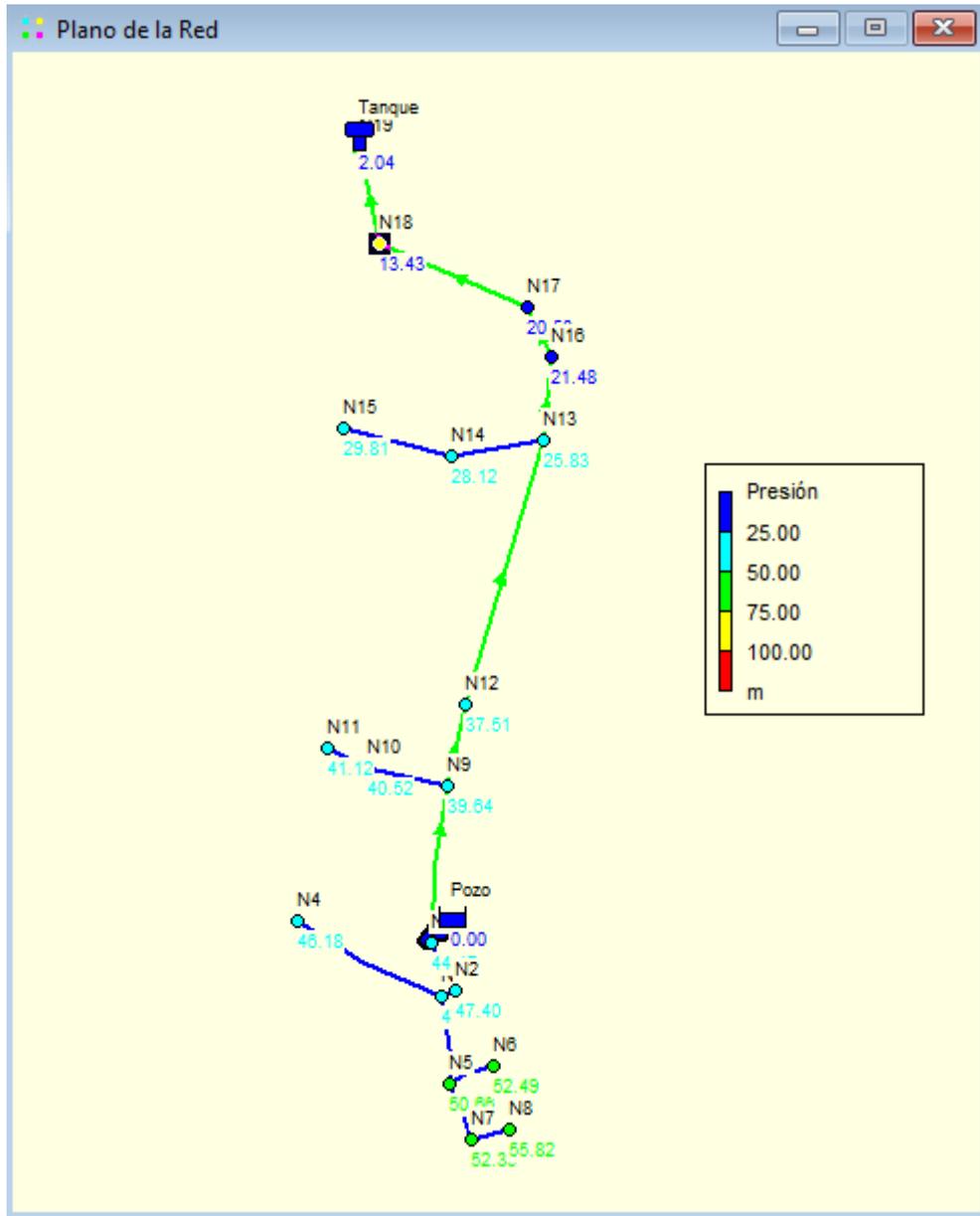
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería T1	23.06	44.60	150	0.26	0.17	0.89
Tubería T2	6.59	44.60	150	0.26	0.17	0.89
Tubería T3	69.28	44.60	150	0.09	0.06	0.11
Tubería T4	37.52	44.60	150	0.18	0.11	0.43
Tubería T5	20.01	44.60	150	0.09	0.06	0.12
Tubería T6	25.52	44.60	150	0.09	0.06	0.12
Tubería T7	17.16	44.60	150	0.09	0.06	0.12
Tubería T8	69.34	44.60	150	0.26	0.17	0.89
Tubería T9	35.22	44.60	150	0.09	0.06	0.12
Tubería T10	19.52	44.60	150	0.09	0.06	0.12
Tubería T11	56.04	44.60	150	0.44	0.28	2.28
Tubería T12	97.69	44.60	150	0.44	0.28	2.28
Tubería T13	40.04	44.60	150	0.09	0.06	0.12
Tubería T14	47.75	44.60	150	0.13	0.08	0.23
Tubería T15	36.44	44.60	150	0.57	0.36	3.66
Tubería T16	23.93	44.60	150	0.57	0.36	3.66
Tubería T17	68.71	44.60	150	0.57	0.36	3.66
Tubería T18	46.75	44.60	150	0.57	0.36	3.66

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.6.3. Condición sin consumo en la red

En esta condición se presentan las presiones más altas en la red, información que es muy vital para proponer los materiales adecuados de la tubería que tengan la capacidad suficiente de resistir las presiones máximas esperadas en el sistema de distribución. La presión máxima registrada es de 55.76 m y se presenta en el nodo 8.

Gráfico N° 18: Presiones en la red condición consumo cero



Fuente: Elaboración propia (2019)

Se observa en el Gráfico N° 18, en 4 nodos, se presentan presiones superiores a los 50 m (Ver Tabla N° 25). Sin embargo, las mismas no superan la presión de trabajo de las tuberías 85.85 mca, por lo que se considera que el sistema operará apropiadamente con las tuberías PVC-SDR-26.

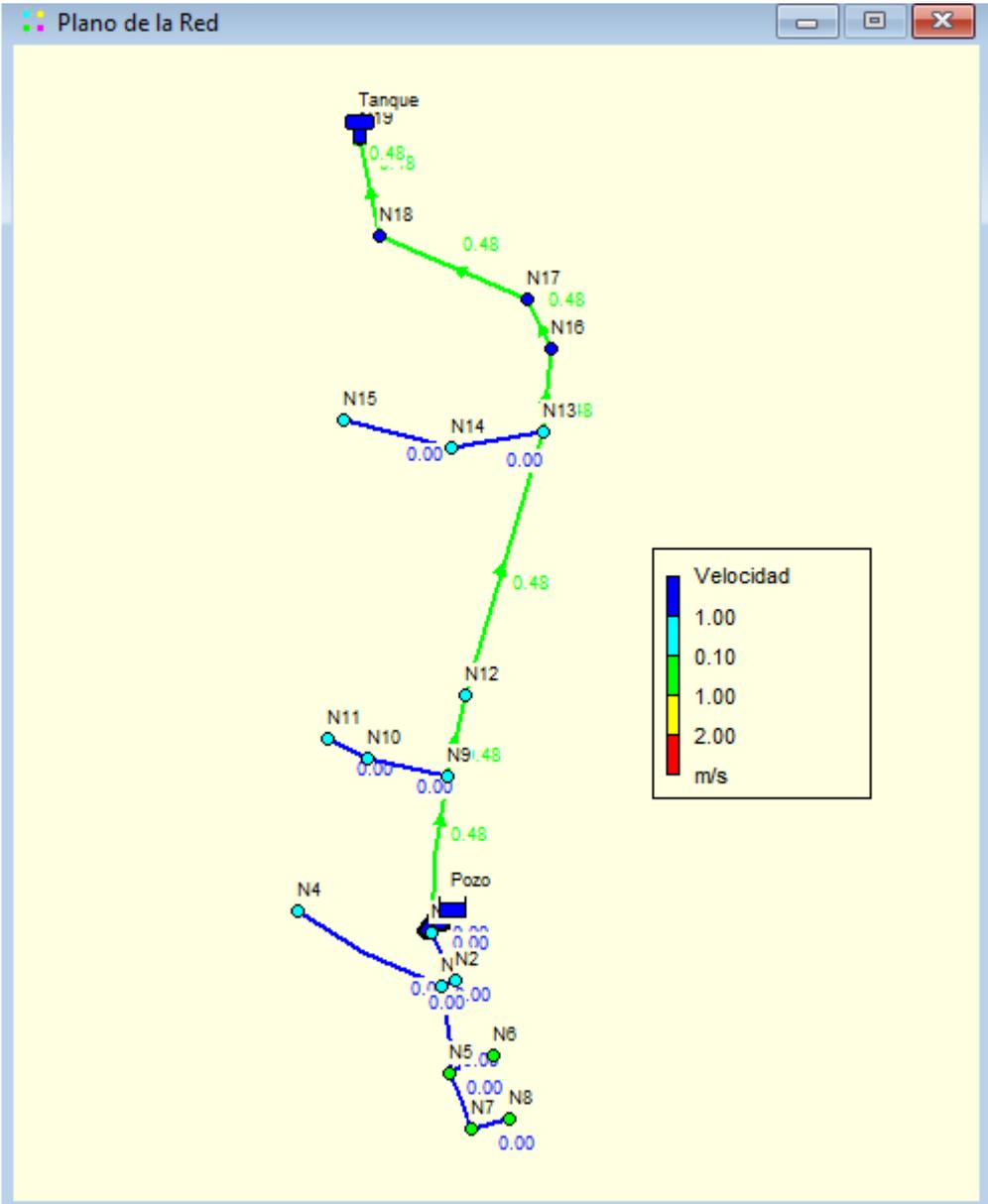
Tabla N° 25: Presiones de la red en la condición consumo cero

ID Nudo	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	LPS	m	m
Conexión N1	625.32	0.00	0.00	669.43	44.11
Conexión N2	622.10	0.00	0.00	669.43	47.34
Conexión N3	622.00	0.00	0.00	669.43	47.43
Conexión N4	623.31	0.00	0.00	669.43	46.12
Conexión N5	618.83	0.00	0.00	669.43	50.60
Conexión N6	617.00	0.00	0.00	669.43	52.43
Conexión N7	617.14	0.00	0.00	669.43	52.29
Conexión N8	613.67	0.00	0.00	669.43	55.76
Conexión N9	629.43	0.00	0.00	669.02	39.59
Conexión N10	628.55	0.00	0.00	669.02	40.47
Conexión N11	627.95	0.00	0.00	669.02	41.07
Conexión N12	631.34	0.00	0.00	668.80	37.46
Conexión N13	642.29	0.00	0.00	668.09	25.80
Conexión N14	640.00	0.00	0.00	668.09	28.09
Conexión N15	638.31	0.00	0.00	668.09	29.78
Conexión N16	646.42	0.00	0.00	667.88	21.46
Conexión N17	647.22	0.00	0.00	667.73	20.51
Conexión N18	653.90	0.00	0.00	667.32	13.42

Fuente: Elaboración propia (2019)

En la tabla N° 25 se muestra la condición consumo cero en donde las presiones no sobrepasan el rango permitido. Al no haber consumo en la red, el suministro sería directo del pozo al tanque de almacenamiento donde la velocidad se mantendría en 0.48 m/s. ver Gráfico N°19.

Gráfico N° 19: Velocidad en la red sin consumo



Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 26: Velocidades en la red sin consumo

ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería T1	23.06	44.60	150	0.00	0.00	0.00
Tubería T2	6.59	44.60	150	0.00	0.00	0.00
Tubería T3	69.28	44.60	150	0.00	0.00	0.00
Tubería T4	37.52	44.60	150	0.00	0.00	0.00
Tubería T5	20.01	44.60	150	0.00	0.00	0.00
Tubería T6	25.52	44.60	150	0.00	0.00	0.00
Tubería T7	17.16	44.60	150	0.00	0.00	0.00
Tubería T8	69.34	44.60	150	-0.74	0.47	6.00
Tubería T9	35.22	44.60	150	0.00	0.00	0.00
Tubería T10	19.52	44.60	150	0.00	0.00	0.00
Tubería T11	56.04	44.60	150	-0.74	0.47	5.99
Tubería T12	97.69	44.60	150	-0.74	0.47	6.00
Tubería T13	40.04	44.60	150	0.00	0.00	0.00
Tubería T14	47.75	44.60	150	0.00	0.00	0.00
Tubería T15	36.44	44.60	150	-0.74	0.47	5.99
Tubería T16	23.93	44.60	150	-0.74	0.47	6.00
Tubería T17	68.71	44.60	150	-0.74	0.47	5.99
Tubería T18	46.75	44.60	150	-0.74	0.47	5.99

Fuente: Elaboración propia (2019)

Los datos de elevaciones, demandas, coordenadas, se presentan en el Anexo N° 9, Tabla N° 39, 40. Páginas XVI y XVII.

4.6.4. Análisis de cloro residual en la red

Se muestra el análisis del cloro residual en las tuberías de la red de la comunidad Las Quebradas.

En el Gráfico N° 20, se presenta el análisis en 1 hora de reacción del cloro, donde resulta el cloro residual en las tuberías de 0.49 y 0.50 mg/L, dentro del el parámetro establecido en la norma.

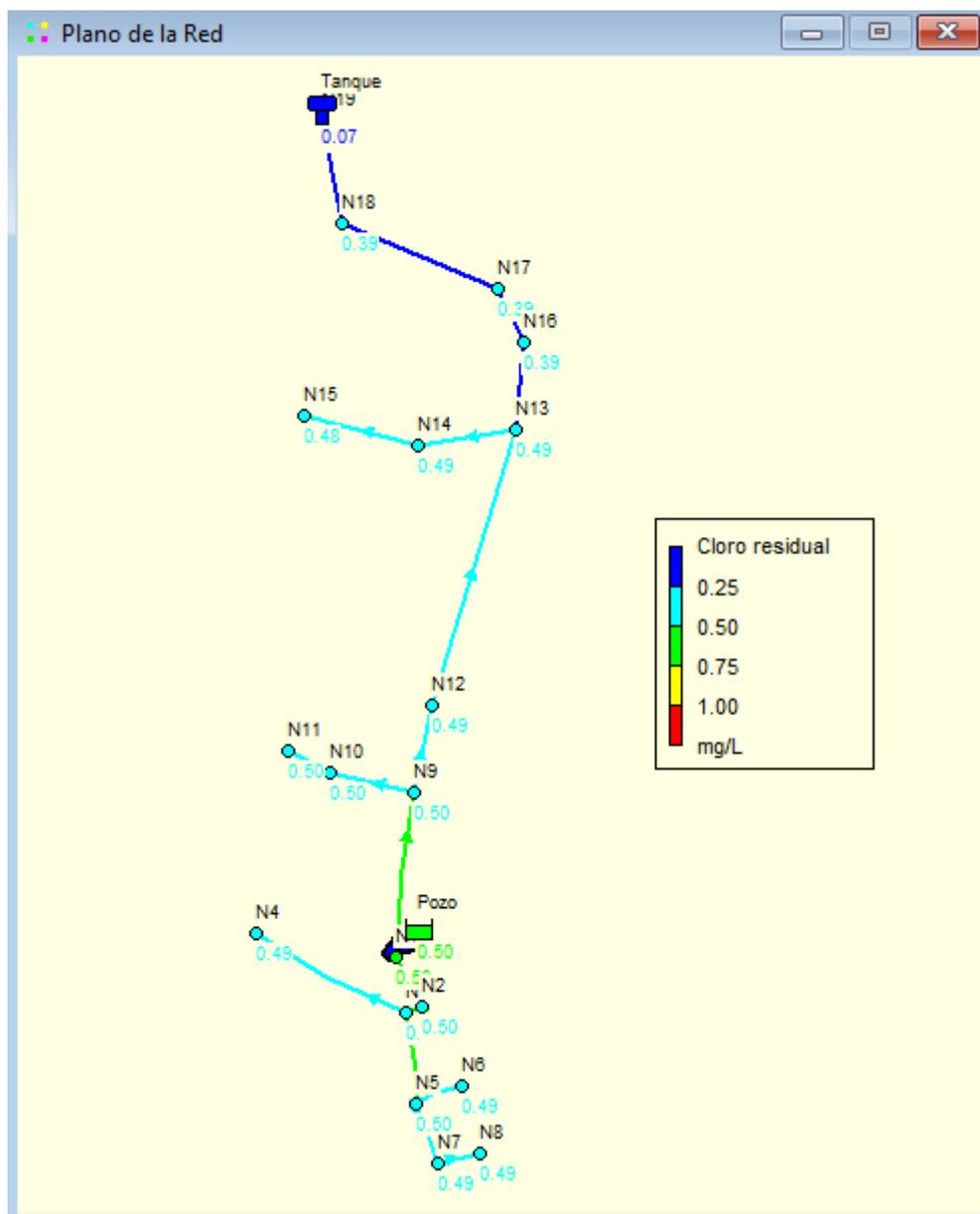
Tabla N° 27: Resultados de cloro residual en la red analizado en 1 hora

ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Cloro residual
	m	LPS	m	mg/L
Conexión N1	625.32	0.00	683.30	0.50
Conexión N2	622.10	0.00	683.28	0.50
Conexión N3	622.00	0.00	683.28	0.50
Conexión N4	623.31	0.09	683.28	0.49
Conexión N5	618.83	0.00	683.27	0.50
Conexión N6	617.00	0.09	683.27	0.49
Conexión N7	617.14	0.00	683.27	0.49
Conexión N8	613.67	0.09	683.26	0.49
Conexión N9	629.43	0.09	683.23	0.50
Conexión N10	628.55	0.00	683.23	0.50
Conexión N11	627.95	0.09	683.22	0.50
Conexión N12	631.34	0.00	683.21	0.49
Conexión N13	642.29	0.00	683.19	0.49
Conexión N14	640.00	0.00	683.19	0.49
Conexión N15	638.31	0.13	683.18	0.48
Conexión N16	646.42	0.00	683.19	0.25
Conexión N17	647.22	0.00	683.19	0.25
Conexión N18	664.00	0.00	683.19	0.25

Fuente: Elaboración propia (2019)

El Gráfico N° 21, es el análisis realizado a las 8 horas de reacción del cloro, tiempo considerado para el llenado del tanque de almacenamiento mientras el pozo abastece la red de distribución, obteniendo valores de cloro residual de 0.25, 0.48, 0.49, 0.50 mg/L, lo cual cumple con lo indicado en las normas que indica que la concentración de cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de distribución deberá estar entre 0. 2 y 0.5 mg/L, después del periodo de contacto. El punto más alejado es el nodo N° 18, en el cual se muestra un resultado de 0.25 m/L, el que cumple con lo antes descrito.

Gráfico N° 21: Análisis de cloro residual en la red a las 8 horas



Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 28: Resultados de cloro residual en la red analizado en 8 horas

ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Cloro residual
	m	LPS	m	mg/L
Conexión N1	625.32	0.00	684.63	0.50
Conexión N2	622.10	0.00	684.61	0.50
Conexión N3	622.00	0.00	684.61	0.50
Conexión N4	623.31	0.09	684.60	0.49
Conexión N5	618.83	0.00	684.59	0.50
Conexión N6	617.00	0.09	684.59	0.49
Conexión N7	617.14	0.00	684.59	0.49
Conexión N8	613.67	0.09	684.59	0.49
Conexión N9	629.43	0.09	684.55	0.50
Conexión N10	628.55	0.00	684.55	0.50
Conexión N11	627.95	0.09	684.55	0.50
Conexión N12	631.34	0.00	684.54	0.49
Conexión N13	642.29	0.00	684.52	0.49
Conexión N14	640.00	0.00	684.52	0.49
Conexión N15	638.31	0.13	684.50	0.48
Conexión N16	646.42	0.00	684.52	0.39
Conexión N17	647.22	0.00	684.52	0.39
Conexión N18	664.00	0.00	684.52	0.39

Fuente: Elaboración propia (2019)

En el tiempo estimado de llenado del tanque 8 horas, el nodo antes de entrar al tanque de almacenamiento presenta un cloro residual de 0.39 mg/L, dato que es permisible de acuerdo al rango establecido en la norma de 0.2 – 0.50 mg/L.

4.7. Estimación del costo de ejecución del sistema

En base a las cantidades de obras referidas, se evaluaron los costos de construcción de las obras. Para calcular los precios de los materiales y equipos, se utilizaron los precios de mercado. El resumen del monto total de ejecución es detallado a continuación.

El costo total de las obras asciende a C\$ 2,206,381.85 (Dos millones doscientos seis mil trescientos ochenta y un córdobas con ochenta y cinco centavos), equivalentes a US\$ 63,357.18 (Sesenta y tres mil trescientos cincuenta y siete dólares con dieciocho centavos), empleando una tasa oficial del Banco Central de US\$1.0 x C\$ 34.8245 al 31 de diciembre de 2020. Y en el anexo N° 10 pág. XVIII, se agrega el cálculo de la tarifa para este sistema

Tabla N° 29: Resumen de presupuesto del sistema de agua potable

Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$	Costo Total \$
310	Preliminares	Glb	1.00	37,396.76	37,396.76	1,073.86
330	Línea de distribución	m	740.57	541.41	400,950.13	11,513.45
335	Tanque de almacenamiento	c/u	1.00	330,776.30	330,776.30	9,498.38
340	Fuente y obras de toma	c/u	1.00	635,110.97	635,110.97	18,237.48
350	Conexiones	c/u	28.00	6,277.16	175,760.48	5,047.04
360	Planta de purificación	c/u	1.00	29,000.00	29,000.00	832.75
370	Limpieza y entrega final	Glb	1.00	5,998.36	5,998.36	172.25
380	Capacitación a los comités de agua potable, CAPS	Hrs	20.00	292.61	5,852.20	168.05
390	Kit de herramientas	Glb	1.00	5,081.00	5,081.00	145.9
Costo directo					1,625,926.20	46,689.15
Costo indirecto 15%					243,888.93	7,003.37,
Sub Total					1,869,815.13	53,692.52
IR 2%					37,396.30	1,073.85
Impuesto municipal 1%					18,698.15	536.93
IVA					280,472.27	8,053.88
Costo Total					2,206,381.85	63,357.18

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 30: Detalle de presupuesto preliminares y línea de distribución

Etapa	Descripción de actividad	U/M	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
310	Preliminares				37,396.76
	Trazo y nivelación para tuberías	m	1,121.76	14.31	16,052.39
	Rótulo Fise 1,22 x 2,44 m (Est. Met. & Zinc Liso)	c/u	1.00	21,344.37	21,344.37
330	Línea de distribución				400,950.13
	Excavación para tubería (w 0.50, Prof. 1.20 m)	m ³	444.34	112.00	49,766.30
	Prueba hidrostática Proy. hasta 300m	c/u	5.00	1,278.00	6,390.00
	Codo de 90° de 1.5" de diámetro PVC SDR-26	c/u	2.00	350.00	700.00
	Codo de 45° de 1.5" de diámetro PVC SDR-26	c/u	3.00	315.00	945.00
	Tee de 1.5" de diámetro PVC SDR-26	c/u	4.00	400.00	1,600.00
	Tubería de PVC Diám. =1.5" (SDR-26)	m	740.57	325.50	241,055.54
	Relleno y compactación manual	m ³	443.69	84.89	37,665.11
	Válvula de pase gaveta de bronce de d= 1.5" incluye excavación	c/u	3.00	14,127.60	42,382.80
	Válvula de limpieza d =1.5" con 1 m de tubo de PVC d = 4" SDR 26 y t reductora lisa PVC	c/u	1.00	3,887.30	3,887.30
	Bloques de reacción de concreto de 3000 psi refuerzo para válvulas no incluye excavación ni acarreo	c/u	8.00	132.26	1,058.08
	Caja de registro de concreto de 3000 psi refuerzo + pared de ladrillo cuartero de 0.60mx0.60m ,h=1 a .65m	c/u	4.00	3,875.00	15,500.00

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 31: Detalle de presupuesto tanque de almacenamiento

Etapas	Descripción de actividad	U/M	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
335	Tanque de almacenamiento				330,776.30
	Descapote manual	m ³	12.80	130.41	1,669.25
	Corte de tierra manual	m ³	12.80	131.34	1,681.15
	Relleno y compactación manual	m ³	16.80	92.21	1,549.13
	Acarreo de mat. Selec. A 1 km carga manual	m ³	16.80	120.48	2,024.06
	Botar mat. Sobrante de exc. A 100 m (manual)	m ³	12.80	114.84	1,469.95
	Explotación o corte manual en banco de prest	m ³	16.00	131.34	2,101.44
	Tubería de rebose de hierro galvanizado d=2" incluye codo de hierro galvanizado y pascón fino	m	2.00	678.40	1,356.80
	Tubería redonda de hierro galvanizado 2" para limpieza incluye bloque de reacción	m	4.00	1,110.45	4,441.80
	Tubería de hierro galvanizado 2" + codo de hierro galvanizado para entrada al tanque / abastecimiento	c/u	1.00	4,164.92	4,164.92
	Tubería de PVC 4" SDR - 41	m	6.00	179.73	1,078.38
	Tee lisa PVC D=2" S 40	c/u	1.00	312.27	312.27
	Tee lisa PVC D=2" S 40	c/u	1.00	312.00	312.00
	Sellador para paredes tanque de a.p.	m ²	46.00	98.27	4,520.42
	Tapa de acero (a- 36)	c/u	1.00	4,269.29	4,269.29
	Válvula de bola de bronce fundido 2"	c/u	1.00	6,460.51	6,460.51
	Zanja de infiltración de grava + arena de río ancho =0.60 m, h=1.00m	m	8.00	582.82	4,662.56

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 32: Continuación de presupuesto tanque de almacenamiento

Etapa	Descripción de actividad	U/M	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
	Válvula de compuerta de hierro fundido 2" incluye bloque de reacción	c/u	2.00	8,454.95	16,909.90
	Válvula de compuerta de hierro fundido 3" incluye bloque de reacción	c/u	1.00	10,936.07	10,936.07
	Válvula de compuerta de hierro fundido 3" + unión	c/u	1.00	13,975.26	13,975.26
	Anden de concreto sin ref. Esp.= 2" con siza a cada 1 m	m ²	27.00	190.08	5,132.16
	Adaptador hembra de PVC de 2"	c/u	2.00	29.56	59.12
	Codo de hierro galvanizado de 2" x 90°	c/u	4.00	280.01	1,120.04
	Codo de PVC de 2" x 90°	c/u	1.00	73.60	73.60
	Concreto de 3000 PSI mezclado a mano	m ³	12.00	3,458.91	41,506.92
	Caja de registro de ladrillo de cuarterón de 2"x6"x12" de 0.60m, h=0.80m	c/u	4.00	3,476.89	13,907.56
	Reductor liso de PVC DE 3" x 2" (S40)	c/u	1.00	91.16	91.16
	Repello y fino corriente	m ²	89.00	194.25	17,288.25
	Respiradero de tubo de Ho Go , D= 3"	c/u	1.00	983.87	983.87
	Peldaños de varilla de hierro corrugado grado 40, d= 5/8", ancho de peldaño =0.30m, desarrollo=0.90m	c/u	7.00	93.60	655.20
	Piqueteo total en concreto fresco	m ²	45.00	28.67	1,290.15
	Escalera de tubo de hierro galvanizado d= 1 1/2", peldaños de tubo de hierro galvanizado 1"	m	3.50	2,081.04	7,283.64

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 33: Detalle de presupuesto fuente y obras de toma

Etapa	Descripción de actividad	U/M	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
	Formaleta para fondos de entre piso	m ²	16.00	275.02	4,400.32
	Formaleta para fundaciones	m ²	11.13	288.20	3,207.67
	Formaleta para muros	m ²	85.00	197.85	16,817.25
	Fundir concreto en cualquier elemento	m ³	17.78	290.30	5,161.53
	Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) diam= No. 4	Lbs	1,500.00	23.79	35,685.00
	Mampostería de piedra bolón	m ³	26.00	3,215.01	83,590.26
	Cerco de alambre de púas calibre 13.5. 6 hilos c /poste pretensado de concreto h=2.55	m	16.00	517.09	8,273.44
	Puerta de alambre de púas cal.#13.1/2 y madera blanca	c/u	1.00	354.00	354.00
340	Fuente y obras de toma				635,110.96
	Estación de bombeo				350,730.09
	Tubería de hierro galvanizado 2"	m	30.00	1,075.00	32,250.00
	Reductor de hierro galvanizado de 2" a 1.5"	c/u	1.00	598.78	598.78
	Tee de hierro galvanizado de 1/2"	c/u	1.00	1,560.00	1,560.00
	Válvula de compuerta de hierro fundido 2" con bridas de hierro fundido	c/u	4.00	11,277.50	45,110.02
	Válvula de alivio rápido de hierro fundido 2" con extremos bridados	c/u	1.00	21,008.18	21,008.18

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla Nº 34: Detalle de presupuesto estación de bombeo

Etapas	Descripción de actividad	U/M	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
	Unión dresser de H. F. De 1 1/2"	c/u	1.00	1,281.53	1,281.53
	Válvula (o llave) de chorro de bronce 1/2"	c/u	1.00	597.94	597.94
	Válvula de check de hierro fundido 1 1/2"	c/u	1.00	8,970.44	8,970.44
	Guardanivel	c/u	1.00	509.87	509.87
	Manómetro de acero inoxidable	c/u	1.00	2,234.20	2,234.20
	Medidor maestro de hierro fundido 1 1/2" con bridas	c/u	1.00	9,091.64	9,091.64
	Panel de control de bomba para arranque magnético	c/u	1.00	5,251.68	5,251.68
	Panel de control de bomba 1 HP, 1/60/220 V	c/u	1.00	4,342.82	4,342.82
	Panel monofásico 2 espacios, 120/240 voltios, 125 amperios	c/u	1.00	3,715.00	3,715.00
	Pedestal de concreto de 3000 PSI de 0.20m x 0.20m	m	13.20	592.32	7,818.62
	Abrazadera de hierro galvanizado de 2" x 1/2"	c/u	2.00	526.99	1,053.98
	Breaker de 2x30 amperios	c/u	1.00	672.53	672.53
	Bomba c/motor sumergible de 1. Hp, Q =5.807 gpm, CTD = 307', 1/60/230 v	c/u	2.00	84,932.39	169,864.78
	Cable eléctrico sumergible # 10x3	m	64.05	211.46	13,544.01
	Cable sumergible # 14 x 3	m	64.05	205.93	13,189.82
	Brida de hierro fundido 1 1/2"	c/u	13.00	529.13	6,878.69
	Cruz de hierro galvanizado de 1 1/2" x 45°	c/u	1.00	465.68	465.68
	Codo de hierro galv. De 1 1/2" x 45° extremos roscables	c/u	1.00	247.43	247.43
	Codo de hierro galv. De 1 1/2" x 90° extremos roscables	c/u	2.00	236.22	472.44

Fuente: Elaboración propia (2019)

Nota: Se proyectan dos bombas de acuerdo a recomendación en las normas, siendo una de reserva o equipo auxiliar.

Tabla N° 35: Detalle de presupuesto de caseta de control

Etapa	Descripción de actividad	U/M	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
	Caseta de control				53,305.93
	Caseta de mampostería confinada + cubierta techo zinc .(inc.sistema eléctrico)	m ²	6.44	6,998.26	45,068.79
	Acarreo (con camión volquete) de mat. Selec. 1 km con camión volquete carga con equipo (incl. Derecho de explotación)	m ³	9.51	107.00	1,017.57
	Anden de concreto s/ref. E= 0.10"	m ²	6.96	451.26	3,140.77
	Gradas de concreto de 2000 PSI sin ref espesor=0.05m sobre bloque de mortero de 6 "	m ²	1.50	590.91	886.37
	Excav. Manual en t arcilla	m ³	6.85	265.93	1,821.62
	Explotación o corte con tractor sobre orugas d-6 en banco de prest	m ³	7.61	103.72	789.3092
	Relleno y compactación manual	m ³	6.85	84.89	581.50
	Instalaciones eléctricas				122,192.23
	Tapa ciega de aluminio de 4"x4"	c/u	1.00	20.83	20.83
	Tapa ciega de baquelita de 2"x4"	c/u	5.00	27.30	136.50
	Tomacorriente doble de 15 amp /120v con placa metálica de 2 hoyos	c/u	1.00	244.63	244.63
	Transformador 10kva, 14.4/24.9kv , 120/240v(no incluye estructura)	c/u	1.00	30,876.10	30,876.10
	Tubo conduit pvc d= 1", l 10´	c/u	1.00	32.48	32.48

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 36: Detalle de presupuesto de instalaciones eléctricas

Etapas	Descripción de actividad	U/M	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
	Tubo conduit flexible de 1/2 "(forrado)	m	3.00	28.57	85.71
	Unión de emt d=1/2"	c/u	3.00	7.23	21.69
	Estructura eléctrica d1-1: retenida sencilla con perno guardacabo y ancla	c/u	1.00	3,155.96	3,155.96
	Estructura eléctrica ha-100 a/c :viento sencillo en baja tensión	c/u	1.00	4,910.07	4,910.07
	Estructura eléctrica ha-100 b/c estructura retención :viento sencillo14.4/24.9kv	c/u	1.00	4,956.80	4,956.80
	Estructura eléc. m2-1 polo a tierra con varilla de 5/8 x 8´	c/u	3.00	3,610.03	10,830.09
	Estructura eléctrica mt- 605/c montaje monofásico - fin de línea	c/u	1.00	4,703.64	4,703.64
	Estructura eléctrica pr pr-101:instalacion de conductor y electrodo puesta a tierra	c/u	1.00	3,367.75	3,367.75
	Estructura eléctrica tr2-105/c estructura monofásico	c/u	1.00	15,969.54	15,969.54
	Estructura eléctrica va5-1:ramal primario;14.4/24.9 kv	c/u	1.00	4,313.43	4,313.43
	Lámpara de 1x40 watt 110 voltios con tubo fluorescente	c/u	1.00	912.49	912.49
	Panel monofásico 6 espacios ,120/240 voltios , 125 amp	c/u	1.00	3,914.45	3,914.45
	Polo a tierra con varilla (vm-2 11)	c/u	1.00	2,126.86	2,126.86
	Poste de conc. pretensado para electricidad	c/u	1.00	8,334.74	8,334.74
	Apagador doble de 15 amp/120v con placa m. de 2 hoyos	c/u	1.00	188.60	188.60

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 37: Continuación de detalle de presupuesto instalaciones eléctricas

Etapa	Descripción de actividad	U/M	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
	Alambre eléctrico de cobre thnn #14 awg	m	25.00	26.66	666.50
	Alambre eléctrico de cobre thnn #6 awg	m	25.00	70.21	1,755.25
	Alambre eléctrico de cobre thnn cableado #12 awg	m	25.00	23.03	575.75
	Cable de aluminio cuadruplex #1/ o	m	40.00	206.02	8,240.80
	Cable de cobre cableado desnudo #2	m	27.00	134.50	3,631.50
	Cable de cobre thnn #1/ o	m	3.00	130.98	392.94
	Cable triplex acsr #1/ o	m	62.00	104.39	6,472.18
	Caja de registro eléctrica de emt de 2" x 4"	c/u	5.00	50.00	250.00
	Caja de registro eléctrica de emt de 4" x 4"	c/u	1.00	100.00	100.00
	Breaker de 1x15 amperios	c/u	1.00	315.95	315.95
	Breaker de 2x30 amperios	c/u	1.00	672.53	672.53
	Brida de emt d= 1/2" de dos orejas	c/u	5.00	0.83	4.15
	Conector de emt d= 1"	c/u	1.00	12.32	12.32
	Otro tipo de obras de captación				3,310.72
	Canal de media caña prefabricada de concreto	m	10.20	324.58	3,310.72
	Cercas perimetrales y portones				105,572.00
	Cerco alamb/ púas 13 h. poste de madera	m	600.00	175.37	105,222.00
	Puerta de alambre de púas cal. # 13 1/2 y madera	c/u	1.00	350.00	350.00
350	Conexiones				175,760.48
	Medidores de agua potable	c/u	28.00	1,882.86	52,720.08

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 38: Detalle de presupuesto obras finales

Etapa	Descripción de actividad	U/M	Cantidad	Costo Unitario C\$	Costo Total C\$
	Medidor domiciliario de 1/2" de agua potable (con caja de concreto y tapa y aro de ho. fo)	c/u	28.00	2,403.58	67,300.24
	Conexión domiciliario de patio con tubo PVC 1/2"(sdr-13.5) (incl. exc.)	c/u	28.00	1,990.72	55,740.16
360	Planta de purificación				29,000.00
	Equipo de cloración completo	c/u	1.00	14,500.00	14,500.00
	Bomba dosificadora de cloro de 6 gpd y 300 psi	c/u	1.00	12,500.00	12,500.00
	Tanque plástico de 50 gls con su tapa	c/u	1.00	2,000.00	2,000.00
370	Limpieza y entrega final				5,998.36
	Placa conmemorativa	c/u	1.00	5,998.36	5,998.36
	Pedestal p/ placa conmemorativa	c/u	1.00	650.00	650.00
	Placa conmemorativa de 0.65 x 0.42 m, leyenda fise	c/u	1.00	5,348.36	5,348.36
380	Capacitación a los comités de agua potable, CAPS	Hrs	20.00	292.61	5,852.20
390	Kit de herramientas	Glb	1.00	5,081.00	5,081.00
	Costo directo				1,625,926.20

Fuente: Elaboración propia (2019)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES

- ✦ La población según el estudio socioeconómico corresponde a 156 habitantes, incrementando de acuerdo al periodo de diseño 20 años, hasta alcanzar 282 personas de todas las edades que se abastecerán de este sistema de agua potable. Siendo servida la población a cada domicilio.

- ✦ Mediante la evaluación de la fuente de abastecimiento se resume un caudal óptimo de 32 gpm en base a la prueba de bombeo escalonada, por lo que la capacidad es suficiente para satisfacer la demanda futura de 5.647 gpm. En cuanto a la calidad del agua no se encontraron parámetros biológicos o microbiológicos, el impacto de los diferentes agentes físico-químicos, sustancias no deseadas y sustancias inorgánicas se encuentran en los niveles admisibles de la normativa regional de la calidad del agua (CAPRE.); por lo que la fuente solo requiere desinfección de tipo preventiva.

- ✦ Según la topografía predominan pendientes de 10.9%, siendo un terreno poco accidentado, la carga total dinámica entre la fuente subterránea y el tanque de almacenamiento delimitaron el sistema a un mini acueducto por bombeo eléctrico, proponiendo una bomba sumergible de 1Hp para trasladar el agua al punto más alto con una elevación de 665 msnm y una carga total dinámica de 197.59 pies.

- ✦ Al dimensionar los componentes hidráulicos del sistema de abastecimiento de agua, se comprobó la sobre presión generada por el golpe de ariete, proponiendo una tubería SDR 26, la que cumple con una presión de 66.20 m, se estableció el diámetro de 1.5" en 740.57 m de la red de distribución.

- ✦ A través del análisis la red en el software Epanet, en la condición consumo máximo horario, consumo máximo diario sin bombeo y sin consumo en la red, se logró determinar las presiones en cada nodo las cuales están en el rango aceptable establecido en las normas, mientras que en el caso de las velocidades no todas cumplen al ser afectadas por la baja demanda de acuerdo a la baja densidad poblacional, por lo que se colocarán válvulas de limpieza para prevenir

la acumulación de sedimentos en las tuberías. Se analizó el cloro residual en la red, obteniendo valores permisibles de acuerdo al parámetro establecido en la norma.

✦ Para la ejecución de este proyecto, se requiere una inversión de C\$ 2,206,381.85 (Dos millones doscientos seis mil trescientos ochenta y un córdobas con ochenta y cinco centavos), equivalentes a US\$ 63,357.18 (Sesenta y tres mil trescientos cincuenta y siete dólares con dieciocho centavos), empleando una tasa oficial del Banco Central de US\$ 1.0 x C\$ 34.8245 al 31 de diciembre de 2020.

RECOMENDACIONES

- ✦ Realizar monitoreo del grado de contaminación de las aguas en la obra de captación, para regular la dosificación de cloro a utilizar.

- ✦ No permitir el consumo de agua sin cloración para evitar que se presente enfermedades en la Comunidad

- ✦ No utilizar el agua para el cultivo, baño de ganado o cualquier otra actividad inapropiada, sino que sea exclusivamente para el consumo humano y actividad doméstica.

- ✦ Realizar la limpieza constantemente en el tanque de almacenamiento e hipoclorador de carga constante.

- ✦ Coordinar con las autoridades responsables de la Alcaldía de Estelí, ENACAL y el MINSA, para que impartan a los pobladores de la comunidad diversos cursos y seminarios que aborden el manejo, operación y mantenimiento del sistema, sus aspectos técnicos, financieros y de salud.

BIBLIOGRAFÍA

- 09001-99, INAA NTON. (1999). (NTON 09 001-99) Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural. Managua.
- Agudelo, A. N. (s.f.). Velocidad permisible. Obtenido de bdigital.unal.edu.co:
<http://bdigital.unal.edu.co/10169/5/8316892.2004.Parte5.pdf>
- Agüero, R. (16 de Marzo de 2019). Agua potable para poblaciones rurales. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org>:
[http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d22/092_aforos/Agua_potable_para_poblaciones_rurales_\(CAP\[1\].%203\).pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d22/092_aforos/Agua_potable_para_poblaciones_rurales_(CAP[1].%203).pdf)
- ARCUS. (Abril de 2019). Planos constructivos. Obtenido de www.arcus-global.com: <https://www.arcus-global.com/wp/importancia-y-funcion-de-los-planos-arquitectonicos/>
- arqhys. (01 de 05 de 2019). Consumo de agua. Obtenido de civilgeeks.com:
<https://civilgeeks.com/2015/07/20/suministros-de-agua-potable-consumo-humano/>
- BUAP. (10 de Marzo de 2019). Diagnóstico comunitario. Obtenido de www.eco.buap.mx:
http://www.eco.buap.mx/cedes/recurso/el_diagnostico.pdf
- CAPRE. (1994). Normas de calidad del agua para consumo humano. San Jose Costa Rica.
- Chucya, P. (10 de abril de 2019). Diseño Hidráulico. Obtenido de [scribd](https://es.scribd.com):
<https://es.scribd.com/doc/6739600/Diseno-Hidraulico-Ing>
- CONAGUA. (11 de Diciembre de 2007). Manual de agua potable,. Obtenido de [ftp.conagua.gob.mx](ftp://ftp.conagua.gob.mx):
<ftp://ftp.conagua.gob.mx/Mapas/libros%20pdf%202007/Datos%20B%E1sicos.pdf>.
- Escamilo, P. (9 de Marzo de 2019). Obras de captación. Obtenido de es.scribd.com: <https://es.scribd.com/document/177572736/OBRAS-DE-CAPTACION-primera-parte-pdf>
- García, K. I. (01 de 05 de 2019). Coeficientes de flujo. Obtenido de www.ptolomeo.unam.mx:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4107/Tesis.pdf?sequence=1>
- García-Tejero, F. D. (2007). Topografía general y aplicada. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- INAA. (Diciembre de 1989). Abastecimiento de agua potable. Obtenido de ec.europa.eu:

- http://ec.europa.eu/echo/files/evaluation/watsan2005/annex_files/NIC/NIC1%20-%20rural%20watsan%20norms%20Nicaragua.doc.
- INAA. (01 de 05 de 1999). NTON 09001-99. Obtenido de www.inaa.gob.ni:
<http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/6.NORMAS%20RURALES.pdf/view>
- ISAASA. (8 de Marzo de 2019). Líneas de conducción de agua. Obtenido de isaasa.com: <https://isaasa.com/lineas-de-conduccion-de-agua/>
- Köppen. (Marzo de 2019). Climografía La Trinidad. Obtenido de es.climate-data.org: <https://es.climate-data.org/america-del-norte/nicaragua/esteli/la-trinidad-873804/>
- MACPLUS. (2019). Sistema de bombeo. Obtenido de www.macplus.com:
<https://www.macplus.com.ve/categoria-producto/bombas-electrobombas/>
- Márquez, F. G. (1994). CURSO BÁSICO DE TOPOGRAFÍA. Mexico D.F.: Árbol Editorial.
- Martinez, E. H. (10 de Marzo de 2019). UNAN-Managua Ingeniería Sanitaria I. Obtenido de www.academia.edu:
https://www.academia.edu/9275462/Fuente_de_Abastecimiento
- Masek, G. A. (2006). El golpe de ariete en sistemas de abastecimiento de Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Naranjo, A. (s.f.). velocidades permisibles. Obtenido de www.uamenlinea.uam.mx:
<http://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/libro2-hidrologia/HU4.8-03.pdf>
- NB689, N. B. (2004). Instalaciones de agua- Diseño para sistemas de agua potable. La paz, Bolibia: IBNORCA.
- Obras de captacion subterranea. (2019). Obtenido de www.ingenieria.unam.mx:
http://www.ingenieria.unam.mx/~enriquecv/AAPYA/apuntes_aapya/AAPYA_2_6.pdf
http://www.ingenieria.unam.mx/~enriquecv/AAPYA/apuntes_aapya/AAPYA_2_6.pdf de manantial
- Ortiz, G. A. (Agosto de 2006). El golpe de ariete. Obtenido de biblioteca.usac.edu.gt: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2611_C.pdf
- Rodríguez, P. (24 de marzo de 2012). Variación de consumo – sistema de agua potable. Obtenido de [Civilgeeks](https://civilgeeks.com):
<https://civilgeeks.com/2010/10/07/variacion-de-consumo-sistema-de-agua-potable/>
- Rodriguez, P. (s.f.). Tanques de almacenamiento. Obtenido de www.bioaguachile.cl: <http://www.bioaguachile.cl/2012/06/01/tanques-de-agua-potable/>
- Rojas, J. A. (1999). Potabilizacion del agua. Mexico: Alfaomega.

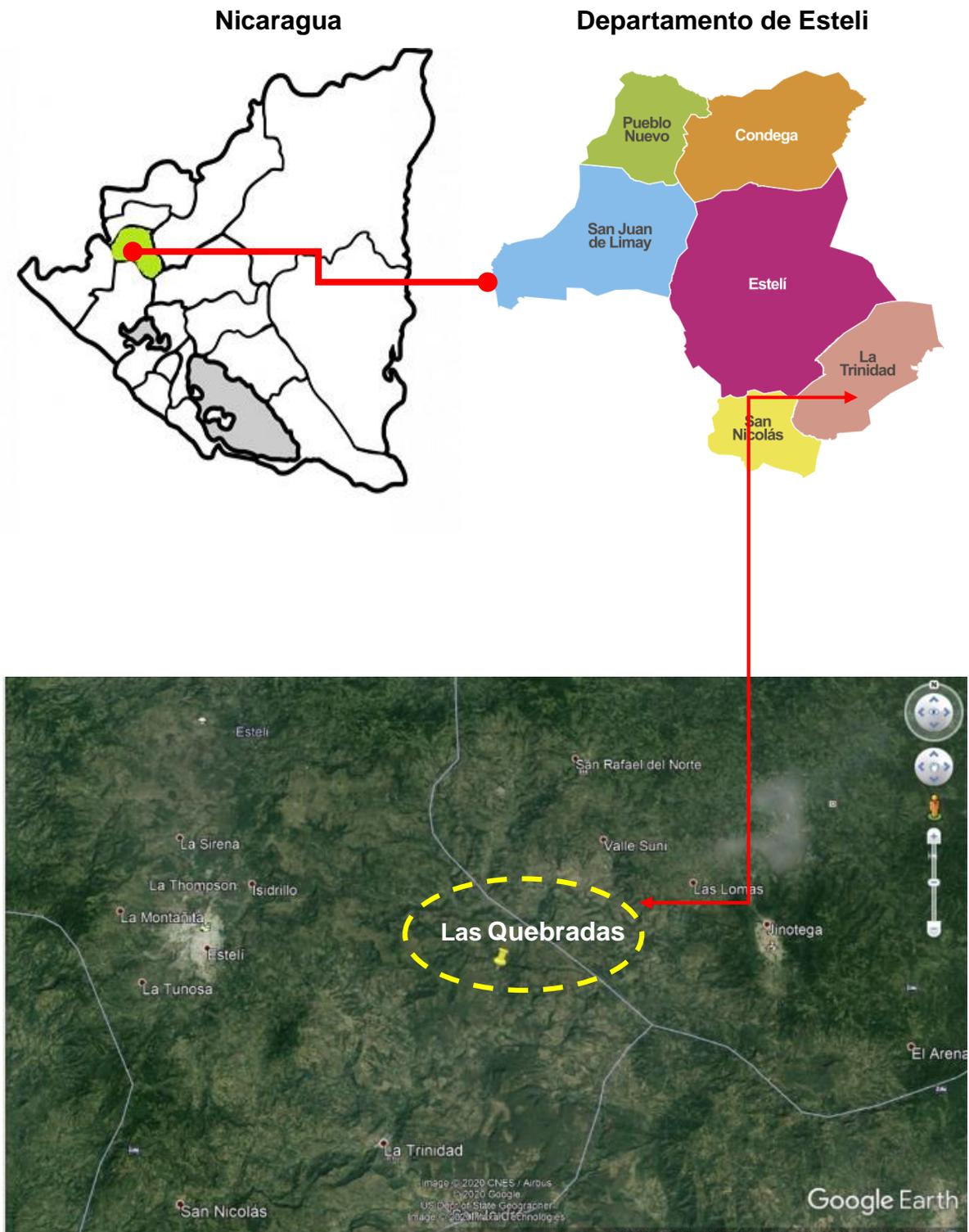
- Ruiz, P. R. (01 de 05 de 2019). Dotaciones por persona. Obtenido de civilgeeks.com: <https://civilgeeks.com/2016/06/14/hoja-excel-para-calcular-la-capacidad-de-una-cisterna-y-tanque-elevado/>
- Sánchez, C. (Abril de 2019). Desarrollo urbano. Obtenido de www.desarrollourbano.com:
<http://www.desarrollourbano.com/services/planos/>
- Santaella, C. (9 de Marzo de 2019). Diagnóstico comunitario. Obtenido de www.Monografias.com:
<https://www.monografias.com/trabajos91/diagnostico-comunitario/diagnostico-comunitario.shtml>
- Trinidad, A. d. (2017). Informe anteproyecto.
- Vargas, J. (19 de Marzo de 2019). Tipos de tanques de almacenamiento de agua. Obtenido de www.fibrasynormasdecolombia.com:
<https://www.fibrasynormasdecolombia.com/terminos-definiciones/tanques-almacenamiento-agua-tipos-ventajas-desventajas/>
- Vega, C. (2018). Presupuesto de obra. Obtenido de www.cuevadelcivil.com:
<https://www.cuevadelcivil.com/2010/06/presupuesto-de-obra.html>
- Vierendel. (2009). Abastecimiento de agua y alcantarillado. Lima.

ANEXOS



ANEXOS

Anexo N° 1: Localización del proyecto (Macro y Micro)



Fuente: (Informe Trinidad, 2017)

Anexo N° 2: Fotografía de pozo existente



Fuente: (Informe Trinidad, 2017)

Anexo N° 3: Encuesta socioeconómica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad Tecnología de la Construcción Formato de la encuesta socio económica comunidad “Las Quebradas” del municipio de La Trinidad, departamento de Estelí.

A. Información básica de la localidad

- 1) Encuestador(a) _____
- 2) Municipio: _____
- 3) Comunidad: _____ Fecha _____
- 4) ¿Quién es Responsable del Hogar?: Padre _____ Madre _____ Otro _____
- 5) Nombre de la persona Encuestada: _____
- 6) Sexo de la persona Encuestada: M _____ F _____
- 7) ¿Cuántos habitan la vivienda? _____
- 8) ¿Cuántos varones habitan la vivienda? _____
- 9) ¿Cuántas mujeres habitan la vivienda? _____
- 10) EDADES Cantidad
- 0-5 _____
- 6-15 _____
- 16-25 _____
- 26-35 _____
- >36 _____
- 11) Nivel de escolaridad Cantidad
- Ninguna _____
- Preescolar _____
- Primaria _____
- Secundaria _____
- Estudios técnicos _____
- Estudios superiores _____

B. Condiciones de la vivienda

(Preg. 3, 4, 5, marcar con X una o más repuestas)

1. Tendencia de la vivienda: a) Propia _____ b) Prestada _____ c) Alquilada _____
2. Tiempo que viven en la casa: _____ año(s) _____ meses

3. Las paredes son: a) Bloque____ b) Ladrillo____ c) Madera____ d) Otros____
4. El piso es: a) Madera____ b) Tierra____ c) Ladrillo____ d) Otros____
5. El techo es: a) Zinc____ b) Teja ____c) Madera____ d) Palma____ e) Otros____
6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena ____ b) Regular____ c) Mala____

C. Situación económica de la familia

1. ¿Cuántas Personas del hogar trabajan?
2. ¿Cuál es aproximadamente el ingreso económico en el mes del Hogar?
C\$_____

Ingreso C\$

- <200 _____
- 201-400 _____
- 401-600 _____
- 601-800 _____
- 801-1000 _____
- >1000 _____

3. ¿En qué trabajan las personas del hogar? a) Ganadería____ b)

Agricultura____ c) Jornaleros ____Otros _____ ¿Cuál?

4. ¿Tienen Ganado? Sí____ No____
5. Cuánto: a) Vacuno____ b) Equino____ c) Caprino____
6. ¿Tienen animales Domésticos? Sí____ No____
7. _____ L

os animales domésticos se abastecen de agua en:

- a) El Río____ b) Quebrada____ c) Pozo____

D. Situación social actual del abastecimiento de agua

1. ¿Almacena usted el agua para el consumo de su familia? si () no ()
2. ¿En que almacena el agua? Pilas () Barriles () Bidones()
3. ¿Quién acarrea el agua? Mujeres () Hombres () Niños()

4. La calidad de agua del pozo existente es: buena () mala ()

5. Justifique la respuesta anterior:

6. ¿El agua sale limpia o turbia?:

Limpia todo el año () Turbia por días () Turbia por meses () Turbia todo el año ()

7. ¿El agua antes de ser consumida le da algún tratamiento?:

Ninguno () Hierve () Otro_____

E. Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda

1. ¿Tienen Letrina?

a) Si _____ b) No _____

2. ¿En qué estado se encuentra?

a) Buena_____ b) Regular_____ c) Mala_____(verificar) No_____

3. ¿Estaría dispuesto a construir su letrina? Sí_____ No_____

4. ¿Estaría dispuesto a pagar para construir su letrina? Sí_____ No_____

5. La letrina está construida en suelo:

a) Rocoso_____ b) Arenoso_____ c)

Arcilloso_____

6. ¿Qué hacen con las aguas servidas de la casa?

a) La riegan____ b) La dejan correr_____ c) Tienen zanja de drenaje_____ d) Tiene filtro para drenaje_____

7. ¿Existen charcas en el patio?

a) Si_____ b) No_____

8. ¿Cómo eliminan las charcas?

a) Drenando _____ b) Aterrando_____ c) Otros_____

9. ¿Cómo eliminan la basura?

a) La queman _____ b) Recolectan_____ c) La entierran_____ d) Otros _____

F. Organización comunitaria:

1. ¿Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

Sí _____ ¿Qué tipo? a) Productiva_____ b) Social _____ c) Religiosa _____ d)

Otra _____ No _____ ¿Por qué? _____

2. ¿Cuántos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

a) Hombres _____ b) Mujeres _____ c) Total _____

3. ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad? a) Si _____ b) No _____ c) ¿Por qué? _____

G. Situación de salud en la vivienda

1. Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (cuántos).

Enfermedades	-5	6 a 15	16 a 25	más 26	Observaciones
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas					

2. ¿Están vacunados los niños y niñas?

Si _____ b) No _____ ¿Por qué? _____

3. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como:

Lavado de manos

a) Si _____ b) No _____ c) ¿Por qué? _____

¿Hacen buen uso de la letrina?

b) a) Si _____ b) No _____ c) ¿Por qué? _____

Nombre del Encuestador(a)

GRACIAS

Anexo N° 4: Prueba de bombeo escalonada

CONSTRUCCIONES Y PERFORACIONES SOCIEDAD ANONIMA

CONSPERSA

“NUEVA DIMENSIÓN EN CONSTRUCCIÓN Y PERFORACIÓN TU MEJOR ELECCIÓN” DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO CONTINUA



Fecha: 26-27/01/2019 Unidad impulsora: Bomba eléctrica BRUNELL T. Agua: _____
 Localidad: LAS QUEBRADAS Pozo No. PPNo-1 Hora inicio: 05:00 A,M
 Municipio: LA TRINIDAD Hora final: 05:00:A,M

Elevación del pozo: 624.42 msnm Diámetro revestim. 6" PVC
 Diámetro del orificio descarga: 1 1/2" Diámetro descarga: 1 1/2"
 Profundidad del pozo: 150 pies Compañía perforadora: CONSPERSA
 Nivel estático del agua: 13.62 m Descripción lugar de medida: _____
 Equipo de bombeo: Planta electrica marca MILLER de 16000 watt. Motor Franklin Electric 5 HP

Hora	Tiempo de Bombeo (minutos)	Descenso (m)	Caudal (gpm)	CE (uS/cm)	T(°C), pH	Eh (mv)	Tiempo (minutos)	Descenso Residual (m)	Recuperación (m)
	0	14.02	0			-	0		0
	1	14.23	40	10.93			1		0.41
	2	14.25	40	10.93			2		0.61
	3	14.30	40	10.93			3		0.63
	4	14.33	40	10.93			4		0.69
	5	14.37	40	10.93			5		0.71
	6	14.53	40	10.93			6		0.76
	7	14.53	40	10.93			7		0.91
	8	14.53	40	10.93			8		0.91
	9	14.53	40	10.93			9		0.91
	10	14.53	40	10.93			10		0.91
	12	14.53	40	10.93			15		0.91
	14	14.53	40	10.93			20		0.91
	16	14.55	40	10.93			30		0.91
	18	14.63	40	10.93			40		0.94
	20	14.65	40	10.93			50		1.01
	25	14.65	40	10.93			60		1.04
	30	14.68	40	10.93					
	35	14.02	40	10.93					
	40	14.70	40	10.93					
	45	14.70	40	10.93					
	50	14.70	40	10.93					
	55	14.70	40	10.93					
1 HORA	60	14.70	40	10.93					
	70	14.70	40	10.93					
	80	14.70	40	10.93					
	90	14.70	40	10.93					
	100	14.70	40	10.93					
2 HORAS	120	14.70	40	10.93					
	140	14.70	40	10.93					
	160	14.70	40	10.93					
3 HORAS	180	14.70	40	10.93					
	210	14.70	40	10.93					
4 HORAS	240	14.70	40	10.93					
	270	14.70	40	10.93					
5 HORAS	300	14.73	40	10.93					
	330	14.73	40	10.93					
6 HORAS	360	14.73	40	10.93					
	390	14.73	40	10.93					
7 HORAS	420	14.73	40	10.93					

Dir.: Entrada Principal al Sector XIX 50 Vrs. Al Oeste, Bo. Los Maestro. Somoto, Madriz
 Teléfonos: 27220279 Cel. 86029594. Email: edgardo.2008@yahoo.com



Fuente: Informe, Alcaldía Municipal de la Trinidad (2019).

Continuación de datos prueba de bombeo escalonada

CONSTRUCCIONES Y PERFORACIONES SOCIEDAD ANONIMA

CONSPERSA

NUEVA DIMENSIÓN EN CONSTRUCCIÓN Y PERFORACIÓN TU MEJOR ELECCIÓN™ DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO CONTINUA



Fecha: 26-27/01/2019 Unidad impulsora: Bomba eléctrica BRUNELL T. Agua: _____
 Localidad: LAS QUEBRADAS Pozo No. PPNo-1 Hora inicio: 05:00 A,M
 Municipio: LA TRINIDAD Hora final: 05:00:A,M

Elevación del pozo: 624.42 Diámetro revestim.: 6" PVC
 Diámetro del orificio descarga: 1 1/2" Diámetro descarga: 1 1/2"
 Profundidad del pozo: 150 pies Compañía perforadora: CONSPERSA
 Nivel estático del agua: 13.62 m Descripción lugar de medida: _____
 Equipo de bombeo: Planta electrica marca MILLER de 16000 watt. Motor Franklin Electric 5 HP

Hora	Tiempo de Bombeo (minutos)	Descenso (m)	Caudal (gpm)	CE (uS/cm) T(°C), pH Eh (mv)	Tiempo (minutos)	Descenso Residual (m)	Recuperación (m)
8 HORAS	480	14.73	40	10.93			
	510	14.73	40	10.93			
9 HORAS	540	14.73	40	10.93			
	570	14.73	40	10.93			
10 HORAS	600	14.73	40	10.93			
	630	14.73	40	10.93			
11 HORAS	660	14.73	40	10.93			
	690	14.73	40	10.93			
12 HORAS	720	14.20	40	10.93			
	750	13.62	40	10.93			
13 HORAS	780	14.23	40	10.93			
	810	14.68	40	10.93			
14 HORAS	840	14.70	40	10.93			
	870	14.70	40	10.93			
15 HORAS	900	14.70	40	10.93			
	930	14.70	40	10.93			
16 HORAS	960	14.70	40	10.93			
	990	14.70	40	10.93			
17 HORAS	1020	14.73	40	10.93			
	1050	14.73	40	10.93			
18 HORAS	1080	14.73	40	10.93			
	1110	14.73	40	10.93			
19 HORAS	1140	14.73	40	10.93			
	1170	14.73	40	10.93			
20 HORAS	1200	14.73	40	10.93			
	1230	14.23	40	10.93			
21 HORAS	1260	14.73	40	10.93			
	1290	14.73	40	10.93			
22 HORAS	1320	14.73	40	10.93			
	1350	14.73	40	10.93			
23 HORAS	1380	14.73	40	10.93			
	1410	14.20	40	10.93			
24 HORAS	1440	13.62	40	10.93			

Dir.: Entrada Principal al Sector XIX 50 Vrs. Al Oeste, Bo. Los Maestro. Somoto, Madriz
 Teléfonos: 27220279 Cel. 86029594. Email: edgardo.2008@yahoo.com



Fuente: Informe, Alcaldía Municipal de la Trinidad (2019)

Anexo N° 5: Perfil del pozo Las Quebradas

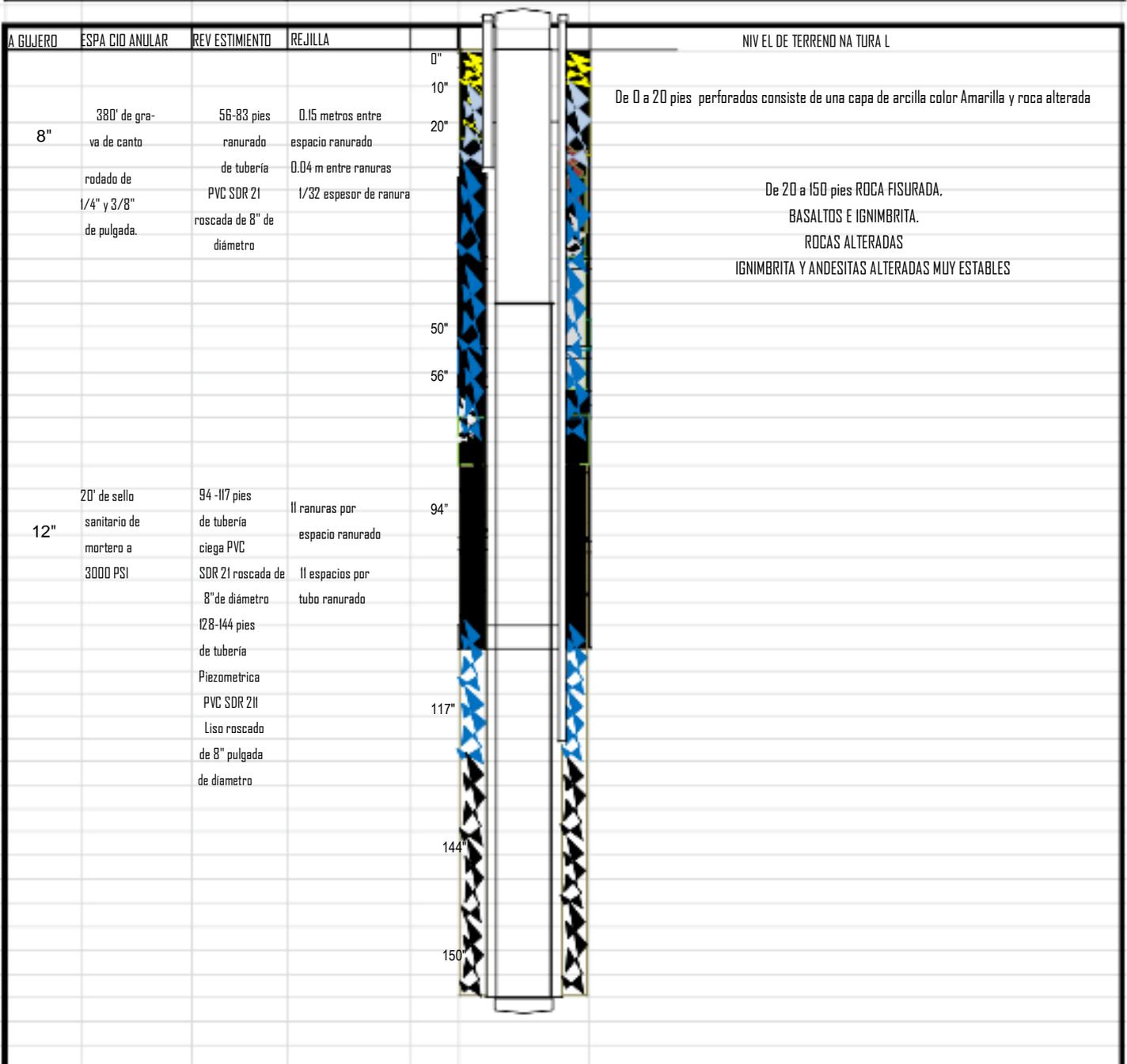


CONSTRUCCIONES Y PERFORACIONES SOCIEDAD ANONIMA

CONSPERSA

“NUEVA DIMENSIÓN EN CONSTRUCCIÓN Y PERFORACIÓN TU MEJOR ELECCIÓN”

DISEÑO & CONSTRUCCION		DE POZOS
IDENTIFICACIÓN Pozo No. 1	Nombre del Pozo: COMUNIDAD LAS QUEBRADAS.	Coordenada 590044.296 UT M EST E (m)
	Municipio: LA TRINIDAD Departamento: ESTELÍ	Coordenada 1445203.855 UT M NORT E (m)
Método de perforación: Rotativo con con martillo al fondo		Fecha de perforación: Del 25/01/2019 al 27/01/2019.
Elevación: 624.42 MSNM		Empresa Perforadora: CONSPERSA



Dir.: Entrada Principal al Sector XIX 50 Vrs. Al Oeste, Bo. Los Maestro. Somoto, Madriz
Teléfonos: 27220279 Cel. 86029594. Email: edgardo.2008@yahoo.com
Fuente: Informe, Alcaldía Municipal de la Trinidad (2019).



Anexo N° 6: Resultados de análisis fisicoquímico y bacteriológico



LABORATORIOS QUÍMICOS, LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-068-B

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Hermógenes Fuentes Reyes **Lugar de muestreo:** Comunidad: Las Quebradas
Dirección: Ba. José Benito Escobar, del Monumento 3 c. **Municipio/Depto.:** La Trinidad/Estelí
Nombre de muestra: Global Brigadas **Fecha muestreo:** 2019/01/28
Descripción muestra: Agua **Fecha de realización de ensayo:** 2019/01/30-2019/02/01
Fecha ingreso: 2019/01/29 **Fecha de emisión:** 2019/02/01
Ref. laboratorio: AG-0095-19 **Muestreado por:** Cliente
Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado	Máximo admisible	Recomendado
*Sodio	mg/l	33,61	200	25
*Potasio	mg/l	6,54	10	-
*Calcio	mg/l	34,14	-	100
*Magnesio	mg/l	7,95	50	30
Carbonatos	mg/l	ND (<2,4)	-	-
Bicarbonatos	mg/l	220,77	-	-
*Sulfatos	mg/l	NC (<5)	250	25
Cloruros	mg/l	11,57	250	25
*pH	-	7,8	-	6,5 - 8,5
*Conductividad Eléctrica	µS/cm	366,3	-	400
*Nitritos	mg/l	ND (<0,007)	0,1	-
Nitratos	mg/l	ND (<0,9)	50	25
Fosfatos	mg/l	ND (<0,061)	-	-
Dureza Como Carbonato de Calcio	mg/l	118,04	-	400

* Estos ensayos son los que están dentro del alcance de acreditación: LE-010-11-R1.

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
 Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA

ND: No Detectado.
 NC: No Cuantificado.

Lic. Benito Zapata Amaya
 Director Ejecutivo

Lic. Dorian Rafael Lezama Camacho
 Resp. de Agua

Página 1 de 2

Los ensayos dentro del alcance de la acreditación LE-010-11-R1 son: Agua: pH, Conductividad eléctrica, Cobre, Cianuro, Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Sulfatos, Nitritos, Coliformes Totales y Coliformes Fecales, Suelo: Bases Intercambiables(Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio), Alimentos: Proteína en Maíz, Humedad en Granos y Aflatoxinas en Maní.

Km 83 Carretera Managua-León

recepcionlaquisa@gmail.com / resultadoslaquisa@gmail.com

2310 - 2583 / 8854 - 2550

ACREDITADOS EN ISO 17025

Fuente: Informe, Alcaldía Municipal de la Trinidad (2019)

X

Continuación análisis fisicoquímico bacteriológico



**LABORATORIOS QUÍMICOS,
LAQUISA**



LAQUISA-RT-FM-068-B

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente:	Hermógenes Fuentes Reyes	Lugar de muestreo:	Comunidad: Las Quebradas
Dirección:	Ba. José Benito Escobar, del Monumento 3 c. 1/2 al Este, Estelí	Municipio/Depto.:	La Trinidad/Estelí
Nombre de muestra:	Global Brigadas	Fecha muestreo:	2019/01/28
Descripción muestra:	Agua	Fecha de realización de ensayo:	2019/01/30-2019/02/01
Fecha ingreso:	2019/01/29	Fecha de emisión:	2019/02/01
Ref. laboratorio	AG-0095-19	Muestreado por:	Cliente
Número de muestreo:			

Análisis	Unidad	Resultado	Máximo admisible	Recomendado
Fluoruros	mg/l	ND (<0,1)	0,7 - 1,5	-
Arsénico	mg/l	NC (<0,005)	0,01	-
Hierro	mg/l	ND (<0,06)	0,3	-

* Estos ensayos son los que están dentro del alcance de acreditación: LE-010-11-R1.

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA

ND: No Detectado.
NC: No Cuantificado.

Lic. Benito Zapata Amaya
Director Ejecutivo

Lic. Dorian Rafael Lezama Camacho
Resp. de Agua

Página 2 de 2

Los ensayos dentro del alcance de la acreditación LE-010-11-R1 son: Agua: pH, Conductividad eléctrica, Cobre, Cianuro, Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Sulfatos, Nitritos, Coliformes Totales y Coliformes Fecales, Suelo: Bases Intercambiables(Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio), Alimentos: Proteína en Maíz, Humedad en Granos y Aflatoxinas en Maní.

Km 83 Carretera Managua-León

recepcionlaquisa@gmail.com / resultadoslaquisa@gmail.com

2310 - 2583 / 8854 - 2550

ACREDITADOS EN ISO 17025

Fuente: Informe, Alcaldía Municipal de la Trinidad (2019)

Anexo N° 7: Información topográfica

Derrotero del predio de tanque					
Línea	Rumbo	Distancia	V	Y	X
			1	1445596.752	590008.919
1-2	S 85°31'07" E	10.149	2	1445595.959	590019.037
2-3	N 4°30'20" E	10.068	3	1445605.996	590019.828
3-4	N 86°07'06" W	10.030	4	1445606.675	590009.821
4-1	S 5°11'38" W	9.964	1	1445596.752	590008.919
Derrotero del predio del pozo					
			1	1445203.855	590044.296
1-2	S 23°31'25" W	2.007	2	1445202.015	590043.495
2-3	S 16°51'06" E	11.197	3	1445191.299	590046.741
3-4	N 64°52'47" E	5.427	4	1445193.603	590051.655
4-5	N 8°02'13" W	12.000	5	1445205.485	590049.977
5-1	S73°59'27" W	5.9100	1	1445203.855	590044.296

Fuente: Elaboración propia (2019)

Derrotero línea principal de distribución				
Estación	Y	X	Distancia	Rumbo
0+452.26	1445595.959	590019.037		
			38.331	S16°16' 34"E
0+412.69	1445559.164	590029.780		
			62.525	S56°42' 57"E
0+342.33	1445524.851	590082.048		
			23.923	S24°44' 15"E
0+318.40	1445503.123	590092.059		
			36.443	S05°0' 10"W
0+281.96	1445466.819	590088.881		
			27.616	S16°01' 09"W
0+254.34	1445440.275	590081.260		
			26.823	S17° 09' 20"W
0+227.52	1445414.645	590073.348		
			24.771	S17° 26' 40"W
0+202.75	1445391.013	590065.922		
			38.467	S15° 57' 24"W
0+164.28	1445354.028	590055.347		
			35.962	S11° 59' 02"W
0+128.32	1445318.850	590047.880		
			28.695	S08° 52' 37"W
0+099.63	1445290.499	590043.452		
			30.030	S0° 49' 27"W
0+069.59	1445260.472	590043.020		

			7.683	S15°39' 12"W
0+061.91	1445253.074	590040.947		
			11.664	S22°59' 34"E
0+050.25	1445242.337	590045.503		
			11.399	S25° 11' 54"E
0+038.85	1445232.023	590050.356		
			6.588	S59° 21' 46"W
0+032.26	1445228.666	590044.688		
			32.262	S09°30' 27"E
0+000.00	1445196.847	590050.017		
			10.62	S0°27' 31"E
0+462.88	1445186.227	590050.102		
			3.81	S27°48' 10"E
0+466.69	1445182.857	590051.879		
			16.19	S18°16' 50"E
0+482.88	1445167.488	590056.956		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Derrotero Ramal 1				
Estación	Y	X	Distancia	Rumbo
0+281.96	1445466.819	590088.881		
			40.04	S81°21' 39"W
0+664.25	1445460.805	590049.298		
			11.24	N86° 55' 51"W
0+675.49	1445461.407	590038.071		
			36.51	N72° 09' 08"W
0+712.00	1445472.597	590003.318		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Derrotero Ramal 2				
Estación	Y	X	Distancia	Rumbo
0+128.32	1445318.850	590047.880		
			35.20	N77°34 ' 19"W
0+604.70	1445326.425	590013.507		
			19.52	N61° 39' 11"W
0+624.21	1445335.691	589996.332		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Derrotero Ramal 3				
Estación	Y	X	Distancia	Rumbo
0+032.26	1445228.666	590044.688		
			36.12	N 65° 58' 02" W
0+536.16	1445243.378	590011.695		
			33.18	N 56°53' 32" W
0+569.35	1445261.502	589983.901		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Derrotero Ramal 4				
Estación	Y	X	Distancia	Rumbo
0+462.88	1445186.227	590050.102		
			10.62	N 0°27'31" E
0+452.26	1445196.847	590050.017		

Fuente: Elaboración propia (2019)

Derrotero Ramal 5				
Estación	Y	X	Distancia	Rumbo
0+466.69	1445182.857	590051.879		
			16.19	N18°16' 26"E
0+482.88	1445167.488	590056.956		

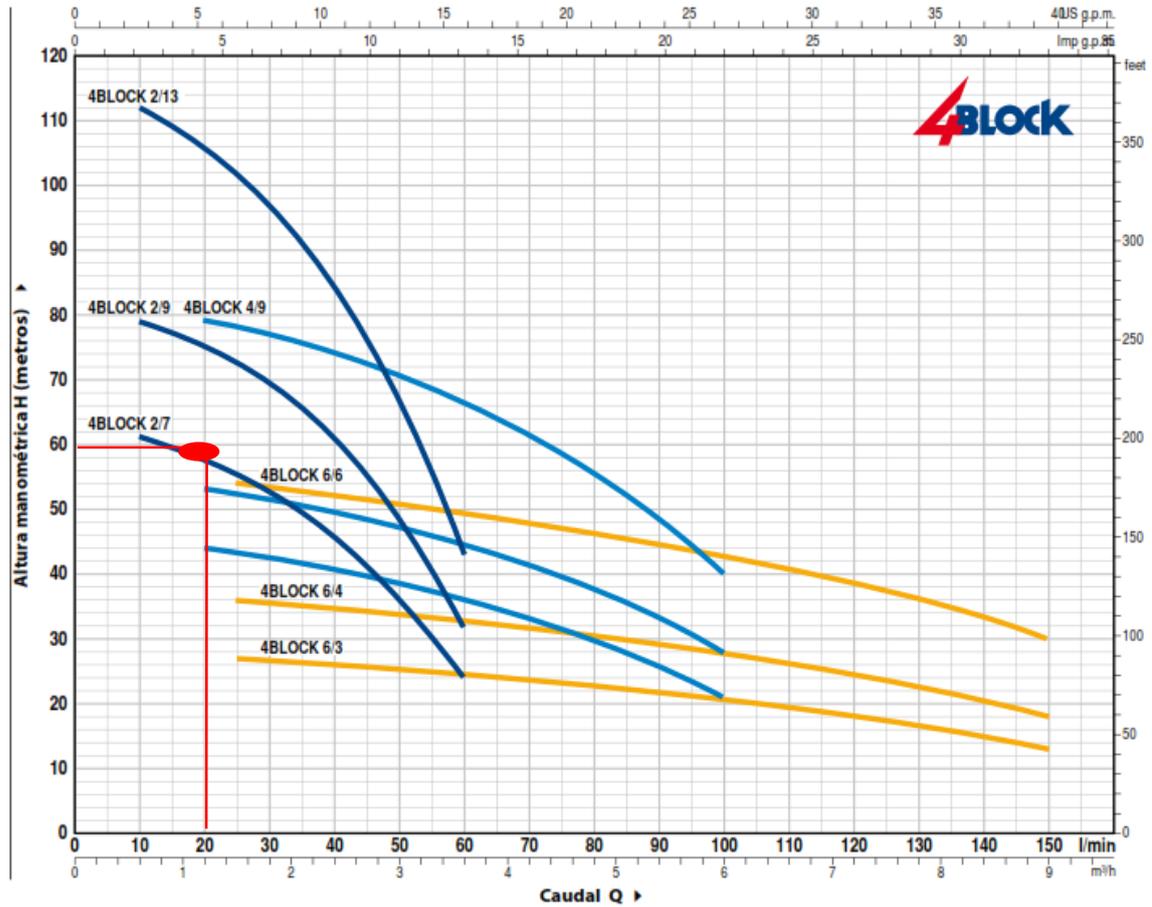
Fuente: Elaboración propia (2019)

Anexo N°8: Curva característica de la bomba



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



Fuente: Catalogo general Pedrollo the spring of life

Anexo N° 9: Información de la red analizada en el software Epanet

Tabla N° 39: Demanda base en los nodos

Nodo	Elevación	Demanda
1	625.32	0.000
2	622.10	0.000
3	622.00	0.000
4	623.31	0.086
5	618.83	0.000
6	617.00	0.088
7	617.14	0.000
8	613.67	0.09
9	629.43	0.086
10	628.55	0.000
11	627.95	0.088
12	631.34	0.000
13	642.29	0.000
14	640.00	0.000
15	638.31	0.128
16	646.42	0.000
17	647.22	0.000
18	653.90	0.000

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla N° 40: Coordenadas de cada nodo

Nodo	X-Coord	Y-Coord
Pozo	5347.93	7862.93
Tanque	5207.54	9070.75
1	5317.85	7824.93
2	5353.89	7751.28
3	5332.6	7741.1
4	5112.33	7859.7
5	5347.12	7607.17
6	5413.28	7635.41
7	5379.39	7521.65
8	5438.29	7536.17
9	5343.09	8066.25
10	5219.64	8093.68
11	5158.32	8126.76
12	5370.52	8192.92
13	5490.73	8599.56
14	5347.93	8577.78
15	5183.34	8620.54
16	5502.03	8728.65
17	5464.92	8807.72
18	5237.39	8903.73

Fuente Elaboración propia (2019)

Anexo N° 10: Metodología para calcular tarifas en acueductos rurales

La tarifa es el pago mensual de las familias usuarios del proyecto por el servicio de agua recibido, este se realiza de manera permanente y de acuerdo a lo que cada usuario o familia consume.

Sirve para financiar los costos de Operación, Mantenimiento, ampliación y mejoras del sistema de agua, condiciones determinantes para garantizar la sostenibilidad del servicio con la calidad y cantidad necesaria durante todo el tiempo de vida útil del proyecto.

La Junta Directiva del **CAPS**, realizará una propuesta de Tarifa de Agua, conforme a la "Guía de cálculo de Tarifa" que emitirá el **INAA**, la que será presentada ante la Asamblea Generales para su aprobación.

Elementos para el cálculo de la tarifa

OMA: operación, mantenimiento y administración

a) Costos de Administración: Papelería y útiles de oficina, Fotocopias, Viáticos, Teléfonos, Capacitación, Consultoría servicios legales, Pago de personal, Etc. (Se toma del libro diario)

b) Costos de Mantenimiento: Tuberías, Accesorios, Reparación de Equipo de Bombeo, reparación de equipo de cloración, Reparación de Tanque de Almacenamiento, Obras de Protección, Compra de Herramientas, Ampliaciones, etc.

c) Costo anuales de Energía Eléctrica: El total de la recopilación de todas las facturas de energía eléctrica pagadas en un año.

d) Productos Químicos: Es el total de Productos químicos usados y pagados en un año.

e) Salario: Es el total de la planilla de sueldos pagados a los trabajadores en un año.

RAF: reposición de activos fijos

$$RAF = \frac{CA+I}{Vu}$$

- a) **Costos de Adquisición:** Es el total de costos de activos fijos del sistema de Agua Potable.
- b) **Instalación:** Costos incurridos en la instalación de los activos fijos del Sistema de Agua.
- c) **Vida Útil:** Vida útil estimada para los activos fijos del sistema de Agua Potables

V: volumen de agua producida en un año

$$V = [Px(1 - ANC)]$$

- a) **Producción de Agua:** Es el total de agua producida en un año en m³.
- b) **Agua no Contabilizada:** Agua no contabilizada o pérdidas máximas aceptables del 20% (expresado como 0.2)

Costos de Administración

N°	Descripción	Periodo	Costo mensual	Costo anual
1	Papelería y útiles de oficina.	Mensual	C\$ 200.00	C\$ 2,400.00
2	Capacitaciones del personal.	Mensual	C\$ 300.00	C\$ 3,600.00
3	Telefonía .	Mensual	C\$ 200.00	C\$ 2,400.00
4	Materiales y suministro de limpieza.	Mensual	C\$ 100.00	C\$ 1,200.00
5	Viáticos.	Mensual	C\$ 100.00	C\$ 1,200.00
6	Costo anual.			C\$ 10,800.00

Salarios

N°	Descripción	Periodo	Costo mensual	Costo anual
1	Operador y fontanero	Mensual	C\$ 2,000.00	C\$ 24,000.00
2	Costo anual			C\$ 24,000.00

Energía Eléctrica

N°	Descripción	Periodo	Costo mensual	Costo anual
1	Pago de energía eléctrica	Mensual	C\$ 2,000.00	C\$ 24,000.00
2	Costo anual			C\$ 24,000.00

Productos Químicos

N°	Descripción	Periodo	Costo mensual	Costo anual
1	Compra de Cloro	Mensual	C\$ 500.00	C\$ 6,000.00
2	Análisis de agua	Semestral	C\$ 2,000.00	C\$ 4,000.00
3	Costo anual			C\$ 10,000.00

Gasto de operación y mantenimiento

N°	Descripción	Periodo	Costo mensual	Costo mensual
1	Desinfección y limpieza del tanque	Semestral	C\$ 600.00	C\$ 1,200.00
2	Reparación en la red distribución	Mensual	C\$ 200.00	C\$ 2,400.00
3	Mantenimiento de sarta	Anual	C\$ 2,000.00	C\$ 2,000.00
4	Mantenimiento de equipo de bombeo	Anual	C\$ 8,000.00	C\$ 8,000.00
5	Costo anual			C\$ 13,600.00

Reposición de activo fijos

Provisión de reemplazo de activo fijos

Concepto	Valor de adquisición	Vida útil años	Provisión de reemplazo
Construcción del sistema de agua	C\$ 2,206,381.85	20	C\$ 110,319.09
Total anual C\$			C\$ 110,319.09

Estimado de volumen producido en un año

Año 2019	Producción en m ³
Enero a Diciembre	3,400

Costo total anual:

$$CP = \frac{OMA + RAF}{V}$$

OMA: Salario + EE+ Productos Químicos + Costos Mantenimiento + Costos Administrativos

C\$ 31,400 Costos Administrativos
+ C\$ 69,600 Salarios
+ C\$12,000 Energía Eléctrica
+ C\$16,000 Productos Químicos
+ C\$22,800 Costos de Mantenimiento
= C\$ 82,400

RAF: Reposición de Activos Fijos C\$ 110,319.09

Volumen: Producción en m³ 3,400-20% =2,700 m³

$$CP = \frac{C\$ 82,400 + C\$ 110,319.09}{2,700} = 71.38 \text{ C\$/m}^3$$

$$CP = C\$ 71.38 /\text{m}^3$$

Este estudio fue realizado con la guía para cálculo y fijación de tarifa de agua potable de sistemas de abastecimiento menores emitidas por el INAA del ámbito urbano y rural.

Este estudio tendrá que ser aprobado por la asamblea de pobladores como mandan los estatutos de los comités de agua potable y saneamiento.

JUEGO DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

