



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción

“Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, para la comunidad de Las Quebradas, municipio de La Concordia, departamento de Jinotega”

Trabajo Monográfico

Elaborado por:

Br. Norwin José Ruiz Herrera

Br. Nelson José Hernández González

Sometido a la:

FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Para optar al título de Ingeniero Civil

Tutor:

MSc. Ing. José Ángel Baltodano M

Managua, Nicaragua

Octubre - 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN



Managua 04 de octubre de 2017

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano FTC
Su despacho.-

Estimado Dr. Ing. Gutiérrez:

Reciba un saludo de mi parte, y al mismo tiempo le doy a conocer que he revisado el trabajo de monográfico titulado: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LA COMUNIDAD DE LAS QUEBRADAS, MUNICIPIO DE LA CONCORDIA, DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”**, realizado por los bachilleres: Norwin José Ruiz Herrera, y Nelson José Hernández González, para optar al título de Ingeniero Civil.

Este trabajo de monografía fue desarrollado de forma independiente por los sustentantes y cumple con todos los requisitos para ser presentada y defendida antes el jurado que usted designe.

Sin más a que hacer referencia, se despide de usted,

Atentamente,

M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano M.
Tutor

Carta de aprobación de protocolo

DEDICATORIA

A Jehová.

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre Nidia Isabel Herrera Rugama.

Por haber sido apoyo principal en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi esposa Erika Ibet Herrera Lopez.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que la caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis hijos.

Por ser los pilares y el motor fundamental para seguir siempre adelante en las metas que me propongo día a día.

Br. Norwin José Ruiz Herrera

DEDICATORIA

Porque Jehová Dios da la sabiduría, y de su boca proceden: el conocimiento y la inteligencia (Prov. 2:6).

A Dios por proveerme los medios necesarios para alcanzar con éxito una meta más en mi vida, a mi madre por sus sabios consejos y ánimos que me impulsaron a salir adelante en mi formación profesional, a mi esposa por su apoyo brindado y por haber estado a mi lado en todo momento, a mis hijos Axel Isaac, y Hellen Yesenia por ser motivo de inspiración durante todos mis años de estudio.

Br. Nelson José Hernández González

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis primeramente nos gustaría agradecerle a ti Jehová por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A nuestro tutor, Ing. Jose Angel Baltodano M. por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en que podamos terminar los estudios con éxito.

A los estudiantes, docentes, egresados y empresarios de la región norte que fueron de gran importancia, ya que nos brindaron información fundamental para este estudio.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestras vidas. Algunas están aquí con nosotros y otras en los recuerdos y corazón, sin importar en donde estén queremos darles las gracias por formar parte de nosotros, por todo lo que nos brindaron y por todas sus bendiciones.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento muestra el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Las Quebradas municipio de La Concordia departamento de Jinotega. En el que se retoma como criterio principal la viabilidad y sostenibilidad; ya que el sistema quedará a cargo de la localidad.

La comunidad tiene una población de 183 habitantes distribuidos en 48 viviendas (3.81hab/vivienda), con una proyección a 20 años de 300 personas; actualmente presenta problemas con el abastecimiento de agua, abasteciéndose de pozos excavados a mano con altos riesgos de contaminación; por lo que la población demanda un sistema de abastecimiento de agua potable que les garantice la salud.

El estudio inicia con la identificación del proyecto donde se aborda la situación actual de la comunidad, la cual se abastece de agua de pozos excavados a mano y un pozo perforado.

Producto de la encuesta socioeconómica realizada y la recopilación de información, se determinó que el problema central de la comunidad de Las Quebradas, es la incidencia de enfermedades diarreicas y parasitarias, provocadas por el consumo de agua de mala calidad, malos hábitos de higiene y la disposición de excretas al aire libre.

En el diseño del proyecto de agua potable se realizó un análisis de la demanda de consumo de agua, usando una dotación de 60 l/p-d y un 20% de pérdidas como lo indican las normas técnicas rurales del INAA; determinando una demanda actual de 0.38 l/s y una demanda futura para el año 20 de 0.62 l/s (Consumo Máxima Hora).El análisis hidráulico se realizó en el programa

EPANET. Dando como resultado tuberías de 3" y 2" en la red de distribución, presiones entre (2.5 mca y 50 mca) y velocidades entre (0.7 m/s y 2.48 m/s).

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES

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	Caracterización del municipio de La Concordia	5
1.5.1	Límites de municipio	5
1.6	Caracterización de la comunidad	5
1.6.1	Breve reseña de la comunidad	5
1.6.2	Referencia Geográfica	6
1.6.3	Posición geográfica.....	6
1.6.4	Población	6
1.6.5	Macro localización	7
1.6.6	Micro localización.....	8
1.6.7	Límites	8
1.6.8	Clima y relieve predominante.....	9
1.6.8.1	Clima y precipitaciones.....	9
1.6.8.2	Relieve (Geomorfología).....	9
1.6.9	Acceso a la comunidad.....	9
1.6.9.1	Vialidad	9

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1.	Estudio socioeconómico	11
------	------------------------------	----

2.2.	Aforo y calidad de agua	12
2.3.	Demanda	13
2.4.	Topografía.....	13
2.5.	Hidrogeología.....	13
2.5.1.	Geología	14
2.5.2.	Hidrología.....	14
2.6.	Obras de captación.....	14
2.6.1.	Pozo.....	14
2.6.2.	Pozo perforado	15
2.7.	Bomba	15
2.7.1.	Bombas centrifugas verticales	15
2.8.	Estaciones de bombeo	15
2.9.	Conexión de bombas sarta	15
2.10.	Cloración.....	16
2.11.	Línea de conducción.....	16
2.11.1.	Línea de conducción por bombeo.....	16
2.12.	Tanque de alimentación.....	17
2.12.1.	Tanque de excedencias.....	17
2.13.	Red de distribución	17
2.13.1.	Sistemas de ramales abiertos.....	17
2.14.	Golpe de ariete	18
2.15.	Modelación en EPANET	18
2.16.	Costo y presupuesto	19

CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.	Estudio Socioeconómico.....	21
3.2.	Aforo de la fuente de agua.....	22
3.3.	Criterios técnicos de diseño	22
3.4.	Diseño del sistema de agua potable y saneamiento	22
3.4.1.	Levantamiento topográfico.....	22

3.4.2.	Estudio hidrogeológico.....	23
3.4.3.	Diseño hidráulico del sistema	23
3.4.4.	Cálculo de población.....	23
3.4.5.	Dotación de agua.....	24
3.5.6	Variaciones de consumo.....	24
3.5.7	Estaciones de bombeo	25
3.5.8	Fundaciones de equipos de bombeo	25
3.5.9	Equipo de bombeo y motor	25
3.5.9.1	Bombas verticales.....	25
3.5.9.2	Energía	26
3.5.9.3	Diseño de bomba.....	26
3.5.10	Golpe de ariete	27
3.5.11	Línea de conducción por bombeo.....	27
3.5.12	Almacenamiento	28
3.5.13	Tanque sobre el suelo de mampostería.....	28
3.5.14	Tratamiento y desinfección	29
3.5.14.1	Calidad del agua	29
3.5.15	Aplicación de cloro.....	29
3.5.16	Tiempo de contacto	29
3.5.17	Red de distribución	31
3.5.17.1	Diámetro mínimo.....	31
3.5.17.2	Análisis y cálculo hidráulico de la red	31
3.5.17.3	Presiones máximas y mínimas.	32
3.5.17.4	Velocidades permisibles en tuberías	32
3.5.17.5	Cobertura de tuberías	32
3.5.17.6	Pérdidas de agua en el sistema.....	32
3.5.18	Diseño hidráulico del sistema	33
3.5.19	Elaboración de planos	33
3.5.20	Especificaciones técnicas de construcción	33
3.5.21	Elaboración del presupuesto.....	33

CAPÍTULO IV RESULTADOS DEL ESTUDIO

4.1	Resultados socioeconómicos.....	35
4.1.1	Población y sus características.....	35
4.1.1.1	Vivienda.....	35
4.1.1.2	Situación actual del suministro de agua.....	35
4.1.1.3	Situación Ocupacional.....	39
4.1.1.4	Ingreso mensual por familia.....	40
4.1.1.5	Organización comunitaria.....	41
4.1.1.6	Servicios básicos.....	41
4.1.1.6.1	Agua potable.....	41
4.1.1.6.2	Infraestructura social.....	41
4.1.1.6.2.1	Educación.....	41
4.1.1.6.2.2	Aéreas Comunales.....	41
4.1.1.6.2.3	Salud.....	41
4.1.1.6.2.4	Vías de acceso.....	42
4.1.1.6.2.5	Transporte.....	42
4.2	Componente de agua potable.....	42
4.2.1	Fuente de abastecimiento.....	43
4.2.2	Aforo y calidad de agua.....	44
4.2.3	Resultados de calidad de agua.....	45
4.2.3.1	Parámetros y Resultados Bacteriológicos.....	45
4.2.3.2	Parámetros y Resultados Analíticos de Metales Pesados.....	45
4.2.3.3	Parámetros Físicos Químicos.....	46
4.2.4	Proyección de población y consumo.....	47
4.2.5	Dotación de Agua.....	47
4.2.6	Obra de captación.....	51
4.2.7	Diseño de bomba.....	53
4.2.8	Golpe de ariete.....	55

4.2.8.1	Cálculo de la presión máxima	56
4.2.9	Línea de conducción	56
4.2.9.1	Presiones en la línea de conducción	57
4.2.10	Velocidades en la línea de conducción	58
4.2.11	Tanque de almacenamiento.....	58
4.2.12	Tratamiento químico del agua (desinfección)	58
4.2.13	Red de distribución	61
4.2.15.1	Presiones en la red de distribución	63
4.2.15.2	Velocidades en la red de distribución	66
4.2.15.3	Nivel de servicio	69
4.3	Costo total del proyecto	69
4.4	Costos de administración, operación y mantenimiento	69
	Conclusiones.....	71
	Recomendaciones.....	72
	Bibliografía	73

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 4.1.	Abastecimiento de agua.....	36
Gráfico N° 4.2.	Acarreo de agua.....	37
Gráfico N° 4.3.	Características físicas del agua.....	38
Gráfico N° 4.4.	Gráfico de las enfermedades en la población de Las Quebradas.....	39
Gráfico N° 4.5.	Actividades económicas de la comunidad de Las Quebradas..	40
Gráfico N° 4.6.	Presión en la línea de conducción.....	57
Gráfico N° 4.7.	Esquema de un clorador CTI - 8.....	60
Gráfico N° 4.8.	Presiones en la red de distribución ramal # 1	63
Gráfico N° 4.9.	Presiones en la red de distribución Ramal # 2.....	64
Gráfico N° 4.10.	Presiones en la red de distribución Ramal # 3.....	65
Gráfico 4.11.	Esquema de red de distribución.....	66

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1. Período de diseño.....	11
Tabla N° 3.1 Volúmenes necesarios de soluciones al 1% para dosificar 1.P.P.M (Una parte por millón de cloro a diferentes volúmenes de agua.).....	30
Tabla N° 3.2. Coeficiente de rugosidad.....	32
Tabla N° 4.1. Abastecimiento de agua.....	36
Tabla N° 4.2. Acarreo del agua.....	36
Tabla N° 4.3. Características físicas del agua.....	37
Tabla N° 4.4. Enfermedades en la población de Las Quebradas.....	38
Tabla 4.5. Actividades económicas.....	40
Tabla N° 4.6. Fuente de abastecimiento.....	44
Tabla N° 4.7. Resultados Bacteriológicos.....	45
Tabla N° 4.8. Parámetros y resultados analíticos de metales pesados.....	45
Tabla N° 4.9. Resultados Físico – Químicos.....	46
Tabla N° 4.10. Datos para la proyección de la población y consumo.....	48
Tabla N° 4.11. Consumo promedio diario.....	49
Tabla N° 4.12. Consumo máximo día.....	50
Tabla N° 4.13. Consumo máxima hora y almacenamiento.....	51
Tabla N° 4.14. Características de línea de impulsión.....	53
Tabla N° 4.15. Datos para la selección de la bomba y longitudes equivalentes.....	54
Tabla N° 4.16. Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados.....	55
Tabla N° 4.17. Tubería de línea de conducción.....	56
Tabla N° 4.18. Materiales para fabricar el clorador CTI - 8.....	59
Tabla N° 4.19. Consumo de cloro.....	61
Tabla N° 4.20. Tubería de red de distribución.....	62
Tabla N° 4.21. Velocidades en la red de distribución.....	67

Tabla N° 4.22. Análisis hidráulico en EPANET (presión en la red de distribución).....	68
Tabla N° 4.23. Costos de administración, operación y mantenimiento.....	70

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estudio Socioeconómico.....	76
Anexo 2 Costos de administración anual.....	81
Anexo 3. Costos de operación anual.....	82
Anexo 4. Costos de mantenimiento anual y tarifa.....	83
Anexo 5. Presupuesto del proyecto.....	84
Anexo 6. Especificaciones técnicas de materiales y equipos.....	89
Anexo 7. Análisis de metales pesados.....	107
Anexo 8. Análisis físico químico.....	108
Anexo 9. Análisis bacteriológico.....	109
Anexo 10. Formato de encuesta socioeconómica de agua y saneamiento.....	110

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

IVA: Impuesto al valor agregado.

VAC: Valor actual de consumo.

ICE: Índice costo efectividad.

ACI: American concrete institute.

ASTM: American society for testing and materials.

CAPRE: Comité coordinador regional del instituto de agua y saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana.

CAPS: Comité de agua potable y saneamiento.

CETA: Centro de educación técnica agropecuaria.

CPC: Concejo del poder ciudadano.

CEMA: Control y erradicación de la malaria y el Aedes.

CARE: Cooperación de ayuda de remesas del exterior

CMD: Consumo máximo día.

CMH: Consumo máxima hora.

CPD: Consumo promedio diario.

CPDT: Consumo promedio diario total.

ENACAL: Empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

ENEL: Ministerio de transporte e infraestructura.

ENITEL: Empresa nicaragüense de telecomunicaciones.

EDA: Enfermedades Diarréicas Agudas.

FISE: Fondo de inversión social de emergencia.

GPS: Siglas en ingles global positioningsystem, sistema de posicionamiento global.

Ho. Go: Hierro galvanizado.

Ho. Fo: Hierro fundido.

INAA: Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

IDH: Índice de desarrollo humano.
INEC: Instituto nacional de estadísticas y censos.
INIFOM: Instituto nicaragüense de fomento.
IRA: Infecciones respiratorias agudas.
LFV: Letrina de foso ventilado.
NE: Nivel estático.
MABE: mini acueducto por bombeo eléctrico.
MAG: Mini acueducto por gravedad.
MCT: Ministerio de construcción y transporte.
MINSA: Ministerio de salud.
MTI: Ministerio de transporte e infraestructura.
MINED: Ministerio de educación.
ONGs: Organismos no gubernamentales.
OMS: Organización mundial de la salud.
PVC: Cloruro de polivinilo.
PC: Pozos comunales.
PCEM: Pozos comunales excavados a mano.
PCP: Pozos comunales perforados.
PEM: Pozos excavados a mano.
PFEM: Pozos familiares excavados a mano.
PP: Pozos perforados.
SNIP: Sistema nacional de inversiones públicas

GLOSARIO

Cloración: Es la aplicación de cloro al agua, generalmente con fines de desinfección.

Clorador: Es un dispositivo para aplicar cloro al agua en proporción conocida y controlada.

Corte: Es la excavación que se realiza en terreno natural para las fundaciones y tuberías de los componentes del proyecto.

Cemento: Es un material que tiene las propiedades de adhesión y cohesión necesarias para unir agregados inertes y conformar una masa sólida de resistencia y durabilidad adecuada.

Conexiones domiciliarias: Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones.

Estación total: instrumento que combina un teodolito y un instrumento EDM, (por tanto, tiene capacidad para medición angular y de distancia). Conocido también como taqueómetro o taquímetro.

Especificaciones: En general se denomina con este nombre a la compilación de estipulaciones y requisitos detallados para la construcción de las obras de un proyecto o el suministro de bienes y servicios.

Golpe de ariete: Se denomina a la sobrepresión que reciben las tuberías, por efecto del cierre brusco del flujo de agua.

GPS: Siglas en inglés globalespositioningsystem, sistema de posicionamiento global consiste en satélites artificiales y equipo terrestre que se emplea para convertir señales de radio emitidas por satélites en posiciones tridimensionales sobre la superficie terrestre.

Impacto ambiental: Acción o serie de acciones que tiene un efecto sobre el medio ambiente.

Niple: Tubería que no tiene la longitud completa de fabricación.

Obras de conducción: Estas se encargan de transportar el agua captada desde la fuente hasta el lugar de su almacenamiento, de su tratamiento o distribución.

Obras de regularización y almacenamiento: En estas estructuras se almacena el agua que no se consume en las horas de demanda mínima, para aprovecharla después en las horas de máximas demandas. Además del volumen de regularización, sirven para almacenar un volumen adicional.

Obras de purificación: Cuando las condiciones del agua no son las adecuadas, se recurre a las obras de purificación que la adecúan a los fines requeridos.

Obras de distribución: Esta tiene como objeto repartir el agua en los volúmenes y presiones adecuadas a los distintos sectores y calles de la comunidad.

Prismoide: Figura sólida con caras paralelas unidas por superficies planas o con una curvatura continua.

Plomada óptica: Dispositivo especial del telescopio con el cual el topógrafo puede visar verticalmente desde el centro de un instrumento hasta el terreno sobre el cual está apoyado el instrumento.

Teodolito: Es un instrumento para la medición de ángulos que tiene tres tornillos de nivelación, círculo vertical y horizontal que se pueden leer en forma directa o con un micrómetro óptico. También los mismos instrumentos que presentan los resultados de las lecturas angulares en pantallas digitales.

Topografía: Es la ciencia de la determinación de las dimensiones y características tridimensionales de la superficie terrestre a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.

Taquimetría: Mediciones rápidas

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

El agua es un elemento esencial para la vida humana, para la salud básica y para la supervivencia, así como para la producción de alimentos y para las actividades económicas. En algunos casos el agua no se ha considerado como lo que realmente es: un bien común universal, patrimonio vital de la humanidad.

El acceso al agua debe ser considerado como un derecho básico, individual y colectivamente inalienable. Este recurso es importante tanto en el área urbana como para el área rural ya que de éste dependen todas las actividades de la población.

Sin embargo en la comunidad de Las Quebradas, municipio de La Concordia, departamento de Jinotega, por estar ubicado en una zona subtropical, presenta dificultades en el acceso del agua de consumo humano, ya que las fuentes existentes y ojos de agua disminuyen su caudal con facilidad en época de verano y no abastecen a toda la población.

Para llevar el vital líquido a los pobladores en calidad y cantidad es necesario proporcionar sistemas de abastecimiento capaces de funcionar eficazmente.

Para mejorar esta situación se pretende diseñar un sistema de conducción, distribución y almacenamiento de agua potable. Dicho sistema se abastecerá por un pozo perforado ubicado en la comunidad de Las Quebradas, esto debido a que se adolece de un sistema de conducción, almacenamiento y red de distribución de agua potable que asegure el volumen y la calidad, de acuerdo a las demandas de consumo de la población usuaria de este servicio.

1.2. Antecedentes

La población de la comunidad de Las Quebradas se ha abastecido por años de agua de dos quebradas que atraviesan la comunidad y de ojos de agua, esta agua no es potable ya que no recibe ningún tipo de tratamiento.

En el año 1997 ENACAL – Estelí financió la perforación de un pozo en el sector II de la comunidad de 33 m de profundidad con 150 mm de diámetro, no tiene bomba manual, se deterioró desde hace 10 años, y en el año 2000 el organismo La CUCULMECA (Asociación de educación y comunicación)¹ financió la perforación de un pozo en el sector 1 con 30 m de profundidad, con diámetro de 150 mm, está equipado con bomba de mecate

El servicio de agua es administrado por el Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS). Integrado por 3 personas que ocupan los cargos de Coordinador, Vocal y una Secretaria. No cuentan con un reglamento operativo, cuando la bomba se descompone los usuarios la reparan. Los pozos están ubicados en un terreno de 64 m² el del sector I y 100 m² el del pozo del Sector II, ambas áreas están legalizadas a favor de la comunidad.

La población está concentrada en dos puntos, ambos sectores tienen pozos perforados, uno de ellos en mal estado, por lo que toda la comunidad se abastece de un pozo o se abastecen de las quebradas (fuentes superficiales) que las atraviesan.

En el año 2009 se perforó un tercer pozo en la comunidad ubicado en Coordenada UTM: ESTE (m) 1457500 y NORTE (m) 586400, tiene una profundidad de 220 pies, se encuentra en el centro de la comunidad sobre la vía principal. Este pozo se encuentra en una formación que le permite conducir grandes volúmenes de agua, es un acuífero artesiano o confinado.

¹ Lacuculmecajinitega.wordpress.com

1.3. Justificación

Recientemente el presidente ejecutivo de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), confirmó que el problema del agua es grave a nivel nacional y que unos 30 municipios, sectores y barrios que están en zonas elevadas y alejadas de los sistemas de bombeo se encuentran desabastecidos.

El propósito de este estudio monográfico consiste en la necesidad que tiene la comunidad de consumo de agua potable, es decir en hacer un estudio en las fuentes de agua existentes en la comunidad para determinar las condiciones de ésta y si está apta para el consumo humano.

Actualmente el agua que está consumiendo la población no es segura ya que contiene bacterias por el hecho que no es tratada, aún más se incrementa en las épocas del invierno donde las quebradas crecen y el agua sale sucia. Por este motivo los niños y ancianos son los más afectados ya que están más expuestos a enfermarse y si no se trata a tiempo podrían llegar a tener muchos efectos negativos. Sumado a ello está la escasez del vital líquido para satisfacción de necesidades básicas para la higiene personal y del hogar, que también tiene sus implicaciones en el campo de la salud pública².

² Perfil de Proyecto, sistema de agua potable en la comunidad de Las Quebradas

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general:

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable, para la comunidad de Las Quebradas, municipio de La Concordia, departamento de Jinotega.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Realizar el estudio socioeconómico de la comunidad de Las Quebradas para conocer las necesidades básicas y situación actual de la población.
2. Efectuar el levantamiento topográfico, del sitio del proyecto.
3. Realizar el cálculo de las dimensiones de todas las obras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable.
4. Realizar el análisis de la red de distribución mediante el uso del software EPANET.
5. Elaborar planos constructivos del proyecto.
6. Estimar los costos directos de la obra.

1.5 Caracterización del municipio de La Concordia

La Concordia es un municipio de Jinotega. Situado al suroeste de este extenso departamento; es pequeño y poco conocido.

La topografía del municipio es irregular de ondulada a quebradas con suelos degradados de alta pedregosidad.

Los terrenos se incluyen en la Provincia Volcánica Terciaria, con la excepción de los terrenos que ocupan el sector norte, los cuales pertenecen a la Plataforma Paleo Mesozoica (McBirney y Williams, 1968; Fenzl, 1989).

1.5.1 Límites de municipio

Al Norte: Municipio de San Sebastián de Yalí

Al Sur: Municipio de La Trinidad y Estelí

Al Este: Municipio de San Rafael del Norte

Al Oeste: Municipio de Estelí

1.6 Caracterización de la comunidad

1.6.1 Breve reseña de la comunidad

Geográficamente se localiza la Comunidad de Las Quebradas 5 km al Este de la Concordia y a 26 km al Oeste de Estelí.

En dicha comunidad la mayoría de la población vive de la agricultura y ganadería. El acceso a la comunidad se da por una carretera de todo tiempo. Una de los mayores problemas que más afectan a la población es el suministro de agua potable, ya que la población se abastece de pozos artesanales que reducen su caudal en la época seca y de dos quebradas que no cumplen con los parámetros de agua apta para consumo.

1.6.2 Referencia Geográfica

La comunidad de Las Quebradas pertenece al municipio de La Concordia, departamento de Jinotega, ubicada a 5 Km de la cabecera municipal del mismo nombre (La Concordia), a 6.2 km de la comunidad de El Naranjo, carretera panamericana y a 147.7 km de Mangua.

1.6.3 Posición geográfica

A mayor escala, podemos precisar que la comunidad de Las Quebradas, se encuentra localizada en las coordenadas geográficas: 13° 11' latitud Norte y 86° 10' longitud Oeste.

1.6.4 Población

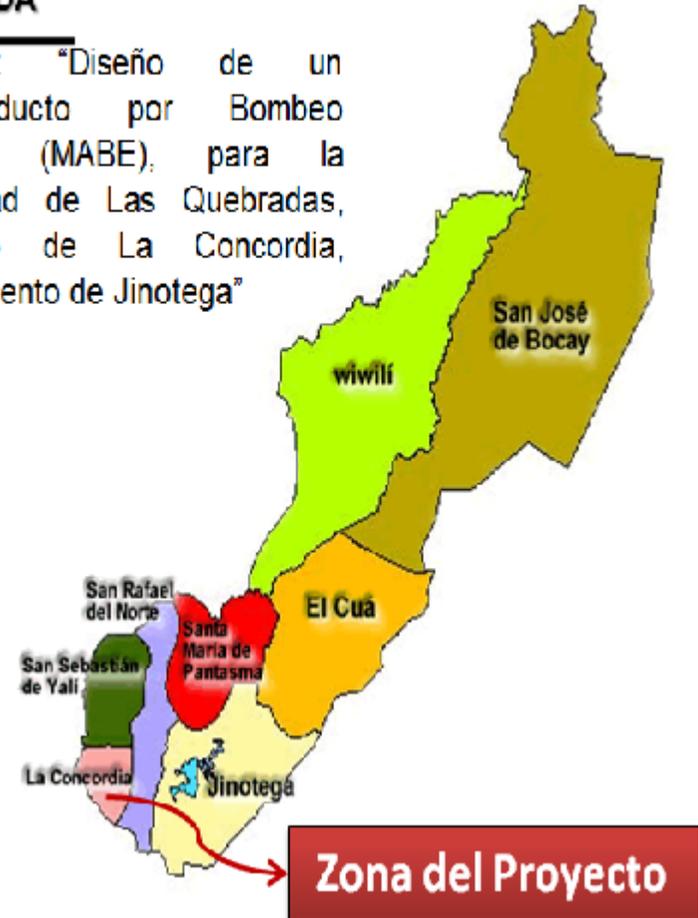
La población actual de la comunidad es de 183 habitantes y 48 familias.

1.6.5 Macro localización



LEYENDA

Proyecto: "Diseño de un Miniacueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), para la comunidad de Las Quebradas, municipio de La Concordia, departamento de Jinotega"



1.6.6 Micro localización



1.6.7 Límites

La comunidad de Las Quebradas, se ubica en el municipio La Concordia, departamento de Jinotega y sus límites son:

- Al Norte con: La Pita
- Al Sur con: El Zapote
- Al Este con: La Concordia
- Al Oeste con: La Rinconada

1.6.8 Clima y relieve predominante

1.6.8.1 Clima y precipitaciones

El municipio de La Concordia posee un clima de sabana tropical de altura, caracterizándose por ser cálido en la mayor parte del territorio, a excepción de la porción montañosa. La precipitación fluvial es de 700 a 900 mm, por lo que se caracteriza como zona seca, sin embargo se observan diferencias en su distribución anual. Por otro lado, en la parte Sureste los riesgos climatológicos son extremadamente menores.

1.6.8.2 Relieve (Geomorfología)

El relieve de esta comunidad se caracteriza por presentar una formación de relieve de tipo, zona montañosa cuya altitud varía entre 868 y 972 msnm; las pendientes son mayores al 15%, características de los sistemas montañosos. En esta zona predomina el cultivo de pastos y la agricultura temporal.

La geomorfología está compuesta por una variedad de suelos entre los que encontramos: suelos arcillosos, franco arcilloso y suelos francos, este último es uno de los más aptos para los cultivos.

1.6.9 Acceso a la comunidad

1.6.9.1 Vialidad

La principal vía de acceso a la comunidad es una carretera de macadam la cual va de La Concordia a la ciudad de Estelí pasando por la comunidad de Las Quebradas, esta carretera se encuentra en mal estado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Los criterios utilizados en el diseño para los diferentes elementos del proyecto, están de acuerdo a lo establecido en los parámetros de diseños, comprendidos en los documentos siguientes:

NTON 09003-99: Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua. Rural - INAA

NTON 09003-99: Normas técnicas rurales. Rural - INAA.

NTON 09003-99: Manual de operación y mantenimiento de sistemas de suministro de agua en el medio rural. Rural - INAA.

GUIA FISE: Guía metodológica para la formulación y diseño de proyectos de agua potable y saneamiento.

Tabla N° 2.1. Período de diseño

Se establecen los siguientes períodos para cada elemento del sistema:¹⁵

Tipos de componentes	Período de diseño
Pozos perforados	15 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	20 años

Fuente: Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pag. 14

2.1. Estudio socioeconómico³

Para obtener un óptimo desarrollo del proyecto, es necesario realizar un estudio Socio-económico que permita conocer las necesidades básicas y situación actual de la población en esta comunidad. Esta información se basa en el Manual de Administración del Proyecto – MACPM. Capítulo II PREINVERSION. Publicada por el Nuevo FISE.

¹⁵Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pag. 14

³Manual de Administración del Proyecto – MACPM. Capítulo II PREINVERSION, FISE

2.2. Aforo y calidad de agua⁴

La necesidad creciente de utilizar el agua disponible, hacen necesario que esta sea aprovechada con menores costos y sin desperdicio. Esto no puede lograrse si no se utilizan sistemas de medición adecuados.

Esto hace que para manejar el recurso hídrico de un curso de agua (rio, canal, etc.) con distintos propósitos (agua potable, energía, riego, atenuación de crecidas, etc.) de una manera eficiente, requiera del conocimiento de la cantidad de agua que pasa por un lugar en un tiempo determinado (el caudal), durante un periodo de años lo más largo posible.

De ahí que es menester lograr datos de campo confiables y lo suficientemente precisos que permitan estudiar y proyectar manejos del agua con el menor grado de incertidumbre posible para satisfacer las demandas cada vez más crecientes que tiene la Humanidad.

Así, para una utilización eficiente del recurso hídrico de un curso de agua en su área de influencia, como primer paso se deben colocar las necesarias estaciones de medición del caudal (Estaciones de Aforos).

Esto último conlleva a la formación de técnicos capacitados en medición de cursos de aguas naturales y artificiales, que permitan obtener los datos básicos de cantidad de agua que pasa, para poder tomar las decisiones de manejo más adecuadas.

Ese conocimiento es esencial para determinar:

- La dotación de agua se puede abastecer para consumo humano
- Las dimensiones y diseño de la planta de bombeo de ser necesaria una estación de relevo.

⁴Aforadores de corrientes de agua, Autor Ing. Mario Bazán

En el caso específico de un canal es preciso saber cómo aforar caudales en el mismo para:

- controlar el volumen de agua que fluye, evitando que reciba más agua de la que puede conducir, y para regular la entrada con las necesidades aguas abajo.
- determinar las pérdidas por conducción y localizar fugas, como también para distribuir el agua en su recorrido.

2.3. Demanda

Se define como demanda por agua potable y saneamiento a la población de un área geográfica determinada que no dispone del servicio o, dispone de él en forma deficiente y lo requiere para múltiples usos, como bebible, alimentación, higiene personal, lavado de ropa, etc.

2.4. Topografía

Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (planimetría y altimetría). De "Topos" que significa lugar, y de "Grafos", descripción. Esta representación tiene lugar sobre superficies planas limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores. De manera muy simple, se puede decir que para un topógrafo la tierra es plana, mientras que para un geodesta no lo es.⁵

2.5. Hidrogeología

Es la ciencia que estudia la ocurrencia, la distribución y el movimiento de las aguas bajo la superficie de la tierra, como si el agua se tratara de un mineral especial, el cual se renueva continuamente, en la mayoría de los casos, por efecto del ciclo hidrológico.

⁵CORASCO. Manual para la revisión de. estudios topográficos. 2008

Generalmente, la hidrogeología puede considerarse como una ciencia especializada que combina elementos de geología, hidrología y mecánica de fluidos. La geología rige la ocurrencia y distribución de las aguas subterráneas, la hidrología el suministro de agua al subsuelo y la mecánica de fluidos explica el movimiento de estas.⁶

2.5.1. Geología

Ciencia que estudia la forma exterior e interior del globo terrestre, la naturaleza de las materias que lo componen y su formación; los cambios o alteraciones que éstas han experimentado desde su origen y distribución que tienen en su actual estado.

2.5.2. Hidrología

Es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

2.6. Obras de captación

Las obras de captación son todas aquellas que se construyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año la captación de gastos previstos.

2.6.1. Pozo

Es una obra de ingeniería y, como tal, debe proyectarse, calcularse y ejecutarse, de acuerdo con ciertas técnicas establecidas, que toman en consideración los factores siguientes: condiciones geológicas locales, profundidad probable y gastos requeridos.⁶

⁶Torres, Ing. Sabina Miranda. Hidrogeología Pág. 6

⁶Torres, Ing. Sabina Miranda. Hidrogeología Pág. 105

2.6.2. Pozo perforado

Es un pozo excavado total o parcialmente por medio de una máquina perforadora (ya sea de percusión o de barrena giratoria) y que opera por corte o abrasión. Los materiales que se excavan se llevan a la superficie por medio de cucharones, bombas de arena, barrenas huecas o mediante algún dispositivo hidráulico autolimpiador.

2.7. Bomba

Es un dispositivo mecánico que sirve para hacer que el agua u otro fluido fluyan, para elevarlos o para aplicarles presión.

2.7.1. Bombas centrífugas verticales

También se les llama turbo bombas o bombas tipo pozo profundo. En realidad son bombas centrífugas cuyo eje es vertical y sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas.⁷

2.8. Estaciones de bombeo

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en: caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

2.9. Conexión de bombas sarta

La conexión de las bombas requieren de una serie de accesorios complementarios para lograr un funcionamiento satisfactorio del equipo de bombeo pueden ser los siguientes: Válvulas, supresores del golpe de ariete, juntos, derivaciones, manómetros, niples, tuberías etc. Son elementos que integrados a la estación mantienen el control de las diversas condiciones de operación.

⁷ Ing. María Elena Baldizón A. Apuntes de ingeniería sanitaria I. 1999, Managua. Dpto. de Hidráulica - FTC - UNI – RUPAP. Pág, 35, 36

2.10. Cloración

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria adecuada. La desinfección significa una disminución de la población de bacterias hasta una concentración inocua, en contraste con la esterilización en la cual se efectúa una destrucción total de la población bacteriana.⁸

2.11. Línea de conducción

Se le conoce como línea de conducción o línea de transmisión, a la parte del sistema de abastecimiento de agua potable compuesta por un conjunto de conductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de captación hasta un punto que puede ser un tanque de regulación, una planta potabilizadora o la red de distribución.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, se distinguen dos tipos de línea de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo, pero también es posible realizar una combinación de las dos.

2.11.1. Línea de conducción por bombeo

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

⁸Opazo, Francisco Unda; Jenkins, David. Manual de tratamiento de aguas. 1998, México. LIMUSA, S.A.

2.12. Tanque de alimentación

Son los que reciben de la fuente o planta de tratamiento el caudal de consumo máximo diario y sale del caudal que demande la población en el momento que se le exija incluyendo el consumo de máxima hora.

2.12.1. Tanque de excedencias

Los tanques de excedencias reciben de la red el agua que la población no consume en las horas de baja demanda y alta presión, lo que permite la elevación del gradiente hidráulico en sus cercanías, auxiliado de esta forma a la línea de conducción a satisfacer la demanda máxima y por si fuera poco la tubería que une a la red y al reservorio es de un diámetro menor que el del resto de la línea de conducción o igual.⁹

2.13. Red de distribución

La red de distribución es el conjunto de tuberías que se instalan subterráneamente en las calles de una población y de las que se derivan las tomas domiciliarias que entregan el agua en la puerta de la casa del usuario.

2.13.1. Sistemas de ramales abiertos

Son redes de distribución constituidas por ramales troncales y una serie de ramificaciones o ramales que puede constituir pequeñas mallas o constituidas por ramales ciegos.

Este tipo de red es usado comúnmente en comunidades de poca envergadura que entregan mayormente el agua a través de fuentes públicas o en localidades cuyo asentamiento se desarrolla longitudinalmente a lo largo de arterias de vías primarias de carreteras. También pueden utilizarse en poblados donde la topografía dificulta o no permite la formación de anillos.

⁹López, Molina. Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable. Pág; 117, 154, 155, 162

2.14. Golpe de ariete

Se le llama golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado (presión) cuando el movimiento del fluido (líquido) es modificado. Ocurre cuando el bombeo es interrumpido bruscamente, la columna de agua escurrirá en sentido viajando hacia la bomba.

El cierre rápido y automático de la válvula de retención creará condiciones para la presión en el punto más bajo, la sarta de la bomba, se eleve bastante, comprimido por la columna restante y animada por el movimiento invertido en el sentido de arriba hacia abajo (T-bomba). Es la fase de sobrepresión del golpe de ariete.

Al cerrarse una válvula, la parte final aguas debajo de una tubería crea una onda de presión que se mueve hacia el tanque de almacenamiento. El cerrar una válvula en menos tiempo del que toma las oscilaciones de presión en viajar hasta el final de la tubería y en regresar se llama “cierre repentino de la válvula”. El cierre repentino de la válvula cambiará rápidamente la velocidad y puede resultar en una oscilación de presión. La oscilación de presión resultante de una abertura repentina de la válvula usualmente no es tan excesiva.⁷

2.15. Modelación en EPANET⁵

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses.

⁷ Ing. María Elena Baldizón A. Apuntes de ingeniería sanitaria I. 1999, Managua. Dpto. de Hidráulica - FTC - UNI – RUPAP. Pág; 57

⁵Manual EPANET, Universidad Politécnica de Valencia

EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación discretizado en múltiples intervalos de tiempo. Además de la concentración de las distintas especies, puede también simular el tiempo de permanencia agua en la red y su procedencia desde las diversas fuentes de suministro.

EPANET se ha concebido como una herramienta de investigación para mejorar nuestro conocimiento sobre el avance y destino final de las diversas sustancias transportadas por el agua, mientras esta discurre por la red de distribución. Entre sus diferentes aplicaciones puede citarse el diseño de programas de muestreo, la calibración de un modelo hidráulico, el análisis del cloro residual, o la evaluación de las dosis totales suministradas a un abonado.

2.16. Costo y presupuesto

Es el cálculo anticipado del costo total estimado para ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un proyecto generalmente identificado en un período de tiempo determinado.

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Estudio Socioeconómico

Se efectuó por medio de encuesta tipo FISE aplicada casa a casa, con el apoyo de líderes de la comunidad, a través de entrevistas a los pobladores e información suministrada por la alcaldía municipal de La Concordia y el MINSA. Con la información obtenida se identificaron las necesidades básicas y situación actual en esta comunidad, en la cual se cuantificaron la cantidad de beneficiarios directos, además se determinó cuáles son las formas y costos del abastecimiento actual, también se obtuvo información de la voluntad y disposición al pago de la tarifa por parte de los beneficiarios, tomando en cuenta la sostenibilidad del proyecto.

Esta información identificó las necesidades básicas y situación actual de la comunidad en base a condiciones de vida, salud, economía y abastecimiento actual de agua.

Este estudio se realizó principalmente para obtener la población actual y realizar la proyección futura para un periodo de 20 años. Esta información fue complementada con datos del Instituto Nicaragüense para la Información y Desarrollo (INIDE).

El censo y encuesta socioeconómica en la comunidad de Las Quebradas del municipio de La Concordia fue realizada en el mes de Noviembre del año 2016, casa a casa con el propósito de obtener datos reales y actualizados de la población, vivienda y aspectos socioeconómicos de la población para la realización del estudio.

Con esta información se generaron datos básicos para desarrollar los cálculos y proyecciones necesarias para el proyecto.

La información recopilada en el campo mediante la encuesta socioeconómica fue procesada y los resultados obtenidos están representados por medio de gráficos y se pueden apreciar a continuación.

3.2. Aforo de la fuente de agua

Se realizó un aforo durante el cual se probaron tres (3) caudales diferentes. Cada caudal se mantuvo constante durante cuatro (4) horas, de manera que la prueba duró doce (12) horas. La relación de cada caudal con respecto al anterior fue de 1.5 a 2.0.

La prueba a caudal constante duró 12 horas. Al terminar ésta, se hizo medidas de recuperación durante un tiempo mínimo de cuatro (4) horas.

3.3. Criterios técnicos de diseño

Se tomaron de las normas técnicas de INAA.

3.4. Diseño del sistema de agua potable y saneamiento

3.4.1. Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico mediante el método taquimétrico: con estación total Leica TS02, con su respectivo prisma, bastón, brújula y una cinta métrica para medir altura de instrumento en cada punto de cambio (altimetría, planimetría); para la ubicación espacial en el terreno, se utilizó el sistema global de posicionamiento satelital (GPS), aparato electrónico, digital-portátil, marca: Garmin, modelo: GPS-62s, designando el sistema de coordenadas y de navegación: UTM/UPS, Datum WGS-84, con un margen de error ± 5 metros.

Para marcar el sitio en el punto más alto del estudio, luego se introdujo los datos de coordenadas manuales del primer punto a la estación total y se inició el levantamiento topográfico, se trazó la línea de conducción desde donde estará ubicado el tanque de almacenamiento hacia la fuente de captación propuesta según estudio hidrogeológico buscando la parte más recta entre los dos puntos; al llegar al punto de la fuente se verificó las coordenadas del estudio hidrogeológico. Continuando el levantamiento topográfico de la red de distribución, ubicando toda la infraestructura existente (casas, postes de luz, cercas, ramales de caminos, puentes, alcantarillas), dejando BM en los puentes y pozo; para su replanteo en la ejecución del proyecto.

3.4.2. Estudio hidrogeológico

Se analizó el estudio hidrogeológico suministrado por la alcaldía municipal de La Concordia, como entidad coejecutora institucional del proyecto agua potable, para conocer las características hidrológicas y geológicas del sitio en estudio y así tomar en cuenta las sugerencias o recomendaciones dadas por el consultor.

3.4.3. Diseño hidráulico del sistema⁶

Se realizó un análisis hidráulico del sistema tomando en cuenta el estudio topográfico y de la demanda de la población partirá el diseño de las obras hidráulicas. El cálculo hidráulico se realizará siguiendo las Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09001-99).

3.4.4. Cálculo de población

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usó el método geométrico, proyectado a 20 años y utilizando una tasa de crecimiento mínimo según normas de INAA del 2.5%, ya que el crecimiento proyectado según el INIDE del año (2015 al año 2020) es de 0.1% en el municipio de La Concordia.

⁶Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09001-99)

El crecimiento poblacional está expresado por la fórmula siguiente:

- $P_n = P_o (1+r)^n$

- Dónde:

- P_n = Población del año “n”

- P_o = Población al inicio del período de diseño

- r = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

- n = Número de años que comprende el período de diseño.

3.4.5. Dotación de agua

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- 1- Nivel de Servicio adoptado
- 2- Factores geográficos
- 3- Factores culturales
- 4- Uso del agua.

Se consideró una población servida directamente del 100% en todo el período de diseño por conexiones domiciliarias de patio, para lo cual el INAA establece un rango de caudal de 50 a 60 l/p-d.

Consumo destinado para las necesidades de la vivienda ya sea preparación de alimentos, bebida, lavado de ropa, baño etc.¹⁵

3.5.6 Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo se expresaron como factores de la demanda promedio diario, y sirvieron de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción, red de distribución y almacenamiento etc.

¹⁵Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pág. 9, 10

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD (consumo promedio diario)

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPD (consumo promedio diario)

El análisis y cálculo hidráulico comprende:

- Determinación de la demanda
- Seleccionar la dotación de agua
- Proyección de la demanda para 20 años
- Dimensionamiento de línea de absorción
- Dimensionamiento de línea del depósito de captación al tanque de almacenamiento
- Dimensionamiento del tanque de almacenamiento
- Diseño de la red de distribución

3.5.7 Estaciones de bombeo

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en; caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

3.5.8 Fundaciones de equipos de bombeo

La fundación del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y característica del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² a los 28 días.

3.5.9 Equipo de bombeo y motor

3.5.9.1 Bombas verticales

Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible

El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.

3.5.9.2 Energía

Para motores de 3 a 5 HP, emplear 1/60/110 energía monofásica.

3.5.9.3 Diseño de bomba

Para el cálculo de las pérdidas en la succión y descarga de la bomba se aplicó la fórmula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$h_f = 10.675 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} L e^{-4.87 D}. \text{ Dónde:}$$

H= Pérdida de carga en metros

L= Longitud en metros

Q= Gasto en m³/s

D= Diámetro en metros

C= Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

El cálculo de la carga total dinámica se realizó con las pérdidas en la tubería, la diferencia de nivel entre el tanque y el pozo, la altura de rebose del tanque y la profundidad del pozo.

$$CTD = Z + h_f + h_r + h_p$$

Z: Diferencia de Nivel.

h_f: Pérdidas de carga.

h_r: Altura de rebose de tanque.

h_p: Profundidad del nivel de ubicación de la bomba en el pozo.

La potencia de la bomba se calculó con la ecuación.

$$NB = \frac{CTD \cdot Q}{0.736 \cdot 1000 \cdot \epsilon_B} \text{ FM}$$

γ : peso específico N/m³.

CTD: carga total dinámica pies.

Q: caudal de diseño m³/s.

ϵ_B : eficiencia de la bomba%.

FM: factor de mayoración.

3.5.10 Golpe de ariete

Considerando un cierre brusco de energía la presión máxima que se da en el punto más bajo de la línea el que se ubica al nivel de la estación de bombeo, el golpe de ariete se calculó aplicando la fórmula 23 de Lorenzo de Allievi:

$$H = \frac{145 V}{\sqrt{1 + \frac{Ea D}{Em e}}}$$

Dónde:

V: velocidad m/s

Ea: módulo de elasticidad del agua en kg/cm²

Em: módulo de elasticidad del material en kg/cm²

D: diámetro de la tubería en pulgadas

e: espesor de la pared de la tubería

3.5.11 Línea de conducción por bombeo

En el diseño de la línea de conducción por bombeo, se hizo uso de una fuente externa de energía y debe tener la capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo día (CMD) de los próximos 20 años.¹⁵

Así mismo, deberán hacerse las consideraciones necesarias para prevenir las condiciones de golpe de ariete.

¹⁵Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pág. 20, 25, 31

3.5.12 Almacenamiento

La capacidad del tanque de almacenamiento se estimó un 15% del consumo promedio diario, (volumen compensador) y un 20% del consumo promedio diario, (volumen de reserva) de tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del CPD. Estará ubicado lo más cercano posible de la comunidad, el área deberá estar cercada y se localizará a una altura que permita regular la presión de servicio.

3.5.13 Tanque sobre el suelo de mampostería

En el diseño de los tanques sobre el suelo de mampostería de piedra bolón debe considerarse lo siguiente.

- a) La entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
- b) Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (bypass), de tal manera que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.
- c) La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
- d) Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.¹⁵
- e) Se debe de considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.
- f) Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 3 metros, con un borde libre de 0.50 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto.

¹⁵ Normas rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pág. 36, 37

3.5.14 Tratamiento y desinfección

3.5.14.1 Calidad del agua

La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.

b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.

c) El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad del agua vigente aprobada por el INAA y MINSA.

3.5.15 Aplicación de cloro

El hipoclorito de sodio se aplicará diluyendo previamente la solución concentrada de fábrica hasta una concentración máxima de 1% al 3%. Para su dosificación se usará un clorador de fabricación nacional (CTI – 8).

3.5.16 Tiempo de contacto

Se recomienda que el tiempo de contacto entre el cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor; en situaciones adversas se puede aceptar un mínimo de 10 minutos.¹⁶

La concentración de cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de distribución deberá ser 0.2-0.5 mg/l después del período de contacto antes señalado.

¹⁶ Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 03-99)-INAA. Pág. 96, 98,99.

Tabla N° 3.1 Volúmenes necesarios de soluciones al 1% para dosificar 1.P.P.M (Una parte por millón de cloro a diferentes volúmenes de agua.)¹⁷

Volumen de agua por tratar en Litros	Volumen de la solución al 1%
100	10 mililitros
200	20
300	30
400	40
500	50
1000	100
2000	200
3000	300
10000	1.0 Litros
15000	1.5
20000	2.0

Fuente: Manual de operación y mantenimiento rural (NTON 09 003-99) – INNA. Pag.29

¹⁷ Manual de operación y mantenimiento rural (NTON 09 003-99) – INNA. Pag.29

3.5.17 Red de distribución

Es sistema está constituido por el esquema fuente-tanque-red. La red de distribución se diseñará para el consumo de máximo hora al final del período de diseño para determinar los diámetros de las tuberías y presiones mínimas de operación en el sistema de distribución.

3.5.17.1 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución es de 2 pulgadas (50 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m.¹⁶

c) El diámetro de las conexiones y de los grifos es de ½" (12 mm).

3.5.17.2 Análisis y cálculo hidráulico de la red

Para el análisis hidráulico de la red se utilizó el software EPANET 2.0 español, utilizando la fórmula de Hazen Williams que dispone el programa, se efectuó el análisis para CMH (consumo máxima hora) y cero hora de la red de distribución, CMD (consumo máximo día) en la línea de conducción, para la alternativa fuente-tanque-red, y para la alternativa fuente-red-tanque se analizó con el consumo máxima hora ya que se va a bombear directo a la red a través del cual se obtuvo el comportamiento hidráulico del sistema, determinando las velocidades, presiones a las que estarán sometidas las tuberías y el diámetro óptimo, para determinar la alternativa más viable técnicamente.

¹⁶ Normas técnicas para diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 03-99)-INAA. Pág. 43

3.5.17.3 Presiones máximas y mínimas.

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

Presión mínima: 5.0 m.

Presión máxima: 50.0 m.

Tabla N° 3.2. Coeficiente de rugosidad

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad (C)
Tubo de hierro galvanizado (H°,G°)	100
Tubo de hierro fundido (H°,F°)	130
Tubo de cloruro de polivinilo (PVC)	150

Fuente: Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pag. 15

3.5.17.4 Velocidades permisibles en tuberías

Las velocidades del flujo para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías estarán entre los valores permisibles siguientes:

Velocidad mínima = 0.40 m/s

Velocidad máxima= 2.00 m/s

3.5.17.5 Cobertura de tuberías

En cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico, se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m sobre la corona de la tubería y en caminos de poco tráfico una cobertura de 1 m sobre la corona del tubo.¹⁵

3.5.17.6 Pérdidas de agua en el sistema

Las pérdidas totales se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%, para un sistema nuevo.

¹⁵Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pag. 15

3.5.18 Diseño hidráulico del sistema

Mediante los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico, se procedió a diseñar cada uno de los componentes que conforman el sistema, así como tanque de almacenamiento, que corresponde al 35% del consumo promedio diario total, según normas técnicas rurales de INAA, línea de conducción y red de distribución diseñada para un periodo de 20 años.

3.5.19 Elaboración de planos

Se elaboraron los planos en Autocad según el levantamiento topográfico y los resultados que se obtuvieron de los análisis hidráulicos realizados en EPANET.

3.5.20 Especificaciones técnicas de construcción

Se elaboraron según los planos correspondientes a cada obra a ejecutarse en el proyecto y normas que rigen a los proyectos de agua potable y saneamiento.

3.5.21 Elaboración del presupuesto

Se elaboró por medio del cálculo de volúmenes de obra conveniente a cada etapa a desarrollarse a lo largo del proyecto y sus respectivos costos. Se cotizó los precios unitarios en diferentes sitios de distribución de materiales; entre ellos: sitios ferreteros y agro servicios además se utilizó la guía de costos maestros 2014 del FISE.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DEL ESTUDIO

4.1 Resultados socioeconómicos

4.1.1 Población y sus características

La localidad de Las Quebradas, cuenta con una población aproximada de 183 habitantes, con una densidad de 3.81hab/vivienda. La población se encuentra ubicada en viviendas concentradas y otras semi dispersas.

La principal actividad de los pobladores es la agricultura y ganadería, en menor escala el comercio. Según encuestas aplicadas a las familias, el ingreso promedio familiar es de C\$2000/mes; además de esto el 100% de la población de la comunidad está de acuerdo en pagar el consumo mensual de la vivienda, siempre y cuando exista micro medición.

4.1.1.1 Vivienda

Las viviendas demandantes del proyecto de agua son un total de 48, que albergan a igual número de familias, de las cuales el 100% pertenecen a la comunidad de Las Quebradas.

4.1.1.2 Situación actual del suministro de agua⁸

La comunidad de Las Quebradas cuenta con servicio de agua de dos pozos comunales perforados, uno ubicado en las coordenadas UTM: E 585928.19 y N1457203.93 con una elevación de 863.27 msnm.

Este pozo se encuentra en una formación que le permite conducir grandes volúmenes de agua.

Este acuífero está cubierto de rocas impermeables y sus aguas circulan bajo la influencia de la presión hidrostática en el manto.

⁸ Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de Las Quebradas

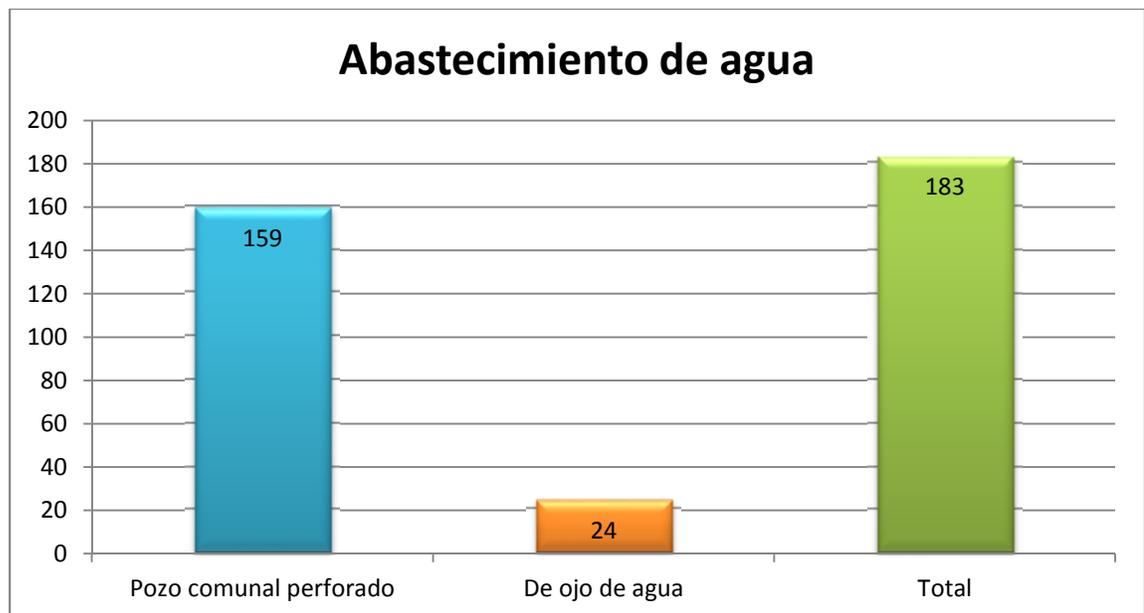
El segundo pozo se encuentra ubicado en las coordenadas UTM: E 586244.59 y N 1457365.47, a una elevación de 878.83 msnm.

Tabla N° 4.1. Abastecimiento de agua

Abastecimiento de agua		
Pozo comunal perforado	De ojo de agua	Total
159	24	183
86.89%	13.11%	100.00%

Fuente: Encuesta socioeconómica

Gráfico N° 4.1. Abastecimiento de agua



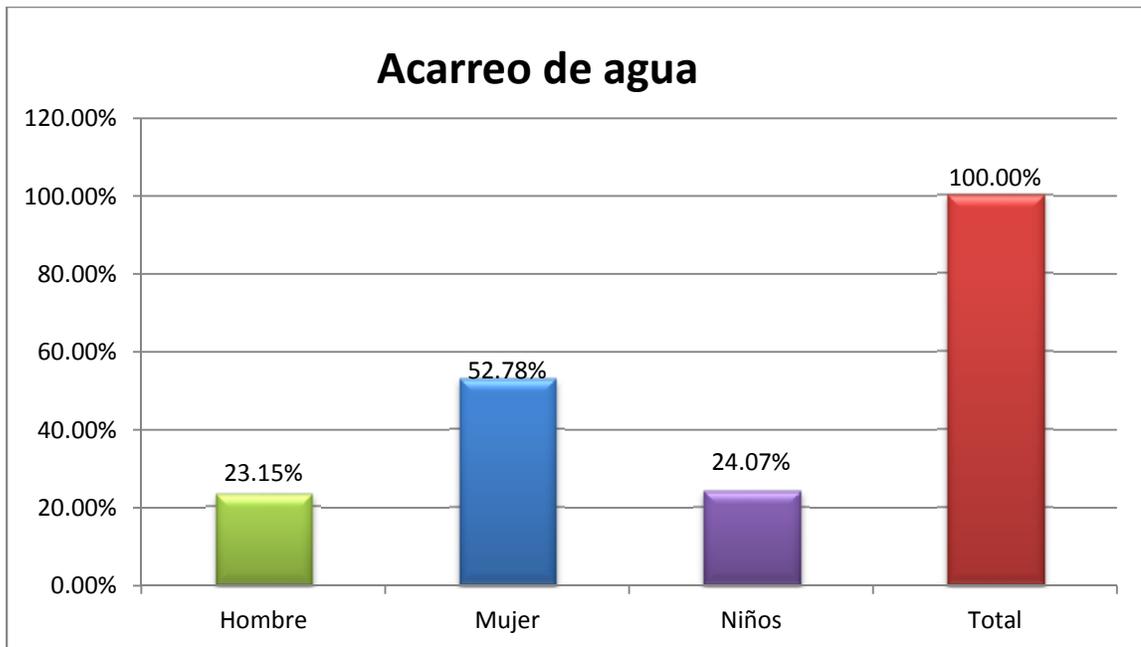
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.2. Acarreo del agua

Acarreo de agua			
Hombre	Mujer	Niños	Total
4	37	7	48
23.15%	52.78%	24.07%	100.00%

Fuente: Encuesta socioeconómica

Gráfico N° 4.2. Acarreo de agua



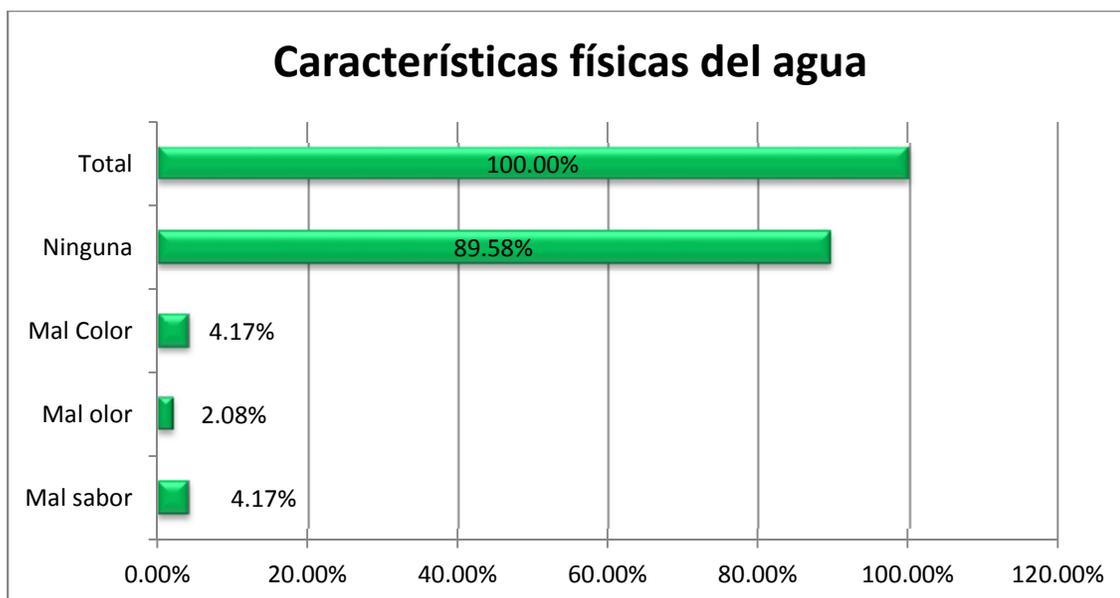
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.3. Características físicas del agua

Características físicas del agua				
Mal sabor	Mal olor	Mal Color	Ninguna	Total
2	1	2	43	48
4.17%	2.08%	4.17%	89.58%	100.00%

Fuente: Encuesta socioeconómica

Gráfico N° 4.3. Características físicas del agua



Fuente: Elaboración propia

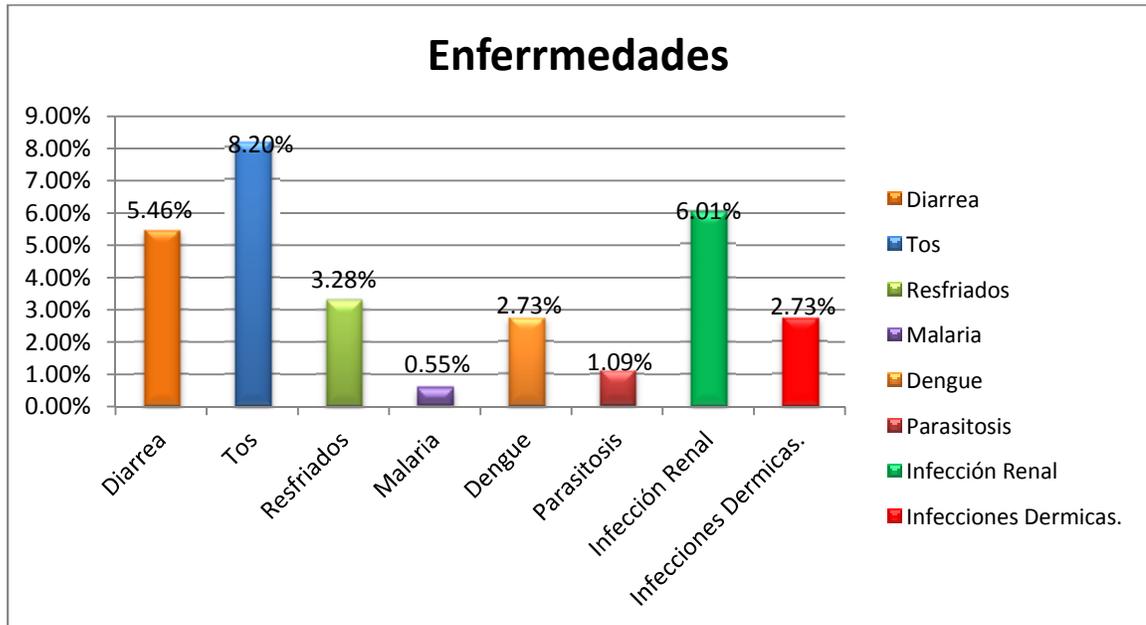
Tabla N° 4.4. Enfermedades en la población de Las Quebradas⁸

Enfermedades	N° de casos	Porcentaje
Diarrea	10	5.46%
Tos	15	8.20%
Resfriados	6	3.28%
Malaria	1	0.55%
Dengue	5	2.73%
Parasitosis	2	1.09%
Infección Renal	11	6.01%
Infecciones Dérmicas.	5	2.73%

Fuente: Encuesta socioeconómica

⁸ Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de Las Quebradas

Gráfico N° 4.4. Gráfico de las enfermedades en la población de Las Quebradas



Fuente: Elaboración propia

De los 183 habitantes de la comunidad de Las Quebradas el 30.05% padecen algún tipo de enfermedad y el 69.95% manifestaron que no padecen ningún tipo de enfermedad.

4.1.1.3 Situación Ocupacional

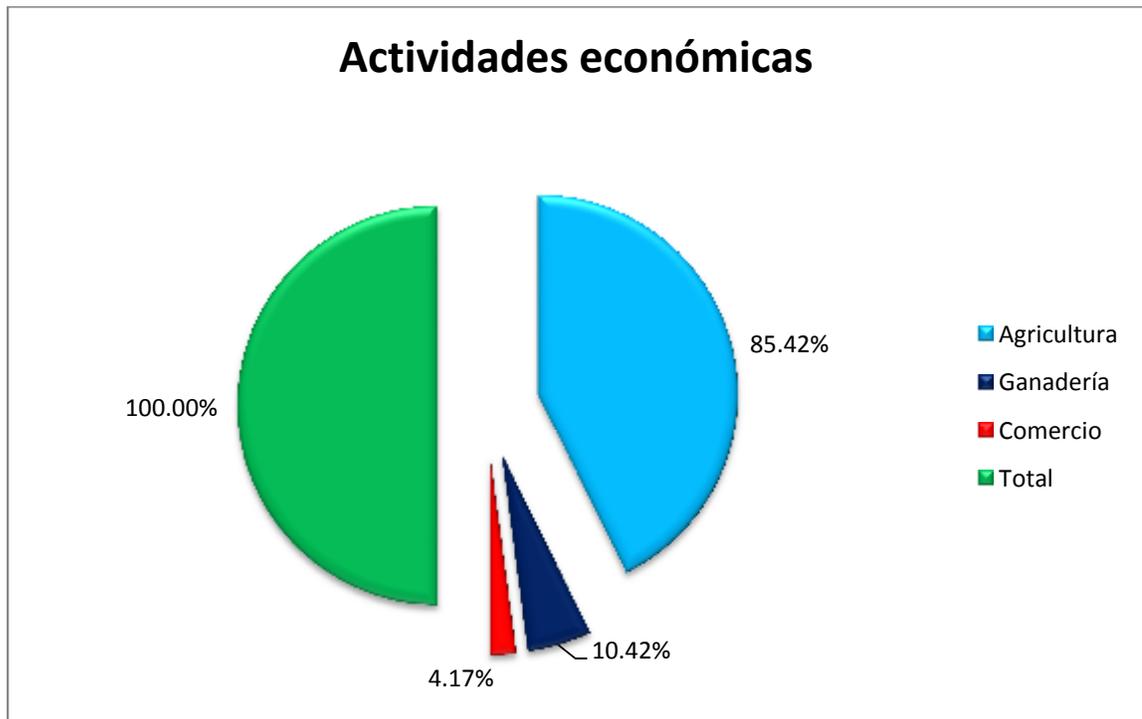
La actividad económica predominante de la zona son las labores agrícolas, cultivando, Frijoles, maíz, papas, tomate, repollo, cebolla y ayote. También se dedican en un segundo orden a la crianza del ganado vacuno para subsistencia y en menor grado al comercio.

Tabla 4.5. Actividades económicas

Actividades económicas		
Agricultura	41	85.42%
Ganadería	5	10.42%
Comercio	2	4.16%
Total	48	100.00%

Fuente: Encuesta socioeconómica

Gráfico N° 4.5. Actividades económicas de la comunidad de Las Quebradas



4.1.1.4 Ingreso mensual por familia

De acuerdo a resultados en análisis de censo y encuesta socioeconómica indica que el ingreso promedio mensual por familia es de C\$ 2000.00 córdobas, además de esto el 100% de la población de la comunidad está de acuerdo en pagar el consumo mensual de la vivienda, siempre y cuando exista micro medición.

4.1.1.5 Organización comunitaria

En la comunidad existe el concejo de Liderazgo Sandinista (CLS) formado por 8 miembros, el comité de agua potable y saneamiento (CAPS).

4.1.1.6 Servicios básicos

Energía eléctrica: del total de la población de la comunidad de Las Quebradas, solamente el 85.42%, cuenta con servicio de energía eléctrica domiciliar a cargo de la Empresa DISNORTE, y el 14.58%, no cuenta con el servicio de energía eléctrica.

Telecomunicaciones: No cuenta con el servicio público de telefonía fija, y la comunicación celular (Movistar y claro) es muy deficiente, dado que solo existe señal en los puntos más altos de la comunidad.

4.1.1.6.1 Agua potable

La comunidad de Las Quebradas actualmente no cuenta con el servicio de agua potable, es por ello que existe la necesidad de diseñar y ejecutar este proyecto para que la población de dicha localidad tenga el servicio de agua sanitariamente segura.

4.1.1.6.2 Infraestructura social

4.1.1.6.2.1 Educación

Esta comunidad cuenta con una Escuela primaria completa, y educación secundaria a distancia en turnos sabatinos.

4.1.1.6.2.2 Aéreas Comunes

No existen áreas comunes en la comunidad.

4.1.1.6.2.3 Salud

La comunidad cuentan con un centro de Salud, en el que brindan los servicios médicos un doctor y una enfermera.

4.1.1.6.2.4 Vías de acceso

El camino que comunica la comunidad de Las Quebradas con el casco urbano del municipio de La Concordia es de macadán y se encuentra en mal estado.

4.1.1.6.2.5 Transporte

En esta comunidad transita una vez al día un bus que viaja de la ciudad de Estelí al municipio de La Concordia y pasa por la localidad de Las Quebradas; el resto del transporte se realiza por medios propios (motos, caballos, bicicletas y a pie); en casos muy dispersos se localizan propietarios de fincas que tienen camionetas y camiones.

4.2 Componente de agua potable

Para solventar la necesidad de abastecimiento de agua en la comunidad de Las Quebradas se ha analizado un mini acueducto por bombeo eléctrico, ya que en la comunidad los ojos de agua que existen no tienen la elevación necesaria para poder llevar el agua al 100% de la población y las dos quebradas que atraviesan la comunidad de igual manera están en la parte baja de la localidad y en la época crítica del verano disminuyen el caudal hasta quedar unas pequeñas posas de agua en los cauces dado a esta situación no se puede diseñar un Mini acueducto por Gravedad (MAG), por ello se bombeará de una fuente subterránea (pozo perforado) hacia el tanque de almacenamiento ubicado en la parte más alta del sitio en estudio que cuenta con una elevación de 983.55 msnm y luego será distribuida por gravedad a la población con el objetivo de aprovechar la energía gravitacional, por medio de la red de distribución y conexiones domiciliarias a cada vivienda, para conducir el agua de esta fuente, a la población, el proyecto constará de los siguientes componentes.

- Obra de captación (pozo perforado)
- Línea de conducción
- Tanque de almacenamiento
- Clorador CTI - 8
- Red de distribución
- Conexiones domiciliarias

La obra de tratamiento químico en este caso es necesaria porque debe de transformar la calidad bacteriológica del agua a valores mínimos admisibles.

4.2.1 Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua ubicada en la comunidad de Las Quebradas, propiedad comunal, consiste en un pozo perforado que está situado a 785.62 metros del sitio donde se construirá el tanque de almacenamiento.

Dicho tanque estará ubicado a una altura aproximada de 983.55 msnm en el sitio más alto de la comunidad.

Se ha considerado esta fuente fundamentalmente porque de acuerdo a los cálculos primarios, suministra agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado (20 años).

Para la caracterización de la fuente, se consideraron los siguientes criterios: caudal, elevación topográfica, calidad del agua y disponibilidad legal. La fuente de Las Quebradas ofrece un caudal de explotación de 120gal/min según la prueba de bombeo.

Tabla N° 4.6. Fuente de abastecimiento

Pozo Las Quebradas				
Pozo	Coordenadas UTM		Elevación (msnm)	Caudal (g/m)
Las Quebradas	585928.19	1457203.93	863.27	120

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la proyección de consumos mostrada, la demanda de agua de la población futura a 20 años será de 0.37 l/s, caudal que corresponde a la demanda de máximo día. Se concluye que la fuente estudiada tiene capacidad para satisfacer la demanda actual y futura de la población de la comunidad de Las Quebradas, ya que es un pozo artesiano el cual ofrece un caudal de 454.2l/s mayor que los 0.37 l/s que demanda la población al final del período de diseño y permite una cobertura del 100% de las viviendas mediante 50 conexiones domiciliarias.

4.2.2 Aforo y calidad de agua

El tipo de fuente gestionada por la comunidad y seleccionada por el equipo técnico es un pozo perforado, el cual se encuentra en las coordenadas UTM: 585928.19; 1457203.93 a una altura de 863.27 msnm, según la población es la única fuente disponible ya que tiene el caudal suficiente para abastecer a la población de la comunidad de Las Quebradas y no hay problemas sociales en el sitio donde está ubicada la fuente.

TECNOBOMBAS realizó la prueba de bombeo en la que recomiendan explotar el pozo con un caudal de 60 gpm.

4.2.3 Resultados de calidad de agua

4.2.3.1 Parámetros y Resultados Bacteriológicos

Tabla N° 4.7. Resultados Bacteriológicos

Resultados analíticos Físico - Químicos				
N°	Parámetros	Unidades	Resultados	Valor Recomendado CAPRE
1	Coliformes Totales	MMP/100ml	3.30E-04	Negativo
2	Coliformes Termotolerantes	MMP/100ml	3.30E-04	Negativo
3	Eschericha Coli	Factor dilución	3.30E-04	Negativo

Fuente: Laboratorios Químicos. S.A. LAQUISA

4.2.3.2 Parámetros y Resultados Analíticos de Metales Pesados

Tabla N° 4.8. Parámetros y resultados analíticos de metales pesados

Resultados analíticos de metales Pesados				
N°	Parámetros	Unidades	Resultados	Valor Máximos admisibles OMS ³
1	Arsénico Total	$\mu\text{g-l}^{-1}$	<0.99	10,000
2	Manganeso Total	$\mu\text{g-l}^{-1}$	124.21	400,00
3	Mercurio Total	$\mu\text{g-l}^{-1}$	0.45	1,00

Fuente: Laboratorios Químicos. S.A. LAQUISA

4.2.3.3 Parámetros Físicos Químicos.

Tabla N° 4. 9. Resultados Físico - Químicos

Resultados analíticos Físico - Químicos				
N°	Parámetros	Unidades	Valor Obtenido	Valor Máximo Admisible
1	Turbidez	UNT	1.60	5
2	pH a 25, 0 °C	Unidad	8.28	6.5 – 8.5
3	Temperatura	°C	NR	30
4	Concentración de Iones Hidrógeno	PH mg lts	NR	6 a 8
5	Cloro Residual	mg/l		0.2
6	Cloruros	mg/L	13.5	250
7	Conductividad	Ms/cm	338	400
8	Dureza	mg/l CaCO ₃	74.6	400
9	Sulfatos	mg/l	4.1	250
10	Aluminio	mg/l		0.2
11	Calcio	mg/l	23.9	100
12	Cobre	mg/l		2
13	Magnesio	mg/l CaCO ₃	3.6	50
14	Sodio	mg/l	33.2	200
15	Arsénico	mg/l	0.0068	10
16	Sólidos Totales	mg/l	400	1000
17	Zinc	mg/l		3
18	Alcalinidad	mg/l	-	400
19	Bicarbonatos	mg/l	180.3	488
20	Nitratos – NO ₃₀ ⁻¹	mg/l	0.9	25 - 45
21	Nitritos – NO ₃₀ ⁻¹	mg/l	0.03	0.1 - 1
22	Amonio	mg/l	< 0.0003	0.05 – 0.5
23	Hierro	mg/l	0.17	0.3
24	Balance iónico de la muestra	mg/L	0,86	0.05
25	Cianuro Total	mg/L	<0,010	0.05

Fuente: Laboratorios Químicos. S.A. LAQUISA

Clave: <rd = menor del rango de detección

<ld = menor del límite de detección

Los análisis del agua del pozo perforado de la comunidad de Las Quebradas se realizaron en el laboratorio. Químico. S. A. LAQUISA.

4.2.4 Proyección de población y consumo

Por medio del método de progresión geométrica se estimó que dentro de 20 años existirán un total de 300 habitantes en condiciones normales de crecimiento. Se estableció una tasa de crecimiento poblacional anual del 2.5% dado a que la tasa de crecimiento poblacional en el municipio de La Concordia es de 0.1% según el INIDE.¹⁸

De acuerdo a la proyección de consumos mostrada, la demanda de agua de la población futura a 20 años será de 0.37 l/s, caudal que corresponde a la demanda de máximo día. Se concluye que la fuente estudiada tiene capacidad para satisfacer la demanda actual y futura de la población de la comunidad de Las Quebradas, ya que el caudal de la fuente es de 7.57 l/s mayor que los 0.37 l/s que demanda la población al final del período de diseño y permite una cobertura del 100% de las viviendas, una escuela y un centro de salud mediante 50 conexiones domiciliarias.

4.2.5 Dotación de Agua

Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias en el medio rural, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd. Norma técnica rural cap. (3.1).

En el caso de la comunidad Las Quebradas se utilizará el valor máximo recomendado de 60 lppd, considerando que la población presenta condiciones sociales que pueden demandar un mayor consumo de agua, especialmente considerando que se encuentran relativamente cerca de un núcleo poblacional del tipo urbano, como es La Concordia. Adicionalmente se considera el consumo comercial y público, correspondiente a las instalaciones de este tipo existente en la comunidad (una escuela, y un área de Salud).

¹⁸ Estimaciones y Proyecciones de población Nacional departamental y municipal INIDE 2007. Página 96.

El Consumo de tipo Industrial no se considera debido a que la zona de estudio no cuenta con instalaciones de este tipo.

Tabla N° 4.10. Datos para la proyección de la población y consumo

Datos para la proyección de la población y consumo	
1.-	Tasa de crecimiento geométrico = 2,5 % (r)
2.-	Dotación = 60lppd
3.-	Población Las Quebradas = 183 habitantes. (Po)
4.-	Pérdidas técnicas = 20%
5.-	CPDT = CPD*1.20
6.-	CMD = CPD*1.5
7.-	CMH = CPD*2.5
8.-	Vol. almacenamiento = 35% CPD
9.-	Período de diseño = 20 años. (n)

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.11. Consumo promedio diario

n	AÑO	Proyección de Población	CONSUMO PROMEDIO DIARIO (CPD)			
			CPD Dot*Hab (Gl/día)	20% x CPD Pérdidas por Fugas (Gl/día)	CPD Consumo Promedio Diario (Gl/día)	CPD (LPS)
0	2017	183	2,900.69	580.14	3,480.83	0.15
1	2018	188	2,973.21	594.64	3,567.85	0.16
2	2019	192	3,047.54	609.51	3,657.05	0.16
3	2020	197	3,123.73	624.75	3,748.47	0.16
4	2021	202	3,201.82	640.36	3,842.18	0.17
5	2022	207	3,281.86	656.37	3,938.24	0.17
6	2023	212	3,363.91	672.78	4,036.69	0.18
7	2024	218	3,448.01	689.60	4,137.61	0.18
8	2025	223	3,534.21	706.84	4,241.05	0.19
9	2026	229	3,622.56	724.51	4,347.08	0.19
10	2027	234	3,713.13	742.63	4,455.75	0.20
11	2028	240	3,805.96	761.19	4,567.15	0.20
12	2029	246	3,901.11	780.22	4,681.33	0.21
13	2030	252	3,998.63	799.73	4,798.36	0.21
14	2031	259	4,098.60	819.72	4,918.32	0.22
15	2032	265	4,201.06	840.21	5,041.28	0.22
16	2033	272	4,306.09	861.22	5,167.31	0.23
17	2034	278	4,413.74	882.75	5,296.49	0.23
18	2035	285	4,524.09	904.82	5,428.90	0.24
19	2036	293	4,637.19	927.44	5,564.63	0.24
20	2037	300	4,753.12	950.62	5,703.74	0.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.12. Consumo máximo día

n	AÑO	Consumo Máximo Día (CMD)			
		Gl/d	GPM	m ³ /d	LPS
0	2017	5,221	3.63	19.76	0.23
1	2018	5,352	3.72	20.26	0.23
2	2019	5,486	3.81	20.77	0.24
3	2020	5,623	3.90	21.28	0.25
4	2021	5,763	4.00	21.82	0.25
5	2022	5,907	4.10	22.36	0.26
6	2023	6,055	4.20	22.92	0.26
7	2024	6,206	4.31	23.49	0.27
8	2025	6,362	4.42	24.08	0.28
9	2026	6,521	4.53	24.68	0.29
10	2027	6,684	4.64	25.30	0.29
11	2028	6,851	4.76	25.93	0.30
12	2029	7,022	4.88	26.58	0.31
13	2030	7,198	5.00	27.25	0.31
14	2031	7,377	5.12	27.93	0.32
15	2032	7,562	5.25	28.62	0.33
16	2033	7,751	5.38	29.34	0.34
17	2034	7,945	5.52	30.07	0.35
18	2035	8,143	5.66	30.83	0.36
19	2036	8,347	5.80	31.60	0.37
20	2037	8,556	5.94	32.39	0.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.13. Consumo máxima hora y almacenamiento

n	AÑO	Consumo Máxima Hora (CMH)			Almacenamiento	
		Gl/d	GPM	LPS	Galones	M ³
0	2017	8702	6.04	0.38	1,218.29	4.61
1	2018	8920	6.19	0.39	1,248.75	4.73
2	2019	9143	6.35	0.40	1,279.97	4.85
3	2020	9371	6.51	0.41	1,311.96	4.97
4	2021	9605	6.67	0.42	1,344.76	5.09
5	2022	9846	6.84	0.43	1,378.38	5.22
6	2023	10092	7.01	0.44	1,412.84	5.35
7	2024	10344	7.18	0.45	1,448.16	5.48
8	2025	10603	7.36	0.46	1,484.37	5.62
9	2026	10868	7.55	0.48	1,521.48	5.76
10	2027	11139	7.74	0.49	1,559.51	5.90
11	2028	11418	7.93	0.50	1,598.50	6.05
12	2029	11703	8.13	0.51	1,638.46	6.20
13	2030	11996	8.33	0.53	1,679.43	6.36
14	2031	12296	8.54	0.54	1,721.41	6.52
15	2032	12603	8.75	0.55	1,764.45	6.68
16	2033	12918	8.97	0.57	1,808.56	6.85
17	2034	13241	9.20	0.58	1,853.77	7.02
18	2035	13572	9.43	0.59	1,900.12	7.19
19	2036	13912	9.66	0.61	1,947.62	7.37
20	2037	14259.36	9.90	0.62	1,996.31	7.56

Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Obra de captación

La obra de captación está ubicada en la comunidad de Las Quebradas, cuya elevación es de 863.27msnm, estará conformado por un pozo perforado, con una profundidad de 220pies, caseta de control de bloque de 4m x 3m, para un área de 12m², donde se instalarán los controles eléctricos, una sarta de bombeo de hierro galvanizado de 1".

El pozo deberá equiparse con una bomba sumergible con una potencia de 1.5HP, que conducirá el agua hasta el tanque de almacenamiento de 1996.31 galones a una distancia de 785m y vencer una carga total dinámica de 638.35 pies (C.T.D).

Se observa que el caudal de Consumo Máximo Día en el 2037 es de 0.37 l/s este caudal es el que se utiliza para diseñar la línea de impulsión y el cálculo de la bomba.

Para la selección de los diámetros de tubería, se calcula por medio del método de Bresse, detallado a continuación.

$$= 1.3 \times X^{1/4} \times \sqrt{Q}$$

Dónde:

Φ = Diámetro de tubería de descarga (m).

X = # de horas de bombeo por día / 24 horas.

Q= Caudal (m³/s).

Para calcular el diámetro de la tubería de descarga se tendrá que cumplir la siguiente condición, la velocidad de succión deberá ser menor a 1.5 m/s y mayora 0.6 m/s.

$$Descarga = 1.3 \times \left(\frac{16}{24}\right)^{1/4} \times \sqrt{0.00037}$$

$$Descarga calculado = 0.023 \text{ m} \approx 0.90''$$

$$Descarga comercial = 0.0254 \text{ m} \approx 1''$$

$$V_{Descarga} = \left(\frac{4 * Q}{\pi * \Phi^2} \right)$$

$$V_{Descarga} = \left(\frac{4 * 0.00037}{\pi * 0.0254^2} \right)$$

$$V_{Descarga} = 0.73 \text{ m/s}$$

Condición = 0.6 m/s < V_{descarga} < 1.5 m/s; OK

Tabla N° 4.14. Características de línea de impulsión

Línea de impulsión	Diámetro	Velocidad	Observaciones
Tubería de descarga	1"	0.73 m/s	Condición = 0.6 m/s < (V _{Succión} = 0.73 m/s) < 1.5 m/s; OK

Fuente: Elaboración propia

4.2.7 Diseño de bomba

Para el cálculo de las pérdidas en la succión y descarga de la bomba se aplicó la fórmula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$h_f = 10.675 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} L \text{ e } D^{-4.87}. \text{ Donde:}$$

h_f= Pérdida de carga en metros

L= Longitud en metros

Tabla N° 4.15. Datos para la selección de la bomba y longitudes equivalentes

Datos para el diseño de la bomba			
Q=	Caudal de diseño	5.37 gpm	
C=	Coeficiente de Hazen Williams	PVC = 150; Ho. Go. =100	
D=	Diámetro	1 plg	
γ =	Peso específico del agua	9810 N/m ³	
ϵ_B =	Eficiencia de la bomba	75%	
FM=	Factor de mayoración	1.15	
hp=	Profundidad de ubicación de la bomba en el pozo	50 m	
Z=	Diferencia de nivel entre el tanque y el pozo	120.28 m	
Lr=	Altura de rebose del tanque	1.8 m	
Ld=	Longitud de descarga	785 m	
Longitudes equivalentes accesorios			
Vc=	Válvula de compuerta Diam. = 1"	Leq=	0.3 m (1)
Vr=	Válvula de retención Diam. = 1"	Leq=	14 m (1)
Mm=	Medidor maestro Diam. = 1"	Leq=	10 m (1)
Cr=	Cruz Diam. = 1"	Leq=	1.8 m (1)
C=	Codo de 90 Diam = 1"	Leq=	1 m (1)
C=	Codo de 45 Diam = 1"	Leq=	1.2 m (2)
Ud=	Unión dresser Diam = 1"	Leq=	0.5 m (1)
Pe=	Pérdidas por entrada Diam = 1"	Leq=	0.7 m
Ps=	Pérdidas por salida Diam = 1"	Leq=	1m

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la carga total dinámica (CTD) se realizó con las pérdidas en la descarga, la diferencia de nivel entre la bomba y el tanque de almacenamiento.

$$CTD = Z + hf + h_r + h_p \rightarrow CTD = 120.28 + 22.49 + 1.8 + 50 \text{ m} \rightarrow CTD = 194.57 \text{ m}$$

$$CTD = 638.35 \text{ pies.}$$

La potencia de la bomba se calculó con la ecuación.

$$NB = \frac{CTD \cdot Q}{0.736 \cdot 1000 \cdot \epsilon_B} \text{ FM}$$

$$NB = 1.47 \text{ Hp} \rightarrow NB = 1.5 \text{ Hp}$$

4.2.8 Golpe de ariete

Considerando un cierre brusco de energía la presión máxima que se da en el punto más bajo de la línea, el que se ubica al nivel de la estación de bombeo, el golpe de ariete se calculó aplicando la fórmula 23 de Lorenzo de Allievi:

Tabla N° 4.16. Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados

Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados		
V =	Velocidad m/s	0.73 m/s
Ea =	Módulo de elasticidad del agua	20670 kg/cm ²
Em =	Módulo de elasticidad de la tubería	19672.59 kg/cm ²
D =	Diámetro de la tubería	2.54 cm
E =	Espesor de la pared de la tubería	0.711 cm
Resultados		
H =	Sobrepresión de inercia por el golpe de ariete	40.82 m
Pmax=	Presión máxima	175.79 m

Fuente: Elaboración propia

$$H = \frac{145 \cdot V}{\sqrt{1 + \frac{E_a \cdot D}{E_m \cdot e}}} \text{ Dónde: } H = \frac{145 \cdot 0.73 \text{ m/s}}{\sqrt{1 + \frac{20670 \text{ kg/cm}^2 \cdot 2.54 \text{ cm}}{19672.59 \text{ kg/cm}^2 \cdot 0.711 \text{ cm}}}}$$

$$H = 48.55 \text{ m}$$

4.2.8.1 Cálculo de la presión máxima

$P_{max} = \text{Presión residual mínima} + \text{sobrepresión. } P_{max} < P_{tubería}$

$$1 \text{ lb/plg}^2 = 2.307^{19} \text{ pies}$$

El tubo SDR²⁰- 17 soporta 250lbs/plg²

$$P_{tubería} = (250\text{lbs/plg}^2 * 2.307 \text{ pies/lbs/plg}^2 * 0.3048 \text{ m/pies}) = 175.79 \text{ m}$$

$$P_{max} = (983.55\text{m} - 863.27\text{m}) + 48.55 \text{ m} = \mathbf{168.83\text{m} < 175.79\text{m OK}}$$

4.2.9 Línea de conducción

Para el análisis de la línea de conducción por bombeo se consideró un período de diseño de 20 años de acuerdo a las normas de INAA (NTON 09 003-99), y un caudal de 0.37 l/s que corresponde al CMD de acuerdo a la proyección de población y consumo. Tiene una longitud de 785 metros.

En los planos de las líneas de conducción se muestra el diseño hidráulico de la línea de conducción del MABE propuesto el cual se realizó bajo la condición de consumo máximo día.

Tabla N° 4.17. Tubería de línea de conducción

Tubo PVC SDR-17	Longitud. (m)	Número de tubos
1"	546	92
Tubo PVC SDR-26	Longitud. (m)	Número de tubos
1"	239	40

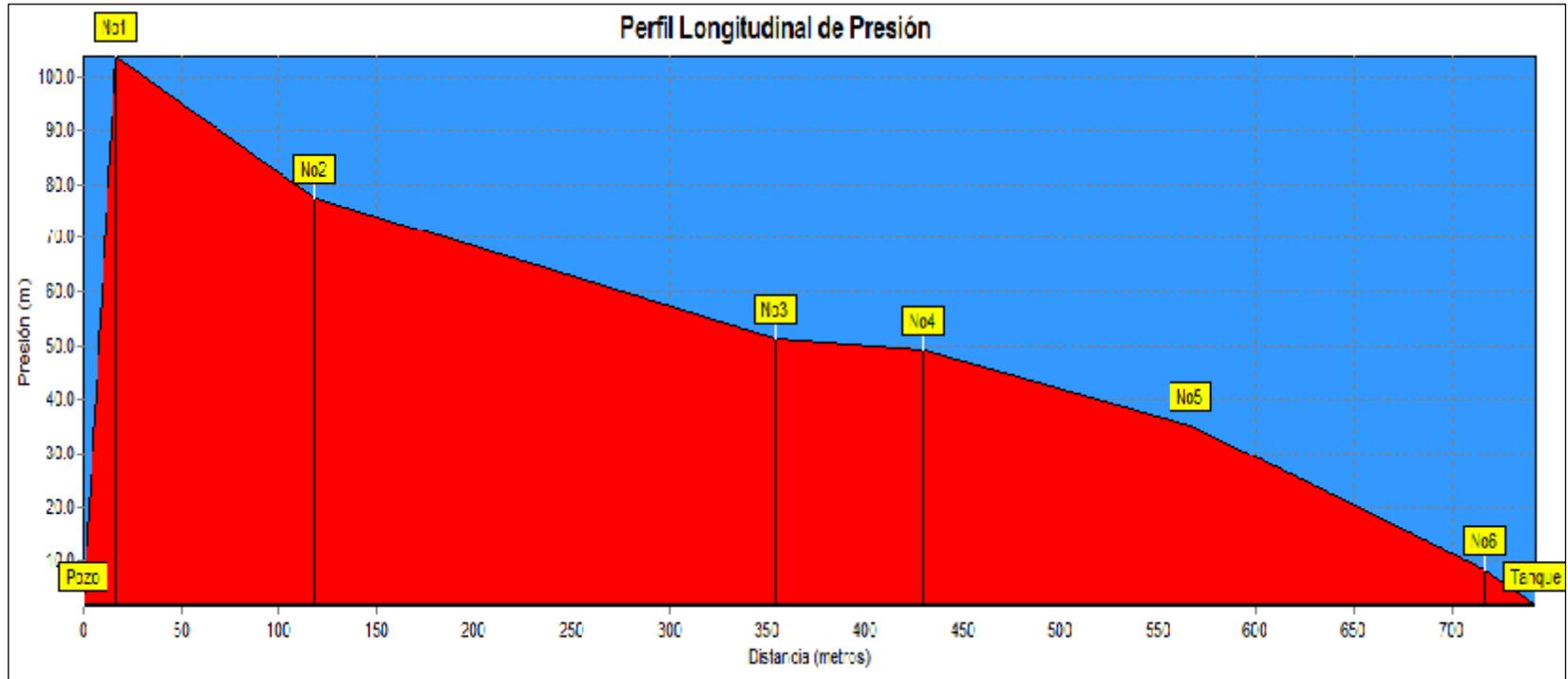
Fuente: Elaboración propia

¹⁹ Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales tomo 1 FairGeyerOkunpag 517

²⁰ Manual técnico para tuberías plásticas AMANCO pág 73

4.2.9.1 Presiones en la línea de conducción

Gráfico N° 4.6. Presión en la línea de conducción



Fuente: Análisis de EPANET

4.2.10 Velocidades en la línea de conducción

El agua en la línea de conducción tiene una velocidad de 0.73 m/s.

4.2.11 Tanque de almacenamiento

A partir de los perfiles altimétricos se seleccionó un sitio adecuado geológica y topográficamente, para garantizar que el sistema cubra con el servicio a toda la comunidad.

Basado en los índices de consumo, las dimensiones internas del tanque de almacenamiento se han calculado de acuerdo al 35% del CPD con una capacidad de 7.56m³ equivalente a 1996.31 galones.

El sitio donde se construirá dicho tanque presenta buenas condiciones de drenaje.

El tanque tendrá las siguientes características:

Tipo de sección : cuadrado.

Dimensiones internas : 2.5 m de largo x 2.5 m de ancho x 1.8 m de altura.

Tipo de material : Mampostería concreto ciclópeo.

Para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque se consideraron todas las obras complementarias como: válvulas en las tuberías de entrada y salida, boca de acceso con tapa metálica, peldaños de acceso, respiradero, tubería de rebose y limpieza, cajas de válvula y válvula de flotador.

4.2.12 Tratamiento químico del agua (desinfección)

Los exámenes se realizaron en los laboratorios Químicos. S.A. LAQUISA.

- El agua analizada del pozo perforado de la comunidad de Las Quebradas, no presenta resultados alterados según los análisis realizados de laboratorio.

El día 17 de enero del 2017, se realizó el muestreo de agua para el examen de calidad de agua físico, químico, bacteriológico y arsénico. Según referencia de laboratorios químicos, S.A LAQUISA. Desde el punto de vista bacteriológico a esta fecha, esta agua es apta para consumo humano, según normas de O.M.S.

Para potabilizar el agua se requiere de un sistema de desinfección continuo mediante el uso de hipoclorito de sodio, a través clorador (CTI – 8), el cual es de fácil manejo, poco riesgo técnico-económico y de un reducido costo para la operación y el mantenimiento.

El CTI 8 es de bajo costo, de mantenimiento mínimo y no usa electricidad. El aparato suministra una dosis de cloro constante, lo cual elimina parásitos y bacterias eliminando enfermedades como el cólera y la hepatitis.

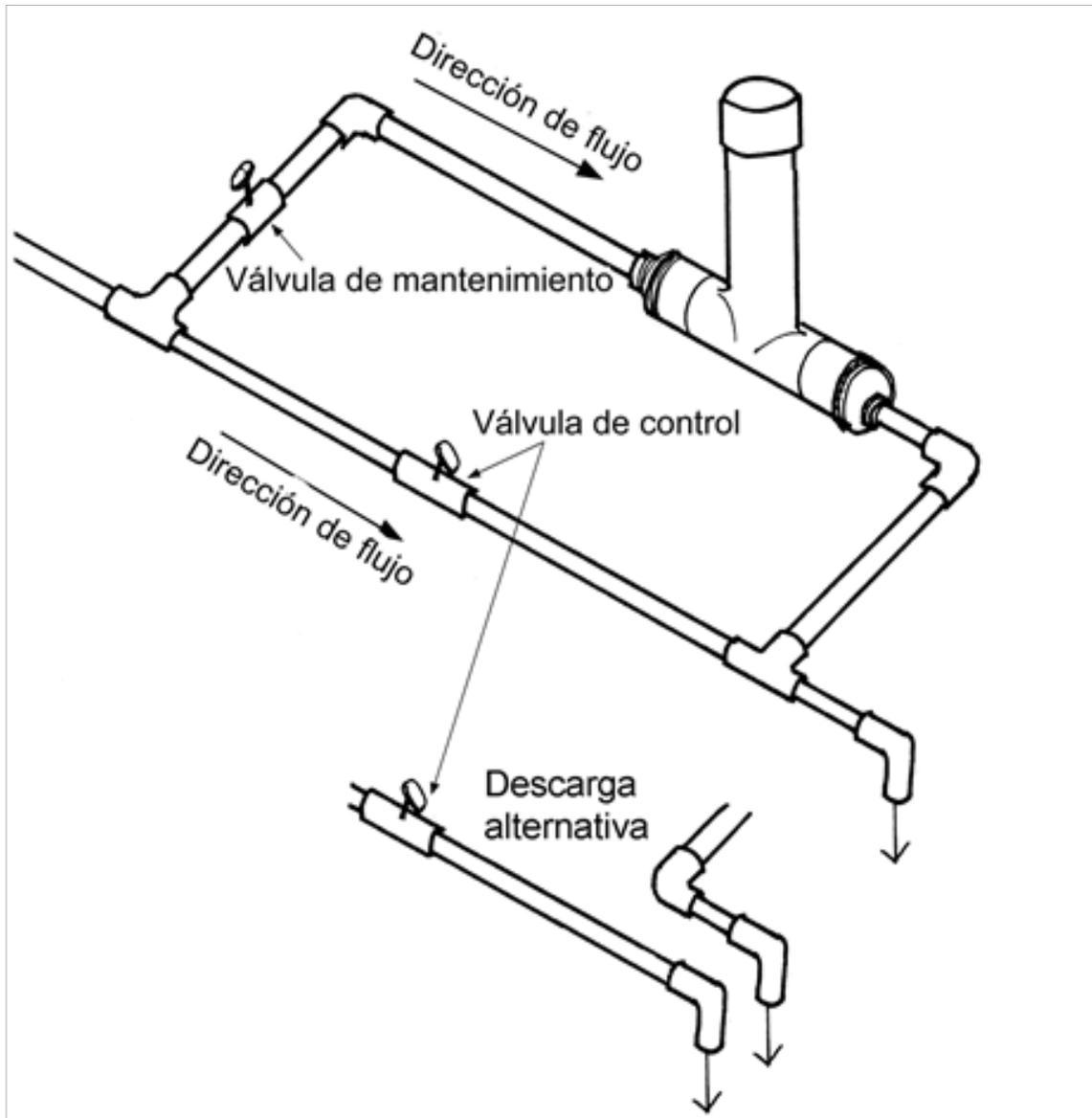
Las partes que integran un cloradorCTI – 8, por medio de tabletas son las siguientes:

Tabla N° 4.18. Materiales para fabricar el clorador CTI - 8

Artículo	Cantidad
Tee PVC de 4"x 4"	1
Tubo PVC de 4"	21"
Coples PVC de 4"	2
Tapa PVC de 4"	1
Tubo PVC de 3"	17"
Tabla PVC de ¼"	1,3 pie cuadrado
Pegamento PVC	Lata pequeña
Tornillos (para metal) de acero inoxidable, #4 x ½"	11

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento. El Clorador CTI - 8

Gráfico N° 4.7. Esquema de un clorador CTI - 8



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento. El Clorador CTI - 8

Para calcular la cantidad necesaria, se utiliza la fórmula siguiente: con un flujo de 5 galones por minuto, y la demanda de cloro es 1mg/l litro.

A continuación se presenta la cantidad de tabletas de cloro de 140 gramos a usarse en todo el período de diseño:

Tabla N° 4.19. Consumo de cloro

1 Tableta	140	grs	Igual	140000	mgs
Año	CPDT (Gl/día)	Pastillas por día	Pastillas por semana	Pastillas por mes	Pastillas por año
2017	3481	0.09	0.66	2.82	34.35
2018	3568	0.10	0.68	2.89	35.21
2019	3657	0.10	0.69	2.97	36.09
2020	3748	0.10	0.71	3.04	36.99
2021	3842	0.10	0.73	3.12	37.92
2022	3938	0.11	0.75	3.19	38.87
2023	4037	0.11	0.76	3.27	39.84
2024	4138	0.11	0.78	3.36	40.83
2025	4241	0.11	0.80	3.44	41.85
2026	4347	0.12	0.82	3.53	42.90
2027	4456	0.12	0.84	3.61	43.97
2028	4567	0.12	0.86	3.70	45.07
2029	4681	0.13	0.89	3.80	46.20
2030	4798	0.13	0.91	3.89	47.35
2031	4918	0.13	0.93	3.99	48.54
2032	5041	0.14	0.95	4.09	49.75
2033	5167	0.14	0.98	4.19	51.00
2034	5296	0.14	1.00	4.30	52.27
2035	5429	0.15	1.03	4.40	53.58
2036	5565	0.15	1.05	4.51	54.92
2037	5704	0.15	1.08	4.63	56.29

Fuente: Elaboración propia

4.2.13 Red de distribución

La Red de Distribución es circuito abierto que funcionará por gravedad y tiene una longitud de 2541.86metros compuesta por tubería PVC SDR - 26. Para determinar la capacidad hidráulica de la red de distribución bajo la condición de máxima hora al final del periodo de diseño, se realizó un preliminar, análisis hidráulico considerando el levantamiento topográfico y la proyección de demandas de consumos.

El consumo de máxima hora al año 2037 es de 10.37 l/s el cual se distribuyó en forma lineal en todos los nodos de la red de distribución, la presión está entre 5m y 60m según el análisis hidráulico realizado en EPANET, las velocidades en la tubería son bastante bajas es por ello que se propone instalar válvulas de limpieza en las partes más bajas de la red de distribución como lo indican las normas rurales de INAA (NTON 09 003-99).

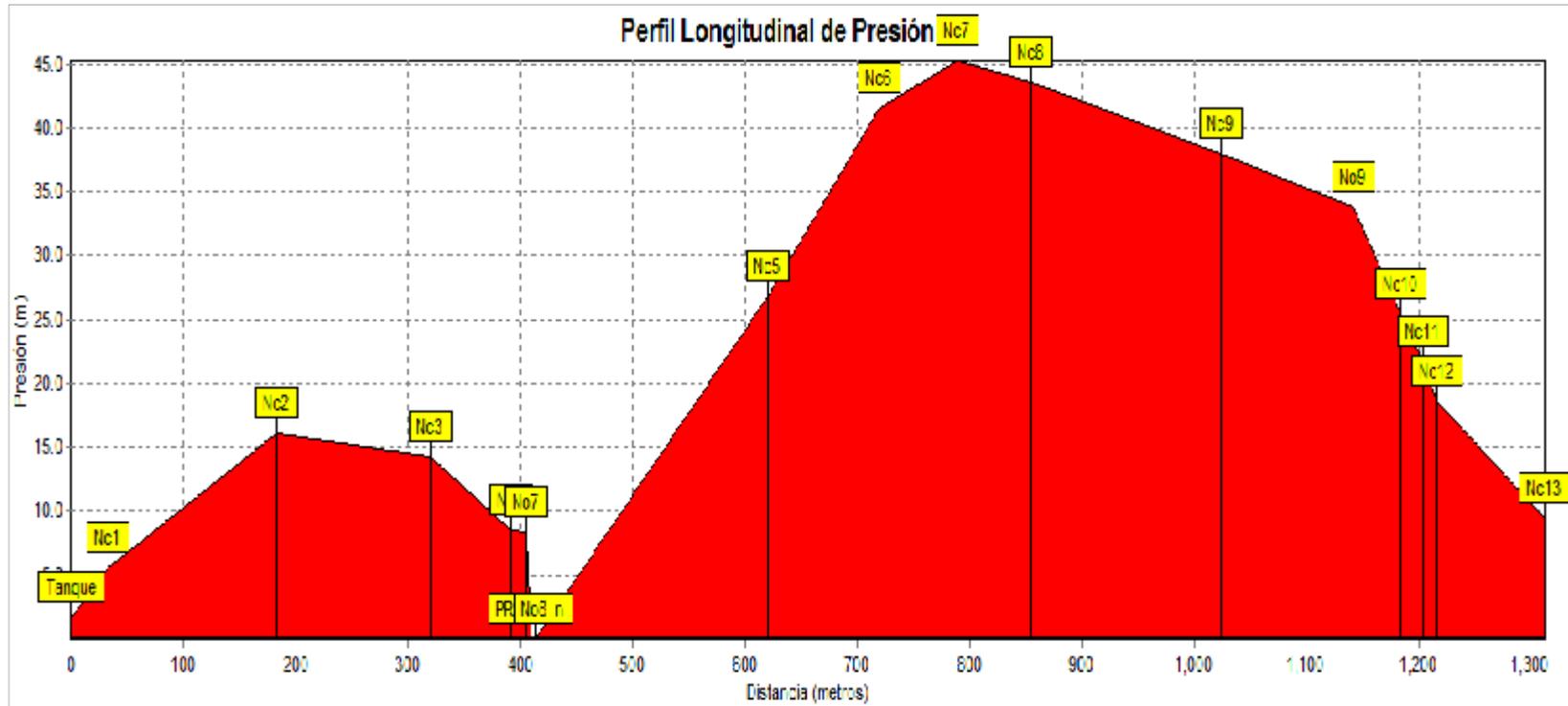
Tabla N° 4.20. Tubería de red de distribución

Tubo PVC SDR-26	Longitud (m)	Número de tubos
3"	753.08	126
2"	1788.78	299

Fuente: Elaboración propia

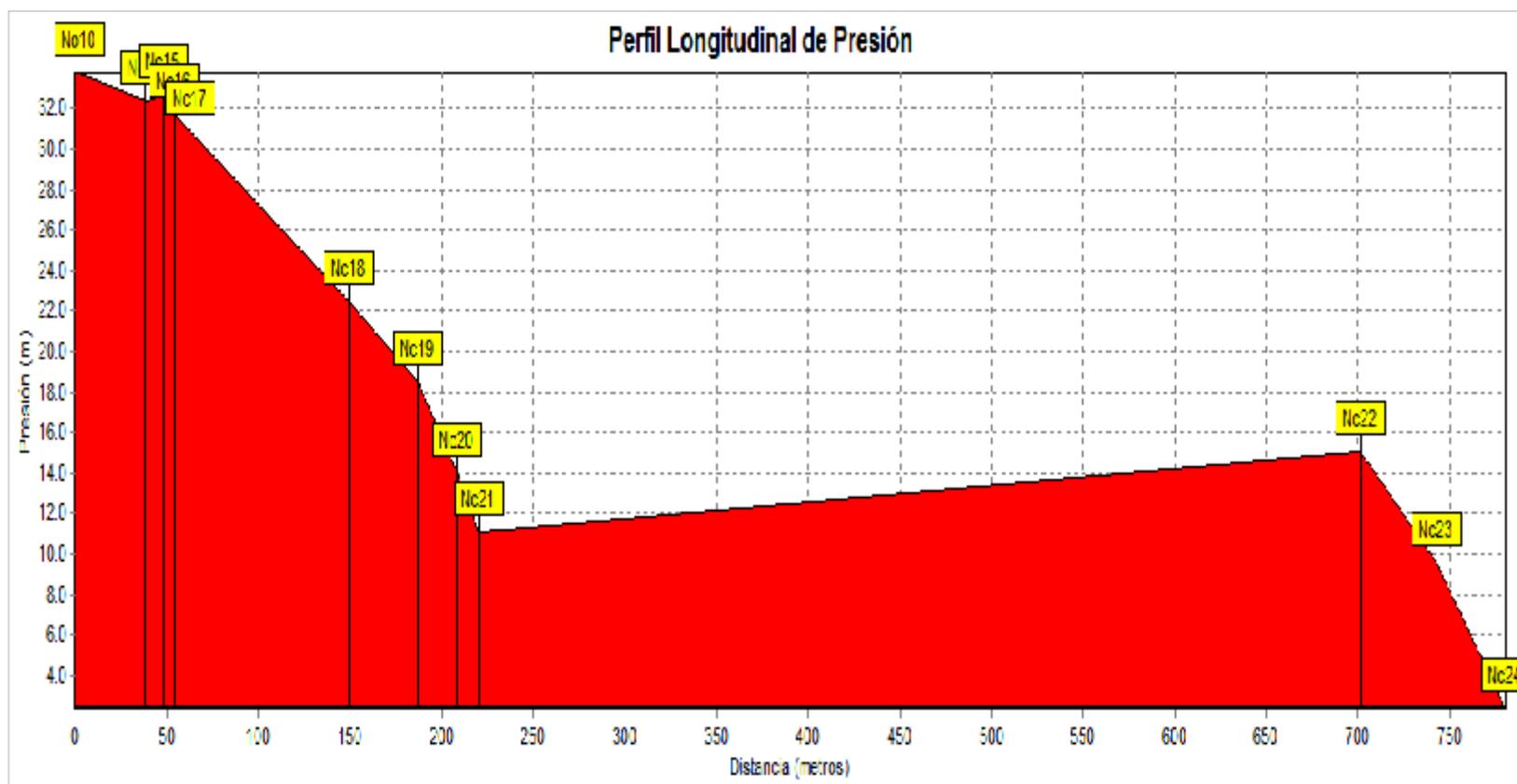
4.2.15.1 Presiones en la red de distribución

Gráfico N° 4.8. Presiones en la red de distribución ramal # 1



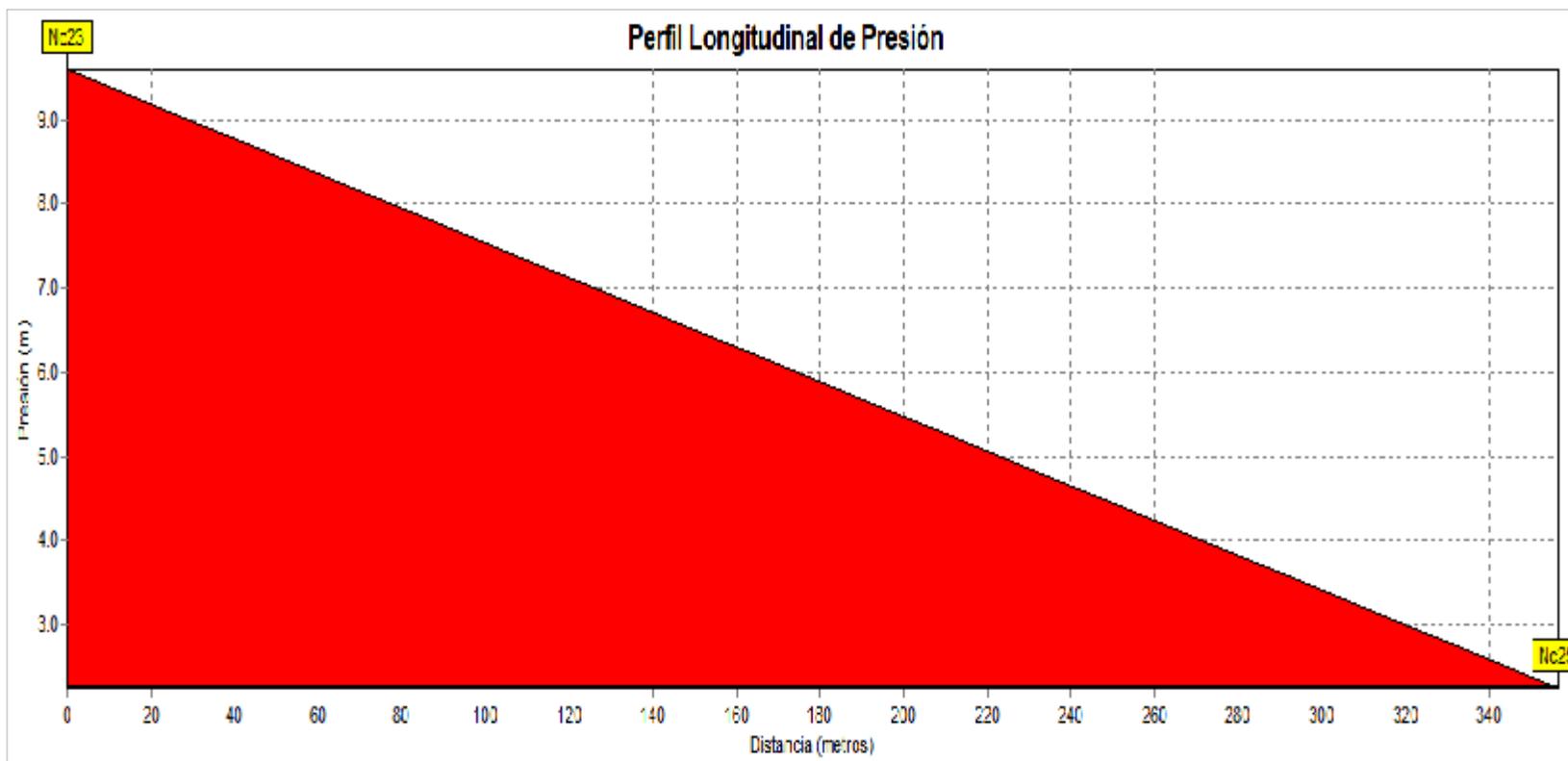
Fuente: Análisis de EPANET

Gráfico N° 4.9.Presiones en la red de distribución Ramal # 2



Fuente: Análisis de EPANET

Gráfico N° 4.10.Presiones en la red de distribución Ramal # 3



Fuente: Análisis de EPANET

4.2.15.2 Velocidades en la red de distribución

Según la simulación hidráulica realizada en EPANET se obtienen velocidades máximas y mínimas en los diámetros de la tubería, estas velocidades se encuentran dentro de los rangos de velocidades permisibles en tubería (mínima = 0.4 m/s y máxima = 2 m/s), las cuales se encuentra en las NTON 09001-99.

En los casos de velocidades inferiores a la mínima recomendada se ubicaran válvulas de aire en las partes más altas de la red y en las partes más bajas de la red se ubicaran válvulas de limpieza con el objetivo de eliminar los sedimentos, para ver el análisis completo de velocidad véase tabla N° 4.16.

Nota. TRD: Tubería de red de distribución.

Gráfico 4.11. Esquema de red de distribución



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.21. Velocidades en la red de distribución

Tubería de la red de distribución			
Tuberías	Longitud	Diámetro	Velocidad
ID Línea	m	mm	m/s
Tubería TRD 1	24.59	50	1.86
Tubería TRD 2	149.6	50	1.86
Tubería TRD 3	138.97	50	1.86
Tubería TRD 4	72.59	50	1.86
Tubería TRD 5	25.35	50	1.86
Tubería TRD 6	0.5	50	1.86
Tubería TRD 7	0.5	75	1.45
Tubería TRD 8	231.13	75	1.45
Tubería TRD 9	98.4	75	1.45
Tubería TRD 10	71.33	75	1.45
Tubería TRD 11	64.62	75	1.45
Tubería TRD 12	170	75	1.45
Tubería TRD 13	117.1	75	1.45
Tubería TRD 14	42.486	50	1.51
Tubería TRD 15	19.041	50	1.51
Tubería TRD 16	16.83	50	1.51
Tubería TRD 17	92.78	50	1.51
Tubería TRD 18	1	50	1.56
Tubería TRD 19	36.721	50	1.56
Tubería TRD 20	9.52	50	1.56
Tubería TRD 21	5.91	50	1.56
Tubería TRD 22	8.702	50	1.56
Tubería TRD 23	86.52	50	1.56
Tubería TRD 24	38.196	50	1.56
Tubería TRD 25	22.98	50	1.56
Tubería TRD 26	11.177	50	1.56
Tubería TRD 27	501.29	50	1.56
Tubería TRD 28	62.78	50	1.56
Tubería TRD 29	39.109	50	0.79
Tubería TRD 30	382.14	50	0.77
Longitud Total	2541.862	m	

Fuente: Análisis de EPANET

Tabla N° 4.22. Análisis hidráulico en EPANET (presión en la red de distribución)

Nodos de la red de distribución				
Nodos	Cota	Demanda base	Altura	Presión
ID Nodos	m	LPS	msnm	m
Conexión Nc1	976.92	0.006	982.52	5.6
Conexión Nc2	949.88	0.0368	965.94	16.06
Conexión Nc3	936.21	0.0342	950.53	14.32
Conexión Nc4	933.89	0.0178	942.48	8.59
Conexión No7	931.35	0	939.67	8.32
PRPresión	931.35	0	931.35	0
Conexión No8	931.3	0	931.34	0.04
Conexión Nc5	899.06	0.0633	925.79	26.73
Conexión Nc6	881.98	0.0242	923.43	41.45
Conexión Nc7	876.48	0.0175	921.72	45.24
Conexión Nc8	876.56	0.0159	920.16	43.6
Conexión Nc9	878.14	0.0418	916.08	37.94
Conexión No9	879.52	0	913.27	33.75
Conexión Noc10	885.76	0.0392	911.22	25.46
Conexión Noc11	888.55	0.0047	910.3	21.75
Conexión Noc12	890.86	0.0041	909.48	18.62
Conexión Noc13	895.49	0.0228	904.99	9.5
Conexión No10	879.52	0	913.23	33.71
Conexión Noc14	879.09	0.0093	911.5	32.41
Conexión Noc15	878.38	0.0023	911.05	32.67
Conexión Noc16	879.07	0.0015	910.77	31.7
Conexión Noc17	879.48	0.0021	910.36	30.88
Conexión Noc18	883.87	0.0213	906.28	22.41
Conexión Noc19	886.04	0.0094	904.48	18.44
Conexión Noc20	889.43	0.0056	903.4	13.97
Conexión Noc21	891.79	0.0027	902.87	11.08
Conexión Noc22	864.22	0.1232	879.25	15.03
Conexión Noc23	866.69	0.0154	876.29	9.6
Conexión Noc24	873.41	0.0096	875.77	2.36
Conexión Noc25	869.17	0.0939	871.41	2.24

Fuente: Análisis de EPANET

4.2.15.3 Nivel de servicio

La distribución del agua a las viviendas será por medio de conexiones domiciliarias de patio, en cada una de las 48 viviendas, un centro de salud y una escuela con sus respectivos medidores, para alcanzar una cobertura del 100% de la población.

Para definir el nivel de servicio por conexiones domiciliarias de patio, se ha tomado en cuenta el consumo máxima hora que es de 0.62 l/s, el caudal producido por la fuente seleccionada que es de 7.57 l/s, la configuración de la comunidad, criterios técnicos y normas de diseño.

4.3 Costo total del proyecto

El costo del proyecto es de (C\$2,216,072.52),(ver anexo N° 4)incluyendo los componentes de agua potable, saneamiento, educación, protección de fuentes, capacitación y visibilidad del proyecto.

4.4 Costos de administración, operación y mantenimiento¹¹

Los costos de administración incluyen compra de papelería, salario de operador de equipo, salario de cobrador, salario de fontanero, viáticos, fotocopias, y telefonía. Los costos de operación incluyen pago de energía eléctrica, compra de cloro, análisis de agua. Los costos de mantenimiento incluyen desinfección, limpieza del tanque, reparación en la red de distribución, reparación en el tanque de almacenamiento, mantenimiento de sarta y válvulas, mantenimiento de equipo de bombeo, reposición de equipo de bombeo cada 5 años, reposición de equipo de cloración cada 2 años y reemplazo de medidores 10 cada año.

¹¹ Metodología para calcular Tarifas en acueductos rurales menores de 500 conexiones (INAA)

Tabla N° 4.23. Costos de administración, operación y mantenimiento

Costos de Administración Operación Y Mantenimiento						
Año	Costos de Administración en C\$	Costos de Operación en C\$	Costos de Mantenimiento en C\$	Costo Anual en C\$	Costo en C\$ m³	Tarifa por vivienda en C\$
2016	76,156	14,953.66	36,300.00	127,410.10	31.79	221.20
2017	76,156	14,996.60	36,300.00	127,453.04	31.03	215.88
2018	76,156	15,040.62	36,300.00	127,497.06	30.28	210.68
2019	76,156	15,085.73	36,300.00	127,542.17	29.55	205.62
2020	76,156	15,131.97	36,300.00	127,588.41	28.84	200.68
2021	76,156	15,179.37	36,300.00	127,635.81	28.15	195.85
2022	76,156	15,227.95	36,300.00	127,684.39	27.47	191.15
2023	76,156	15,277.75	36,300.00	127,734.19	26.81	186.56
2024	76,156	15,328.79	36,300.00	127,785.23	26.17	182.08
2025	76,156	15,381.11	36,300.00	127,837.55	25.54	177.71
2026	76,156	15,434.73	36,300.00	127,891.17	24.93	173.45
2027	76,156	15,489.70	36,300.00	127,946.14	24.33	169.29
2028	76,156	15,546.04	36,300.00	128,002.48	23.75	165.24
2029	76,156	15,603.79	36,300.00	128,060.23	23.18	161.28
2030	76,156	15,662.98	36,300.00	128,119.42	22.62	157.42
2031	76,156	15,723.65	36,300.00	128,180.09	22.08	153.65
2032	76,156	15,785.84	36,300.00	128,242.28	21.55	149.98
2033	76,156	15,849.59	36,300.00	128,306.03	21.04	146.39
2034	76,156	15,914.92	36,300.00	128,371.36	20.54	142.89
2035	76,156	15,981.90	36,300.00	128,438.34	20.05	139.48
2036	76,156	16,050.54	36,300.00	128,506.98	19.57	136.15

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

- El estudio socioeconómico, refleja las condiciones de vida de la población de la comunidad de Las Quebradas y la calidad del agua que consumen los habitantes de la localidad.

- La ejecución de las obras de construcción de los servicios de agua potable es una necesidad sentida por la población, la cual se manifiesta con la predisposición de la población para participar activamente, con sus aportes en la ejecución de las obras, el pago de la cuota familiar y su compromiso para asistir al programa de capacitación previsto por el proyecto.

- En la red de distribución se analizó utilizando el software EPANET, resultando que en la distribución se usaran tuberías de 3" y 2". En algunos tramos de la red se encontraron velocidades inferiores a las permitidas, en este caso se propone utilizar de limpieza y con respecto a la presión se construirá una pila rompe presión para bajar las presiones.

- Los cálculos hidráulicos reflejan que el proyecto abastece al 100% de la comunidad, ya que el tanque de almacenamiento se ubicó a una altura adecuada y el pozo suministra agua suficiente y apta para consumo humano.

- El costo del proyecto es de C\$ 2,216,072.52.

Recomendaciones

- Se recomienda la ejecución del proyecto, considerando que cumple con los criterios de viabilidad económica, técnica, social y de sostenibilidad.
- Eliminar los focos de contaminación en un radio mínimo de 30 metros.
- Obtener los documentos de legalidad de los terrenos seleccionados para la construcción del tanque de almacenamiento, pilas rompe carga y captación de la fuente subterránea y servidumbre de pase.
- Impulsar campañas de reforestación en el área de captación (micro cuenca) a fin de garantizar el abastecimiento de agua potable de la población durante el período de diseño.
- Realizar labores de limpieza y desinfección en el tanque de almacenamiento cada seis meses.
- El Consejo de **CAPS** conformado, debe siempre asegurar el local adecuado para la realización de los talleres de capacitación.
- Gestionar apoyo institucional con la finalidad de fortalecer el funcionamiento de los CAPS para garantizar una capacitación continua de sus miembros en la parte administrativa, operación y mantenimiento del sistema.
- Asegurar los insumos necesarios para el mantenimiento preventivo y correctivo, para garantizar un stock de repuestos que no sean posibles fabricar o comprar localmente.

Bibliografía

AMANCO. (s.f.). Manual técnico para tuberías plásticas. 73.

Aparicio Mijares, F. J. (1992). Fundamentos de hidrología de superficie. Mexico: LIMUSA.

Asociación catalana d' enginyeria sense fronteres. (Abril de 2005). Tecnología para el desarrollo humano y acceso a los servicios básicos. Recuperado el 9 de Abril de 2016, de http://www.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/modulo_4_ISF_vdef.pdf.

CORASCO. (2008). Manual para la revisión de estudios topográficos. Managua: CORASCO.

Elena, B. A. (1999). Apuntes de ingeniería sanitaria I. Managua: Dpto. de hidráulica - FTC - UNI - RUPAP.

FISE. (Junio de 2007). Manual de administración del ciclo del proyecto – MACPM. Recuperado el 2 de Junio de 2012, de http://www.fise.gob.ni/images/capitulo_ii_preinversion.pdf

INAA (NTON 09 003-99). (6 de Noviembre de 2001). Normas rurales. (NTON 09 003-99), 14. Managua, Nicaragua.

INIDE. (11 de Junio de 1995-2005). Recuperado el 26 de mayo de 2012, de <http://www.inide.gob.ni/censos2005/Monografias/León.pdf>

Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados (INAA). (1989). Manual de operación y mantenimiento rural (NTON 09 003-99). Managua.

Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados (INAA). (1989). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 03-99). Managua.

López, M. (sf). Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable.

McCormac, J. (2007). Topografía. Mexico: LIMUSA, S.A.

Nassir, S. C., & Reinaldo, S. C. (2008). Preparación y evaluación de proyectos (Quinta ed.). Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

Opazo, F. U., & Jenkins, D. (1998). Manual de tratamiento de aguas. Mexico: LIMUSA, S.A.

SNIP. (2005). Guía de preinversión para proyectos de agua potable rural. Managua.

Torres, I. S. (1982). Hidrogeología (Vol. Hidrogeología). (I. S. Torres, Ed.) La Habana: Pueblo y educación.

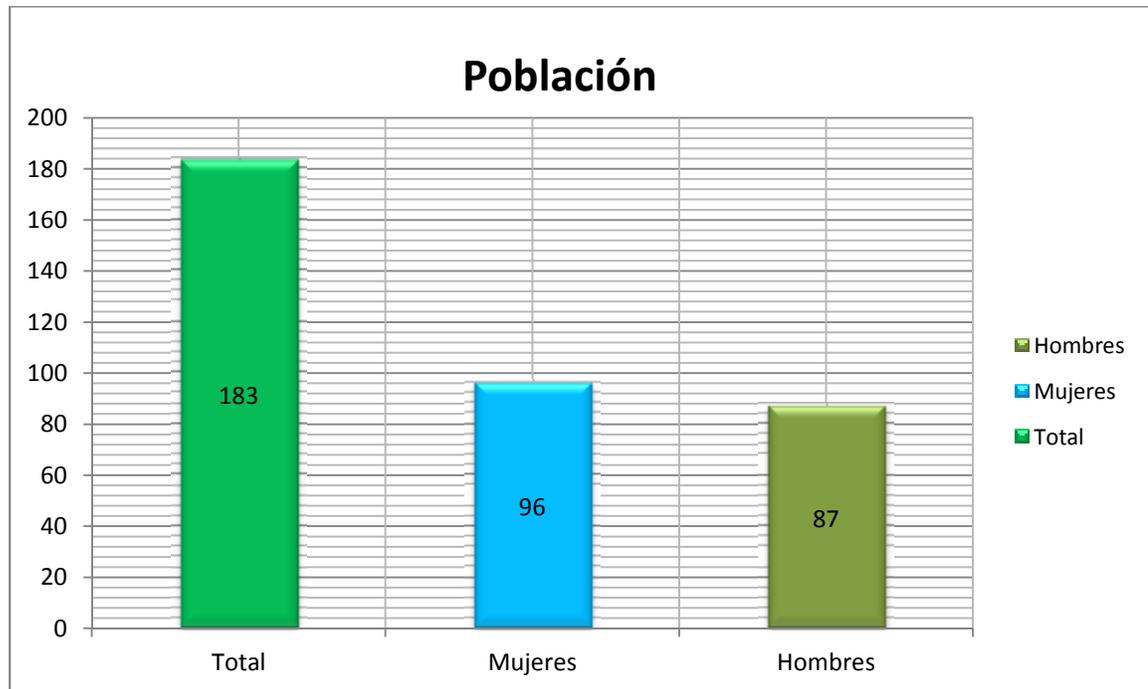
ANEXOS

Anexo 1. Estudio Socioeconómico

1 Población

La población de la comunidad de las Quebradas es de 183 habitantes de los cuales 96 son mujeres (52.46%) y 87 son varones (47.54%).

Gráfico N° 1. Población



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 1. Población⁸

Población		
Hombres	87	47.54%
Mujeres	96	52.46%
Total	183	100%

⁸ Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de Las Quebradas

Tabla N° 2. Rango de edades de la población

Comunidad	Rango de edades.						Población total
	De 1 a 5 años	De 6 a 15 años	De 16 a 25 años	De 26 a 35 años	De 36 a 64 años	> de 61 años	
Las Quebradas	11	14	27	13	109	9	183

En la comunidad de Las Quebradas la mayor población se ubica en el rango entre 36 y 60 años de edad teniendo este rango un 59.56% de la población, seguida por un 29.51% de la población entre 6 y 35 años, con un 6.01% los niños de 1 a 5 años y con un 4.92% la población mayor de 60 años de edad.

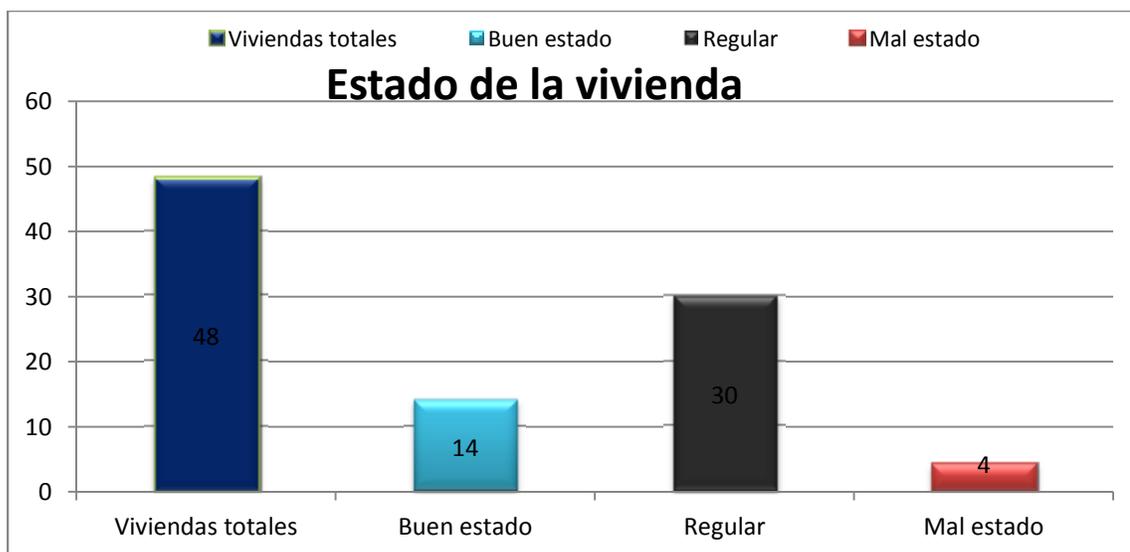
2 Vivienda

Las viviendas demandantes del proyecto de agua son un total de 48, que albergan a igual número de familias, de las cuales el 100% pertenecen a la comunidad de Las Quebradas

Tabla N° 3. Estado de la vivienda

Estado de la vivienda		
Viviendas totales	48	100.00%
Buen estado	14	29.17%
Regular	30	62.50%
Mal estado	4	8.33%

Gráfico N° 2. Estado de la vivienda



3 Calidad del agua de consumo actual

El 54.17% de la población de la comunidad de Las Quebradas expresó que el agua que actualmente consume es buena, el 39.58% que es regular y el 6.25% que el agua es de mala calidad; respecto a las características físicas del agua, el 4.17% expresó que el agua que consumen tiene mal sabor, el 2.08% que tiene mal olor, 4.17% que tiene mal color y el 89.58% expresó que el agua no presenta ni mal sabor, mal olor, ni mal color.

El 90.54% de la población de Las Quebradas según el levantamiento de información a través de encuestas socioeconómicas expresaron que les gustaría tener el servicio de agua potable en sus hogares y manifestaron que estaban dispuestos a pagar por el servicio de agua.

Tabla N° 4. Calidad del agua

Calidad del agua			
Buena	Regular	Mala	Total
26	19	3	48
54.17%	39.58%	6.25%	100.00%

Gráfico N° 3. Calidad del agua



4 Educación

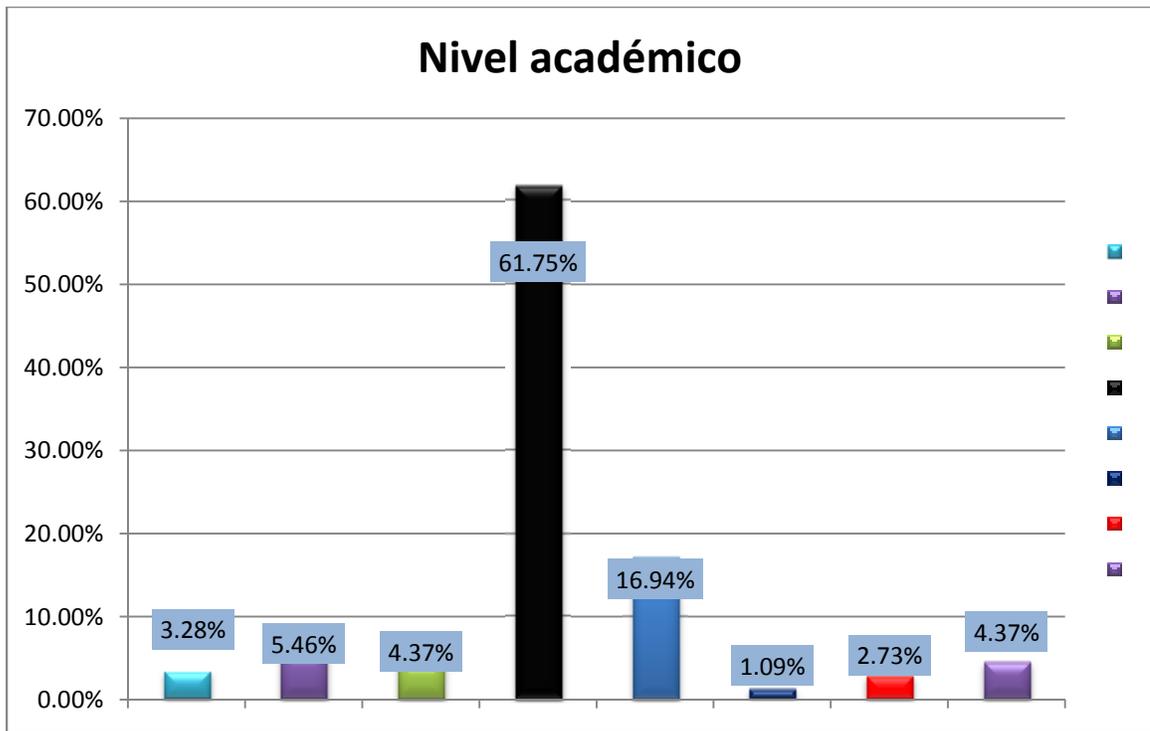
En cuanto al nivel académico de la comunidad cuentan con un 61.75% de la población con estudios primarios, un 16.94% con estudios secundarios, un 2.73% con estudios superiores y un 5.46% han sido alfabetizados, teniendo en cuenta que un 4.37% se encuentra en preescolar, un 4.37% son niños menores de 3 años y un 3.28% no saben leer.

Tabla N° 5. Nivel académico

Comunidad	Nivel académico								Total
	No saben leer	Alfabetizados	Preescolar	Primaria	Secundaria	Estudios técnicos	Estudios superiores	Menores de 3 años	
Las Quebradas	6	10	8	113	31	2	5	8	183
	3.28%	5.46%	4.37%	61.75%	16.94%	1.09%	2.73%	4.37%	100.00%

Fuente: Encuesta socioeconómica

Gráfico N° 4. Nivel académico



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Costos de administración anual

1	2	3	4	5	6			7	8
No	AÑO	CPDT (Gl/día)	Horas de Operación por día	Horas de Operación por Año	Costos de Administración Anual			Salario de Operador	Total de Administración
					Papelería				
0	2017	3481	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
1	2018	3568	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
2	2019	3657	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
3	2020	3748	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
4	2021	3842	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
5	2022	3938	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
6	2023	4037	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
7	2024	4138	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
8	2025	4241	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
9	2026	4347	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
10	2027	4456	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
11	2028	4567	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
12	2029	4681	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
13	2030	4798	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
14	2031	4918	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
15	2032	5041	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
16	2033	5167	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
17	2034	5296	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
18	2035	5429	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
19	2036	5565	16	5840	6000		70156.44	76156.44	
20	2037	5704	16	5840	6000		70156.44	76156.44	

Columna # 2. Año de inicio y Finalización del Proyecto

Columna # 3. Galones por Día del año 0 al Año 20

Columna # 4. Horas de Operación por Día del Año 0 al Año 20

Columna # 5. Horas de Operación por Año

Columna # 6. Papelería y útiles de oficina C\$ 6000 Anual

Columna # 7. Salario de Operador C\$ 5846.37 Mensual

Columna # 8. Costo Total de Administración por Año

Anexo 3. Costos de operación anual

9	10	11	12	13	14
Costo de Operación Anual					
Costo de energía eléctrica	Volumen de Agua m ³ /Año	Hipoclorito de Calcio en tabletas	Costo de Hipoclorito de calcio	Análisis de Agua	Total de Operación
9236.08	4812.5	34.4	1717.6	4000.0	14953.7
9236.08	4932.8	35.2	1760.5	4000.0	14996.6
9236.08	5056.1	36.1	1804.5	4000.0	15040.6
9236.08	5182.5	37.0	1849.7	4000.0	15085.7
9236.08	5312.1	37.9	1895.9	4000.0	15132.0
9236.08	5444.9	38.9	1943.3	4000.0	15179.4
9236.08	5581.0	39.8	1991.9	4000.0	15227.9
9236.08	5720.6	40.8	2041.7	4000.0	15277.7
9236.08	5863.6	41.9	2092.7	4000.0	15328.8
9236.08	6010.2	42.9	2145.0	4000.0	15381.1
9236.08	6160.4	44.0	2198.7	4000.0	15434.7
9236.08	6314.4	45.1	2253.6	4000.0	15489.7
9236.08	6472.3	46.2	2310.0	4000.0	15546.0
9236.08	6634.1	47.4	2367.7	4000.0	15603.8
9236.08	6799.9	48.5	2426.9	4000.0	15663.0
9236.08	6969.9	49.8	2487.6	4000.0	15723.7
9236.08	7144.2	51.0	2549.8	4000.0	15785.8
9236.08	7322.8	52.3	2613.5	4000.0	15849.6
9236.08	7505.9	53.6	2678.8	4000.0	15914.9
9236.08	7693.5	54.9	2745.8	4000.0	15981.9
9236.08	7885.9	56.3	2814.5	4000.0	16050.5

Columna # 9. Costo de energía eléctrica, $0,746 * Hp * C\$ 2,12 * \text{tiempo de bombeo}$

Columna # 10. Volumen de agua m³ por año

Columna # 11. Hipoclorito de sodio en (grs/día * 365 días)/1000 grs/Kgs

Columna # 12. Costo de hipoclorito de calcio C\$ 50 cada tableta

Columna # 13. Análisis de agua C\$ 2000 semestral

Columna # 14. Costo total de operación por año

Anexo 4. Costos de mantenimiento anual

15	16	17	18	19	20
Costo de mantenimiento Anual					
Desinfección y Limpieza del Tanque	Reparación en La Red de Distribución	Reparación de Tanque de Almacenamiento	Válvulas, Equipo de Cloración, Reemplazo de Medidores	Total de Mantenimiento	Costo Total anual
1200	3600	3000	28500	36300	127410.10
1200	3600	3000	28500	36300	127453.04
1200	3600	3000	28500	36300	127497.06
1200	3600	3000	28500	36300	127542.17
1200	3600	3000	28500	36300	127588.41
1200	3600	3000	28500	36300	127635.81
1200	3600	3000	28500	36300	127684.39
1200	3600	3000	28500	36300	127734.19
1200	3600	3000	28500	36300	127785.23
1200	3600	3000	28500	36300	127837.55
1200	3600	3000	28500	36300	127891.17
1200	3600	3000	28500	36300	127946.14
1200	3600	3000	28500	36300	128002.48
1200	3600	3000	28500	36300	128060.23
1200	3600	3000	28500	36300	128119.42
1200	3600	3000	28500	36300	128180.09
1200	3600	3000	28500	36300	128242.28
1200	3600	3000	28500	36300	128306.03
1200	3600	3000	28500	36300	128371.36
1200	3600	3000	28500	36300	128438.34
1200	3600	3000	28500	36300	128506.98

Columna # 15. Desinfección y Limpieza del Tanque C\$ 1200 anual

Columna # 16, Reparación de la Red de Distribución C\$ 3600 anual

Columna # 17. Reparación del Tanque de almacenamiento C\$ 3000 anual

Columna # 18. Mantenimiento de sarta y válvulas, C\$ 5000, Mantenimiento de equipo de bombeo C\$ 10000, Reposición de equipo de bombeo C\$ 5000 Reposición de Equipo de Cloración, C\$ 2500 y Reemplazo de Medidores 10 cada año C\$ 6000, total anual C\$ 28500 Anual

Columna # 19. Costo Total de Administración, Operación y Mantenimiento Anual

Columna # 20. Costo Total de Administración, Operación y Mantenimiento Mensual

Anexo 5. Presupuesto del proyecto

Presupuesto					
N°	CONCEPTO	U/M	CANTIDAD	P/UNIT.	MONTO
310	PRELIMINARES	M²	410.00	114.52	46952.00
	TRAZO Y NIVELACION	M	3,821.00	12.00	45852.00
	TRAZO DE EJE DE TUBERIA DE AGUA POTABLE	M	3,821.00	12.00	45852.00
	DEMOLICIONES	GLB	1.00	1100.00	1100.00
	DEMOLER BROCAL DE POZO	C/U	1.00	500.00	500.00
	DEMOLER CERCO RUSTICO	C/U	2.00	300.00	600.00
320	LÍNEA DE IMPULSION	M	785.00	193.06	151554.14
	PRUEBA HIDROSTATICA	M	785.00	9.17	7200.00
	PRUEBA HIDROSTATICA HASTA 2" Y HASTA 300 M L	C/U	3.00	2400.00	7200.00
	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 1"	M	785.00	60.00	47100.00
	TUBERIA DE PVC Diam. = 1" (SDR-26) (NO INCLUYE EXCAVACIÓN)	M	785.00	60.00	47100.00
	TUBERIA DE 1" DE DIAMETRO	M	270.00	360.20	97254.14
	EXCAVACION EN ROCA(BASALTICA U OTRO TIPO)	M3	37.80	293.97	11112.07
	EXCAVACION EN CASCAJO, TOBA O BALASTRO	M3	70.20	89.40	6275.88
	MATERIAL SELECTO PARA COLCHON AMORTIGUADO	M3	40.50	60.00	2430.00
	BLOQUE DE REACCIÓN P/ACCESORIOS	C/U	14.00	226.96	3177.44
	TUBERIA PVC DE 1" SDR- 26 (SIN EXCAVACION)	M	385.00	83.55	32166.75
	TUBERIA PVC DE 1" SDR- 17(SIN EXCAVACION)	M	400.00	105.23	42092.00
330	LÍNEA DE DISTRIBUCION	M	2,624.00	209.87	550686.32
	PRUEBA HIDOSTATICA	M	2,624.00	8.23	21600.00
	PRUEBA HIDROSTATICA HASTA 3" HASTA 300 M LON	C/U	9.00	2400.00	21600.00
	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	M	753.08	250.02	188287.20
	TUBERIA DE PVC Diam. = 3" (SDR-26) (NO INCLUYE EXCAVACIÓN)	M	753.08	60.00	45184.80
	TUBERÍA DE PVC Diam. = 2" (SDR-26) (NO INCLUYE EXCAVACIÓN)	M	1,788.78	80.00	143102.40
	TUBERIA DE 3" DE DIAMETRO	M	1,446.00	111.60	161373.01
	VALVULA DE PASE DE BRONCE DE 3"	C/U	5.00	720.30	3601.50

VALVULA DE LIMPIEZA DE BRONCE DE 3"	C/U	2.00	720.30	1440.60
VALVULA DE AIRE Y VACIO DE 3/4" (INCLUYE CAJA F	C/U	1.00	1200.00	1200.00
CRUCE DE CAUCE BAJO LECHO	M	50.00	572.12	28605.89
EXCAVACION EN ROCA(BASALTICA U OTRO TIPO)	M3	34.55	293.97	10156.66
EXCAVACION EN CASCAJO, TOBA O BALASTRO	M3	73.44	89.40	6565.54
MATERIAL SELECTO PARA COLCHON AMORTIGUADO	M3	47.54	60.00	2852.40
CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE T	C/U	7.00	846.38	5924.66
BLOQUE DE REACCIÓN P/ACCESORIOS MENORES A	C/U	31.00	226.96	7035.76
TUBERIA PVC DE 1 1/2" SDR- 26 (SIN EXCAVACION)	M	1,446.00	65.00	93990.00
TUBERIA DE 2" DE DIAMETRO	M	1,178.00	143.12	168600.43
VALVULA DE LIMPIEZA DE BRONCE DE 2"	C/U	1.00	1023.00	1023.00
VALVULA DE PASE DE BRONCE 2"	C/U	1.00	1023.00	1023.00
CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE T	C/U	1.00	846.38	846.38
EXCAVACION EN ROCA(BASALTICA U OTRO TIPO)	M3	38.88	293.97	11429.55
EXCAVACION EN CASCAJO, TOBA O BALASTRO	M3	39.11	89.40	3496.43
MATERIAL SELECTO PARA COLCHON AMORTIGUADO	M3	37.65	60.00	2259.00
BLOQUE DE REACCIÓN P/ACCESORIOS MENORES A	C/U	16.00	226.96	3631.36
CRUCE DE TUBERIA HG DE 2" EN PUENTE CON BRID	M	40.00	715.00	28600.00
ENTRADA Y SALIDA: CRUCE EN PUENTE TUBO HG 2"/CC	M	2.00	8934.90	17869.80
TUBERIA PVC DE 2" SDR- 26 (SIN EXCAVACION)	M	1,178.00	83.55	98421.90
PILAS ROMPE CARGA	C/U	1.00	10825.68	10825.68
CONCRETO REFORZADO	M ³	0.16	5200.00	832.00
MAMPOSTERÍA DE LADRILLO COCIDO	M ²	2.52	420.30	1059.16
REPELLO CORRIENTE INTERNO Y EXTERNO	M ²	4.60	132.00	607.20
REPELLO FINO Y ARENILLADO	M ²	2.80	123.00	344.40
TUBO HOGO DE 2" Y ACCESORIOS	M	2.00	680.00	1360.00
TUBO PVC DE 2" SDR-26 Y ACCESORIOS	M	3.00	184.00	552.00
VÁLVULA DE FLOTADOR PVC DE 2"	C/U	1.00	2384.00	2384.00
VÁLVULA BR DE 2" P/LIMPEZA	C/U	1.00	360.00	360.00
TAPA METÁLICA DE 0.90 M X 0.90 M X 1/8"	C/U	1.00	985.00	985.00
CERCO PERIMETRAL	m	8.00	292.74	2341.92
335 TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M³	42.00	13221.41	555299.05
MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMAC	M³	2,546.70	51.57	131320.70
MEZCLA SUELO-CEMENTO-ARENA (MAT.,MEZC.,COL	M ³	20.00	835.96	16719.20
BOTAR MATERIAL SOBRENTE DE EXCAVACION	M ³	2,546.70	45.00	114601.50

CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	M²	40.00	293.93	11757.31
CERCO DE ALAMBRE DE PUA 12 HILOS C/POSTE DE	M	38.00	292.74	11124.12
PUERTA DE MADERA Y ALAMBRE DE PUAS	C/U	1.00	633.19	633.19
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	M³	42.00	9814.79	412221.04
VALVULA DE PASE DE 2" HF	C/U	2.00	4803.84	9607.68
VÁLVULA DE FLOTADOR PVC DE 2"	C/U	1.00	2384.00	2384.00
MEDIDOR MAESTRO DE 2"	C/U	1.00	5596.33	5596.33
CAJA PARA PROTECCION DE VALVULAS	C/U	2.00	2100.00	4200.00
TUBERIA HIERRO GALVANIZADO DE 2" CON ACCESC	M	15.00	232.75	3491.25
ANDEN DE CONCRETO 2500 PSI S/REF. (E=7 CM)	M ²	34.40	315.87	10865.93
CANAL DE CONCRETO SIMPLE DE 2500, W=0.30, H=C	M	38.40	282.98	10866.43
PELDAÑO DE HIERRO CORRUGADO DE 3/4",W=0.30M	C/U	10.00	126.32	1263.20
CONCRETO REFORZADO DE 3000 PSI (CON MEZCLA	M ³	17.63	13421.31	236617.70
CONCRETO CICLOPEO	M ³	33.60	2560.00	86016.00
REPELLO Y FINO	M ²	130.16	130.00	16920.80
SELLADOR PARA PAREDES TANQUE DE AGUA POT/A	M ²	49.61	300.00	14883.00
PINTURA CORRIENTE EXTERIOR	M ²	80.56	87.00	7008.72
RESPIRADERO DE TUBO DE H°G° DE 3"	C/U	1.00	900.00	900.00
ZAMPEADO DE PIEDRA BOLON	M ³	1.00	1600.00	1600.00
340 FUENTES Y OBRAS DE TOMA	C/U	1.00	376763.52	376763.52
ESTACION DE BOMBEO	C/U	1.00	207396.78	207396.78
VÁLVULA DE PURGA DE AIRE Y VACÍO HF DE 3/4" CON F	C/U	1.00	2556.46	2556.46
VÁLVULA CHECK HF EXTREMOS BRIDADOS DE 2"	C/U	1.00	5556.65	5556.65
VÁLVULA DE ALIVIO HF DE " EXTREMOS BRIDADOS	C/U	1.00	8377.50	8377.50
VÁLVULA DE PASE HF DE 2"	C/U	2.00	7261.37	14522.74
VÁLVULA DE PASE DE BRONCE DE 1/2" TIPO COMPUER	C/U	1.00	448.50	448.50
MEDIDOR MAESTRO DE EXTREMOS BRIDADOS DE 2"	C/U	1.00	5931.00	5931.00
MANÓMETRO DE CARGA PARA 300 PSI DE GLICERINA	C/U	1.00	1560.00	1560.00
TUBO HOGO DE 2" Y ACCESORIOS	M	6.70	680.00	4556.00
PINTURA EXTERIOR DE SARTA DE BOMBEO	GLB	1.00	1620.00	1620.00
COLUMNA DE TUBO DE HIERRO GALVANIZADO DE	M	18.30	451.29	8258.61
BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE 5 HP, Q=25.4 GPM, C	C/U	1.00	115450.00	115450.00
ARRANCADOR MAGNETICO DE 5 HP CON TODAS SU	C/U	1.00	38559.32	38559.32
PROTECCIONES INCLUYE PRESOSTATO				
CASETA DE CONTROL ELECTRICO	M²	1.00	59951.70	59951.70
BORDILLO DE BLOQUE PARA ACERAS 20 CMS DE A	M	14.20	180.00	2556.00

FUNDACIONES	M ³	0.80	2173.93	1739.14
ESTRUCTURAS DE CONCRETO	M ³	1.26	9700.55	12222.69
MAMPOSTERIA (INCLUYE ACABADOS)	M ²	23.41	550.90	12896.57
PISO DE CONCRETO 2500PSI 2"DE ESPESOR (EMBA	M ²	12.30	431.25	5304.36
TECHOS Y FASCIAS	M ²	15.50	800.98	12415.22
PUERTAS	C/U	1.00	4695.90	4695.90
VENTANAS	M ²	1.60	810.36	1296.57
ELECTRICIDAD	GLB	1.00	1520.89	1520.89
PISO DE CONCRETO 2500PSI 2"DE ESPESOR (EMBA	M ²	12.30	431.25	5304.36
INSTACIONES ELECTRICAS	C/U	1.00	103512.53	103512.53
CANALIZACION SOTERRADA PVC 1/2"CON CAPA DE	M	5.00	40.19	200.95
ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE # 12 AWG	M	15.00	15.00	225.00
BREAKER DE 2 X 40 AMPERIOS	C/U	1.00	487.90	487.90
BREAKER DE 1 X 20 AMPERIOS	C/U	2.00	370.80	741.60
ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE # 4 AWG	M	45.00	27.32	1229.40
CANALIZACION ELECTRICA EMT DE 3/4"	M	3.00	90.50	271.50
BREAKER DE 2 X 60 AMPERIOS	C/U	1.00	546.45	546.45
CANALIZACION ELECTRICA EMT DE 1/2"	M	10.00	85.29	852.90
PANEL CH 125 AMP; 120/240 V. 12 ESPACIOS	C/U	1.00	1648.60	1648.60
BREAKER DE 2 X 15 AMPERIOS	C/U	1.00	331.77	331.77
CALAVERA EMT DE 1 1/2"	C/U	1.00	226.96	226.96
POLO A TIERRA CON VARILLA COPERWEL DE 5/8" X	C/U	2.00	860.15	1720.30
BANCO DE TRANSFORMADORES 1X10 KVA 14.40X24	C/U	1.00	26888.75	26888.75
CABLE DE ALUMINIO # 1/0 ACSR - ASC	M	135.00	101.48	13699.80
CANALIZACION ELECTRICA EMT DE 1 1/2"	M	6.00	147.25	883.50
CABLE SUMERGIBLE # 12 X 3 A.W.G.	M	30.00	144.71	4341.30
HA-100B/C ESTRUC.RETENCION:VIENTO SENCILLO 1	C/U	2.00	3500.00	7000.00
TR2-105/CESTRUC.MONOFASICA (NO INC. TRANSF.N	C/U	1.00	15128.53	15128.53
MT-605/C:MONTAJE MONOFASICO-FIN DE LINEA	C/U	1.00	3326.40	3326.40
MT-607/C:MONTAJE MONOFASICO-DERIVACION MON	C/U	1.00	1136.50	1136.50
MT-801/C:MONTAJE TRIFASICO CON ANGULO DE 0° A	C/U	1.00	3533.12	3533.12
CABLE SUMERGIBLE # 12 X 3	M	30.00	144.71	4341.30
PAGOA UNION FENOSA	GLB	1.00	14750.00	14750.00
CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	M²	20.00	295.13	5902.51
CERCO DE ALAMBRE DE PUA 12 HILOS C/POSTE DE	M	18.00	292.74	5269.32
PUERTA DE MADERA Y ALAMBRE DE PUAS	C/U	1.00	633.19	633.19

	TRATAMIENTO AGUAS GRISES	C/U	1.00	112678.46	112678.46
	LAVANDERO MEDIANO	C/U	50.00	953.27	47663.30
	BIDÓN PLÁSTICO DE 20 LTS	C/U	50.00	156.00	7800.00
	CODO PVC DE 2" X 90°	C/U	188.00	47.02	8840.56
	TUBO PVC DE 2" SDR-41	M	399.50	53.74	21468.68
	TUBO PVC DE 1" SDR-26	M	23.50	25.81	606.50
	TUBO PVC DE ½" SDR-13.5	M	23.50	15.01	352.72
	PEGAMENTO PVC	GLB	2.82	650.00	1833.00
	FILTRO DE PIEDRA BOLÓN Y ARENA	M ³	26.50	585.00	15502.50
	BASE DE CONCRETO CICLOPEO P/LAVADERO	M ³	3.68	2340.00	8611.20
350	CONEXIONES	C/U	47.00	1663.21	78171.00
	CONEXIONES INTRADOMICILIARES	C/U	50.00	1563.42	78171.00
	TUBERIA PVC DE 1/2" SDR- 13.5 CON ACCESORIOS	M	803.00	32.00	25696.00
	MEDIDOR 1/2" DOMICILIAR P/AGUA POTABLE (C/CAJ)	C/U	50.00	1049.50	52475.00
360	EQUIPO DE CLORINACION (COMPLETO) (CTI - 8)	C/U	1.00	8432.00	8432.00
	CLORADOR CTI - 8	C/U	1.00	8,432.00	8432.00
370	LIMPIEZA Y ENTREGA	GLB	1.00	5000.00	5000.00
	01- LIMPIEZA FINAL	GLB	1.00	5000.00	5000.00
	LIMPIEZA FINAL	M ²	500.00	10.00	5000.00
	COSTO TOTAL REFERENCIAL				1,772,858.02
	ADMINISTRACIÓN 10%		0.1		177,285.80
	TRANSPORTE 5%		0.05		88,642.90
	UTILIDADES 15%		0.1		177,285.80
	COSTO TOTAL			C\$	2,216,072.52

Anexo 6. Especificaciones técnicas de materiales y equipos

1 Especificaciones técnicas de materiales y equipos

a) Equipo de bombeo

El equipo de bombeo estará conformado por bomba y motor sumergible; siendo sus características de operación las siguientes:

Caudal	(l/s).
CTD	(pies).
Potencia del Motor	(hp).

Los tazonos deberán estar libres de ampollas, picaduras o cualquier otro defecto. Con la potencia del motor se debe cubrir todo el rango de operación de la bomba.

Se deberá especificar en la oferta los materiales de construcción de cada una de las partes componentes de la bomba. La misma deberá venir acompañada con la curva de operación.



Columna

La tubería de columna o de descarga con diámetros de 1" debe ser de hierro galvanizado. Esta debe suministrarse en tramos de 20 pies. Cada tubo debe traer roscas y camisas de unión en ambos extremos. Las roscas deben venir cubiertas por un protector plástico o metálico para evitar daños durante el transporte.



Cable de alimentación

El cable de alimentación del motor eléctrico sumergible debe ser propio para instalaciones que están en contacto directo con el agua. Cada conductor debe estar forrado con un aislamiento de hule.



Plato soporte de descarga

El soporte de descarga requerido es un plato de 12" de diámetro exterior y un espesor no menor de una pulgada, más un codo de 90 grados. Este debe tener la capacidad de soportar la carga estática y dinámica del equipo de bombeo.

2 Tubería

a) Excavación

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicadas en los planos. El fondo de la zanja será conformando a mano, de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo sobre un suelo firme y uniformemente planos entre las depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas.

El ancho de zanjas no será mayor que el diámetro nominal de la tubería más 0.45 metros, ni menor de 0.60 metros. Se requiere una cubierta de 1 metro sobre el tubo, salvo que sea necesario evitar obstáculos en cuyo caso se excavará a la profundidad indicada en los planos o lo que indique el supervisor.

Si en el fondo de la zanja se encontrasen materiales inestables, basura o materiales orgánicos, que en opinión del supervisor deban ser removidos, se excavará y se removerán dichos materiales hasta la profundidad que ordene el supervisor.

Los materiales inaceptables como apoyo de la tubería serán removidos y sustituidos por material granular que serán apisonados en capas que no excedan 15 centímetros hasta un nivel que corresponda a $\frac{1}{4}$ del diámetro interior del tubo.

Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera se removerá hasta una profundidad de 15 centímetros bajo la superficie inferior del tubo. Después la zanja se rellenará hasta la sub rasante con material granular de la manera descrita anteriormente.

3 Instalación de tubería y accesorios

Los tubos se colocarán de conformidad con la alineación y de acuerdo a lo indicado en los planos o designados por el supervisor, quien podrá ordenar cambios en alineación y nivel de la tubería, cuando lo considere necesario.

La instalación de la tubería se efectuará con herramientas y equipos apropiados para este fin. La instalación de tuberías y accesorios de PVC será de acuerdo con especificaciones recomendadas por el fabricante.

Salvo que se indique lo contrario en los planos, el tendido de tubería en curvas se hará flexionando la tubería en las juntas. La deflexión máxima de cada junta no deberá exceder la recomendada por el fabricante.

4 Instalación de válvulas y accesorios

Se instalarán las válvulas de compuerta conforme a los sitios indicados en los planos. Estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá instalarse de tal manera que la tuerca para operar la válvula quede en una posición vertical. Las tapas de los tubos de protección de válvulas se instalarán a ras con la superficie del terreno; las cuales serán construidas en el sitio con la proporción 1:4 una de cemento y cuatro de arena con varillas de $\frac{1}{4}$ de pulgadas.

5 Encofrado y arriostramiento

Cuando se consideren necesarias las zanjas y otras excavaciones, deberán ser encofradas y arriostradas a fin de prevenir cualquier movimiento de tierra, evitar a los tubos cualquier daño y proteger a los trabajadores en la zanja.

6 Remoción de agua

Se utilizará bomba o cualquier otro equipo necesario para remover el agua de las zanjas antes de colocar materiales en ella misma. El constructor deberá disponer del agua, de tal forma que no ocasione daño a la propiedad o inconveniencia al público.

7 Relleno y compactación

Salvo que el ingeniero indique lo contrario, las zanjas no se rellenarán hasta que la tubería sea sometida a una prueba hidrostática.

Solamente materiales seleccionados provenientes de las excavaciones deben usarse para relleno a los costados y hasta 30 centímetros sobre la parte superior de la tubería. El relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan 10 centímetros. Si los materiales de la excavación no se consideran apropiados para relleno, en opinión del supervisor, el constructor obtendrá por su cuenta en otro sitio, los materiales requeridos.

El relleno de zanja en carreteras y calles debe ser desde 30 centímetros sobre el tubo hasta la rasante, se hará con material de la excavación colocado y apisonado en capas de 0.15 metros. No se permitirán piedras en el relleno alrededor del tubo y piedras de más de 0.10 metros, serán excluidas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica.

8 Colocación y disposición de materiales excavados

Materiales extraídos de la zanja serán colocados y dispuestos de tal manera que no obstruyan indebidamente el tráfico de vehículos y peatones en las calles, aceras y entradas a casas.

El ingeniero podrá levantar el relleno sobre zanja hasta una altura de 0.20 m. sobre el nivel del terreno natural con el material de relleno sobrante. Si sobra aún después de éste algún material o éste a juicio del Ingeniero no fuera adecuado para material, estos deberán ser removidos del sitio de la obra a un lugar adecuado, señalado por el ingeniero a cargo de la obra.

9 Prueba hidrostática

Después de instalar el tubo y antes de rellenar la zanja, el contratista someterá a prueba, secciones de tubería que no exceda 300 metros de longitud salvo que el supervisor oriente probar secciones más largas. En casos especiales aprobado por el supervisor, la tubería debe probarse a una presión hidrostática de no menor de 160 libras por pulgada cuadrada y se mantendrá esta presión durante no menos de una hora. El constructor instalará los bloques de empuje temporales, tapones, y todo aparato necesario para el ensayo.

Se requiere que todo aire sea expulsado del tubo antes de elevar la presión de prueba, aquí estipulado y con este fin se instalarán llaves maestras donde el supervisor lo considere necesario.

Los tubos y accesorios serán revisados cuidadosamente durante el ensayo a presión y los que se encuentren rajados o dañados serán removidos y reemplazados.

Toda junta será revisada durante la prueba y donde se manifieste filtración o derrame, El contratista reparará las juntas hasta que éstas queden impermeables.

La pérdida de agua de los tubos no debe exceder los siguientes límites por cada 100 juntas.

Pérdida de agua en la tubería

Diámetro de tubería (pulgadas)	Máximas fugas permisibles (galones/hora/100 juntas)
2 y menos	0.8
3	1.2
6	2.3
6	2.3

10 Desinfección

Después del ensayo de la tubería se procederá a la desinfección la cual se efectuará llenando la tubería con agua e introduciendo una solución de cloro residual después de 24 horas. El contratista deberá suministrar todo aparato, equipo y cloro necesario, para efectuar la desinfección de la tubería, además de los tubos y equipos que sean necesarios para remover el agua durante el baldeo de la tubería.

11 Bloques de reacción

Los bloques de reacción de concreto deben colocarse en los sitios designado en los planos en accesorios como tee, codos, reductores, tapones, etc. Todo bloque de reacción se colocará contra tierra firme y las dimensiones de éstos deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos.

12 Restauración de la superficie

El contratista deberá restaurar a su condición original, toda superficie removida por él, durante la ejecución de la obra.

13 Cruce de cauce

Cruces de alcantarillas y cauces se harán en los sitios indicados en los planos y de conformidad con los detalles en ellos indicados.

14 Instalación de conexiones domiciliarias

El Ingeniero a cargo de la obra señalará la ubicación exacta de cada una de las conexiones a construir.

a) Excavación

El trazado de las conexiones será a 90 grado respecto a la tubería de alimentación de la conexión. Los costados de la zanja deberán ser verticales y el fondo conformado a mano de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme, continuo en toda su longitud; el ancho de la zanja no deberá exceder de 0.60 metros.

b) Instalación de tubería

La perforación de tubería de servicio de agua potable se hará en un costado del tubo en un ángulo de 90 grados respecto al eje vertical. Antes de colocar la silleta o abrazadera, el tubo debe limpiarse con un cepillo hasta dejar la superficie uniforme y lisa donde se ajuste completamente al accesorio. Las tuercas de la abrazadera deben apretarse uniformemente y los suficiente para proveer una conexión hermética, pero que no llegue a ocasionar ruptura a la tubería. Después de efectuada la perforación, al agujero debe introducirse un punzón para remover las virutas de material que pueda haber quedado. El detalle de la conexión domiciliar de agua potable aparece en planos.

15 Caseta de controles eléctricos y cloración

Los alcances de los trabajos en las paredes de mampostería incluyen la preparación de superficies, la construcción de estructuras de concreto reforzado

en las paredes indicadas en los planos: cerramientos de paredes de bloques, piqueteo de superficies de concreto, repello y fino.

Materiales

- Zinc calibre 26.
- Bloque.
- Cemento.
- Varilla corrugada 3/8" y lisa 1/4".
- Otros.

El cemento a ser utilizado en la fabricación del concreto mortero demandado por las unidades de mampostería y en los acabados, será Portland tipo I, debiendo cumplir con la especificación ASTM-C-150. Será suplido completamente fresco, en su empaque original y sin mostrar evidencias de endurecimiento.

Los agregados deben ser almacenados en forma ordenada, para que no se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materias extrañas. Deben cumplir con las especificaciones ASTM C-33 designados para los agregados de concreto. El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura y libre de materia orgánica y de todo recubrimiento.

El agua a utilizarse en las mezclas deberá ser de calidad potable, libre de toda sustancia aceitosa, salina, ácidos, álcalis o materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser nocivos para el concreto o el refuerzo

El acero de refuerzo deberá cumplir con las especificaciones ASTM-A-615 de grado 40, con límite de fluencia $F_y = 40000$ psi.

Antes de su colocación, el acero se limpiará de toda suciedad u óxido superficial. Las varillas se doblarán en frío, ajustándose a los detalles que aparecen en los planos.

16 Movimiento de tierra

El trabajo consiste en la preparación del sitio, nivelación, excavación y relleno. Se removerán del sitio de la obra todas las piedras y cualquier obstáculo que pueda interferir con los trabajos de construcción. El contratista tomará todas las medidas necesarias para no causar daño a terceros en la eliminación de los desechos provenientes de esta operación.

En las fundaciones excavar hasta las profundidades necesarias, nivelar y limpiar todo el material suelto.

Excavar el material inadecuado debajo de las estructuras según lo especifique el ingeniero y rellenar con material adecuado escogido del sitio, compactar y rellenar a un 90 % Proctor Standard en capas que no excedan 10 centímetros.

17 Construcción de tanque de concreto ciclópeo sobre suelo

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicadas en los planos obliga al contratista a suplir en instalar cada artículo o material con el proceso o método indicado y suplir toda la mano de obra y equipos necesarios para la terminación de la obra.

a) Concreto reforzado.

El concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3000 libras por pulgadas cuadrada.

Para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesaria para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con las normas **613-54 del ACI**. No se permitirá cambios en las proporciones sin la aprobación del ingeniero.

b) Concreto ciclópeo.

Se empleará concreto ciclópeo que consistirá de un **60%** de concreto clase “C” (140 Kg/cm²) y un **40%** de piedra grande bruta por volumen sólido de la mezcla. Se usará piedra que sea manejable por un hombre y deberá quedar rodeada por una capa de concreto de no menos 30 cm de concreto, y ninguna podrá quedar a menos de 60 cm. de cualquier superficie superior, ni menos de 20 cm de un coronamiento (**Nic 80 / Sección 602.11.11**).

Concreto clase “C”, este concreto tendrá una resistencia característica mínima a la compresión de 140 Kg/cm² a los 28 días; proporción 1:3:4.

Las piedras bolón deberán ser de roca sólida, no se permitirán bolones de piedras calizas, terrones o material fácilmente disgregable.

La colocación de la piedra bolón se hará de manera que las juntas queden completamente llenas de mortero y no haya espacios vacíos obteniendo así la conformación monolítica de la piedra con el mortero, deberá colocarse la piedra con arte de manera que la apariencia de la pared de bolón presente un buen acabado.

c) Materiales

El cemento a emplearse en las mezclas de concreto será cemento Portland tipo I, sujeto a las especificaciones **ASTM C-150-69**. Deberá llegar al sitio en sus envases originales y enteros.

El agregado fino será arena natural de cauce o Motastepe, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica o detrito de conchas marinas; sujeta a las especificaciones **ASSHTO-R92-93 y ASTM –C-33-92**. En caso de usarse arena de cauce de la zona, ésta deberá ser lavada para eliminar todo limo o tierra vegetal que contenga.

El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a especificaciones **ASTM-C-33-6IT**.

El tamaño más grande permitido del agregado será un quinto (1/5) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos de concreto, o tres cuarto (3/4) del espaciamiento libre mínimo de refuerzo según lo recomendado por la norma ASTM C-33 y sus dimensiones máximas deberán cumplir con la sección 33 del reglamento.

El agua a emplear en la mezcla del concreto deberá ser limpia, libre de aceite, ácido o cantidades perjudiciales de material vegetal, álcalis y otras impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o refuerzo, deberá ser previamente aprobada por el Ingeniero.

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación **ASTM A-305** con un límite de fluencia de 40,000lbs por pulgadas cuadrada, de acuerdo a las especificaciones **ASTM A-615-68**, Grado 40. Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

d) Almacenamiento de materiales

El cemento se almacenará en bodegas secas, será sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El cemento debe llegar al sitio de la

construcción en sus envases originales y enteros. No se utiliza cemento dañado o ya endurecido.

Los áridos finos y gruesos se manejarán y almacenarán separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materiales extraños.

Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

e) Colocación del acero de refuerzo

La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se hará de acuerdo con las normas y recomendaciones 318-89 del ACI.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del proyecto, sin errores mayores de un centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro.

Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre o tacos de concreto y entre sí con ataduras de alambre de hierro dulce No.18, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente.

No se dispondrá sin necesidad, el empalme de varillas no señaladas en los planos sin autorización del ingeniero.

f) Dosificación y mezcla

Las dosificaciones de cemento, agregados y agua utilizados deberán ser aprobados por el Ingeniero. Se harán basándose en pruebas de clasificación y contenido de humedad de los materiales, asentamiento de la mezcla de concreto y resistencia del concreto, comprobada por pruebas de resistencia a la comprensión ejecutadas en cilindros de este material, la cantidad de cilindros será de 4 cilindros por cada llena o lo que decida el ingeniero.

Estas pruebas deberán ser realizadas por un laboratorio seleccionado de una terna de laboratorios de pruebas de reconocida competencia y pagadas por contratista. Informes certificados de las pruebas deberá ser presentado al Ingeniero, antes de proceder al vaciado de concreto. El contratista no podrá cambiar abastecedores de materiales durante el curso del trabajo sin autorización del ingeniero y presentación de nuevas pruebas certificadas de laboratorio. Excepto cuando se especifique lo contrario, el concreto será mezclado en sitio. La mezcla del concreto se ajustará a los requerimientos de las Normas 613-54 y 614-59 del ACI.

El método para determinar la cantidad correcta de agua y agregado para cada mezcla, debe ser de un tipo que permita controlar con exactitud la proporción de agua y cemento verificarla fácilmente en cualquier momento, el revenimiento de la mezcla no deberá ser mayor de 4" pulgadas y/o conforme el diseño del concreto sometido por el contratista y aprobado por el ingeniero.

g) Colocación del concreto

La colocación o vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las normas 318-89, 605-59 Y 614-59 del ACI y en la forma que aquí se modifica. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala, las que acusen señales de segregación.

No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca será lo suficiente como para causar el flujo y asentamientos del concreto en su lugar.

h) Curado del concreto

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto. Una vez desencofrado cualquier miembro actual, se mantendrá húmedo todo el día por un período de 7 días. En caso de la fundación masiva para el tanque, se esparcirá una capa de arena en toda la superficie, la cual se mantendrá húmeda todo el día y teniendo el cuidado de humedecerla por las noches durante los siete días del curado.

g) Excavación

El contratista replanteará el trabajo y será responsable de su marcación de acuerdo a las referencias de los planos, las cuales deberán ser mantenidas durante el progreso del trabajo.

El contratista establecerá un banco de nivel permanente que servirá de referencia para todos los niveles.

El contratista será responsable de la conservación de este banco de niveles y pagara el costo de su reposición si se pierde por su negligencia.

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos. La excavación se extenderá a una distancia tal de las paredes que permita llevar a cabo las diferentes operaciones de construcción e inspección de la obra, el mejoramiento del suelo donde se construirá el tanque, será de acuerdo a lo recomendado por el laboratorio de suelo que efectúe los estudios.

Toda obstrucción, troncos y desperdicios en el área del movimiento de tierra serán removidos fuera del predio por el contratista. Si no se encontrara un subsuelo a la profundidad con un soporte adecuado, el contratista notificará inmediatamente al ingeniero. El contratista no procederá con el trabajo hasta que no se le den las instrucciones correspondientes y se hagan las mediciones

para obtener el volumen adicional de excavación. El contratista mantendrá el área de excavación convenientemente drenada para no perturbar la estabilidad de las fundaciones y del suelo de soporte. El fondo de la excavación debe quedar a nivel, libre de material suelto y llevarse hasta los niveles indicados sin alterar el suelo a dichos niveles.

El contratista mantendrá en todo momento los pozos y zanjas de las cimentaciones libres de agua. Proveerá el bombeo necesario para mantener durante la construcción los espacios excavados libres de agua. En caso se encontraran filtraciones y ojos de agua en la excavación, el ingeniero deberá ser notificado, y el contratista deberá proveer sin costo adicional desagüe.

Si por error del contratista se llevara la excavación más debajo de las líneas exactas del fondo de las fundaciones y de los pisos de hormigón sobre tierra, el contratista llenará el exceso con hormigón debajo de las paredes y cimientos y con grava debidamente compactada debajo de las losas, sin costo alguno para el contratista.

A fin de mantenerlas firmes y seguras, se apuntalarán y arriostrarán excavaciones en la forma requerida y aprobada por el Ingeniero. Se removerán los puntales a medida que la obra progrese, asegurándose esta medida hasta que los terraplenes estén completamente seguros de colapsos y desprendimientos.

h) Limpieza

Todo material sobrante resultado de la excavación del sitio, será removido del predio al costo del contratista. Asimismo todos los desperdicios y escombros resultados de estos trabajos, se removerán del sitio, el cual se entregará limpio y en condiciones aceptables.

18 Partes a ser construidas de concreto

Todas las partes del tanque que fueren construidas de concreto, tales como fundaciones, losas, vigas, columnas, recubrimiento de losa de techo, etc., deberán ser construidas siguiendo invariablemente las alineaciones horizontales y verticales de los planos de detalle y cumpliendo la condición de que el concreto se coloque monolíticamente.

a) Curado del concreto

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto de las estructuras.

Todas las superficies expuestas, deberán mantenerse húmedas por un período de (7) días después que el concreto haya sido colocadas y desencofrado. Se evitarán causas externas (sobrecargas, vibraciones, etc.) que puedan provocar fisuras en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

Remoción de formaletas y obras falsas

La formaleta de la losa superior y columna central podrá ser removida parcialmente a los 21 días después de colada, quedando ciertos soportes a criterio del ingeniero para removerse a los 28 días. El proceso de remoción deberá hacerse de tal forma que no cause daño a la estructura o superficie.

b) Acabado de superficies expuestas

Cuando las formaletas sean removidas las superficies de concreto serán razonablemente lisas, libre de ratoneras, poros o protuberancias. Si estos defectos se presentan deberán ser reparados de la forma aprobada por el ingeniero sin costo adicional para el dueño.

c) Trabajos defectuosos

Cualquier trabajo defectuoso que se descubra después que las formaletas hayan sido removidas, deberá ser reparado de inmediato después que el ingeniero lo haya observado. Si las partes de concreto tuvieran abultamientos, irregularidades, o muestras excesivas ratoneras o marcas notorias del formateado cuyos defectos a criterio del ingeniero no puedan ser reparadas satisfactoriamente, entonces toda parte defectuosa será removida o reemplazada sin que ello represente costo adicional para el contratista por trabajos y materiales ocupados en la remoción defectuosa.

d) Pruebas

Una vez que el tanque esté totalmente terminado se ejecutará una prueba, ésta consiste esencialmente en una prueba de impermeabilidad la cual se hará de la forma siguiente: Se debe llenar el tanque hasta la altura del rebosadero durante un período de 48 horas, reponiendo continuamente el agua que sea consumida por la saturación de los materiales que forman las partes del tanque. A continuación se dejará lleno el tanque por 72 horas más no debiendo rebajar el nivel del agua más de 9 centímetros. Cualquier fuga deberá ser revisada por el ingeniero y recomendar su reparación en la forma más adecuada sin que ello signifique costos extras para el contratista.

e) Acabado interno de paredes

En la parte interior de las paredes se aplicará un repello de 1.5 centímetros, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello, se aplicará un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad, posteriormente las paredes y fondo serán impermeabilizados con pinturas epóxicas de dos componentes, tal a como se menciona en el artículo de "Pintura".

f) Escalera interior

Se deberá suministrar e instalar una escalera interior, construida con peldaños de acero galvanizado, 1/2 pulgada de diámetro. Los peldaños tendrán un ancho de 0.30 y de esparcimiento entre peldaños de 0.40 metros.

g) Boca de inspección

Se construirá una boca de inspección de acceso en la losa superior, dicha boca de inspección deberá construirse conforme a detalles mostrado en los planos constructivos.

h) Respiradero

El tanque deberá estar provisto de un respiradero de ventilación de conformidad al detalle de los planos constructivos.

i) Tubería de entrada, salida y limpieza

El tanque se proveerá de un tubo de entrada, salida y uno de limpieza cuya disposición y dimensiones deberán ajustarse a lo mostrado en los planos de detalles constructivos, éstos accesorios deberán ser colocados al construirse las paredes de manera que se asegure un empotramiento perfecto que asegure impermeabilidad.

j) Rebosadero

El tanque deberá tener un rebosadero de conformidad al detalle y dimensiones que se indican en los planos.

k) Pintura

Se pintará la escalera interna del tanque de la manera siguiente: dos manos de pinturas epóxicas, las paredes internas y fondo del tanque se pintarán con dos manos de pintura epóxicas HI-SOLIDS CATALIZED EPOXY - SHERWIN.

Anexo 7. Análisis de metales pesados



LABORATORIOS QUIMICOS S.A. LAQUISA

Cliente: tecno bomba S.A
Dirección: Ferretería briones 4 y ½ c al este
Lugar muestreo: La Concordia, Jinotega.
Munic. /depto.
Nombre muestra: Pozo comunal, comunidad las Quebradas, la Concordia, perforado a mano a 100 mt de profundidad, para consumo humano.
Fecha de muestreo: 12/09/14
Descripción muestra: agua
Fecha ingreso: 13/09/14
Fecha de informe: 03/11/14
Ref. laboratorio: Ag-4624-14
Muestreado por: cliente
Numero de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
Turbidez	UNT	1.60
PH a 25, 0 °C	Unidad	8.28
Temperatura	°C	NR
Concentración de Iones		
Hidrógeno	PH mg lts	NR
Cloro Residual	mg/l	
Cloruros	mg/L	13.5
Conductividad	Ms/cm	338
Dureza	mg/l CaCO ₃	74.6
Sulfatos	mg/l	4.1
Aluminio	mg/l	
Calcio	mg/l	23.9
Cobre	mg/l	
Magnesio	mg/l CaCO ₃	3.6
Sodio	mg/l	33.2
Arsénico	mg/l	0.0068
Sólidos Totales	mg/l	400
Zinc	mg/l	
Alcalinidad	mg/l	-
Bicarbonatos	mg/l	180.3
Nitratos – NO ₃ ⁻¹	mg/l	0.9
Nitritos – NO ₂ ⁻³	mg/l	0.03

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



Lic. Julio César Barrera Berrios
 Analista

Carretera León - Managua Km. 83
 Apartado 154 - León, Nicaragua
 laquisa@gmail.com

Anexo 8. Análisis físico químico



LAQUISA
Tel: (505) 2733-0453
C.A. C.R. 08042550
C.C. P.N.V. 08042011

LABORATORIOS QUIMICOS S.A. LAQUISA

Cliente: tecno bomba S.A
Dirección: Ferretería briones 4 y ½ c al este
Nombre muestra: Pozo comunal, comunidad las Quebradas, la Concordia, perforado a mano a 100 mt de profundidad, para consumo humano.
Descripción muestra: agua
Fecha ingreso: 13/09/14
Ref. laboratorio: Ag-4624-14
Numero de muestreo:

Lugar muestreo:
Munic. /depto. La Concordia, Jinotega.
Fecha de muestreo: 12/09/14

Fecha de informe: 03/11/14
Muestreado por: cliente

Análisis	Unidad	Resultado
Amonio	mg/l	< 0.0003
Hierro	mg/l	0.17
Balance iónico de la muestra	mg/L	0,86
Cianuro Total	mg/L	<0,010
Arsénico	µg-l ⁻¹	<0.99
Manganeso	µg-l ⁻¹	124.21
Mercurio	µg-l ⁻¹	0.45

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



Lic. Julio César Barrera Berrios
Analista

Carretera León - Managua Km. 83
Apartado 154 - León, Nicaragua
laquisa@gmail.com

Anexo 9. Análisis bacteriológico



LABORATORIOS QUÍMICOS S.A. LAQUISA

Cliente: tecno bomba S.A
Dirección: Ferreteria briones 4 y ½ c al este
Nombre muestra: Pozo comunal, comunidad las Quebradas, la Concordia, perforado a mano a 100 mt de profundidad, para consumo humano.
Descripción muestra: agua
Fecha ingreso: 13/09/14
Ref. laboratorio: Ba-4624-14
Numero de muestreo:

Lugar muestreo:
Munic. /depto. La Concordia, Jinotega.
Fecha de muestreo: 12/09/14
Fecha de informe: 03/11/14
Muestreado por: cliente

Análisis	Unidad	Resultado
Coliformes Totales	MMP/100ml	3.30E-04
Coliformes fecales	MMP/100ml	3.30E-04
Eschericha Coli	Factor dilución	3.30E-04

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



Lic. Julio César Barrera Berríos
 Analista

Carretera León - Managua Km. 83
 Apartado 154 - León, Nicaragua
 laquisa@gmail.com

- I. Condiciones de la vivienda** (Preg. 2, 3, 4, marcar con X una o más repuestas)
1. La vivienda es: a) Propia_____ b) Prestada____ c) Alquilada_____
 2. Las paredes son: a) Bloque___ b) Ladrillo___ c) Madera___ d) Otros_____
 3. El piso es: a) Madera_____ b) Tierra_____ c) Ladrillo_____ d) Otros_____
 4. El techo es: a) Zinc_____ b) Teja _____ c) Madera_____ d) Palma_____ e) Otros_____
 5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres ___ b) Dos___ c) No tiene_____
 6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena ___ b) Regular_____ c) Mala_____

II. Situación económica de la familia

1. Cuantas Personas del hogar trabajan?
2. Dentro de la Comunidad: H _____ M _____ Total _____
3. Fuera de la comunidad: H_____ M_____ Total_____
4. Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar? C\$ _____
5. El último pago de energía eléctrica, realizado en el hogar? _____
6. En que trabajan las personas del hogar?
a) Ganadería_____ b) Agricultura_____ c) Jornaleros_____ Otros _____ Cual? _____
7. Que cultivos realizan?
a) Arroz___ b) Frijoles___ c) Maíz___ d) Otros_____
8. Tienen Ganado?
Si_____ No_____ Cuanto: a) Vacuno_____ b) Equino_____ c) Caprino_____
9. Tienen animales Domésticos?
Si_____ No_____ Cuantos: a) Cerdos_____ b) Gallinas_____
10. Los animales domésticos están?
a) Encerrados_____ b) Amarrados___ c) Suelos_____
11. Los animales domésticos se abastecen de agua en?
a) El Río_____ b) Quebrada_____ c) Pozo_____

III. Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda (observar, verificar)

1. Tienen Letrina?

Si____ En qué estado se encuentra? a) Buena____ b) Regular____ c) Mala____(verificar) No____

Estaría dispuesto/a en construir su letrina Sí____ No____

2. Quienes usan la Letrina?

a) Adultos____ b) Niños/as____ c) Otros familiares____

3. La letrina está construida en suelo?

a) Rocoso____ b) Arenoso____ c) Arcilloso____

4. Que 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____

5. Existen charcas en el patio?

a) Si____(pasar # 19) b) No____

6. Como eliminan las charcas?

a) Drenando____ b) Aterrando____ c) Otros____

IV. Recursos y servicios de agua

1. Cuentan con servicio de agua?

a) Si____ Cual: _____ b) No____ Como se abastecen:_____ c) Cuanto pagan de agua al mes?_____

2. Quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer____ b) El hombre____ c) Los niños/as____ d) Otros____ Quien?_____

3. Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan ?_____

4. En qué almacena el agua?

a) Barriles____ b) Bidones____ c) Pilas____

5. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados _____ b) Destapados _____ c) Como _____ (verificar)

6. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera:

a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____

7. Qué condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

a) Tiene mal sabor _____ b) Tiene mal olor _____ c) Tiene mal color _____

V. Programa de agua potable y saneamiento rural (pasr)

1. Conoce el Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural del FISE? a)

Si _____ b) No _____ c) Poco _____ Que sabe? _____

2. Le gustaría tener Servicio de Agua Potable en su hogar?

a) Si _____ b) No _____ c) Porque _____

3. Cuanto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio? (marcar una)

a) C\$ 20 a 35 _____ b) C\$ 36 a 50 _____ c) C\$ 51 a más _____ d) No estaría dispuesto/a _____ Porque? _____

VI. Organización comunitaria:

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

Que tipo? a) Productiva _____ b) Social _____ c) Religiosa _____ d) Otra _____

No _____ Porque? _____

2. Cuantos 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) Porque _____

VII. Situación de salud en la vivienda

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

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

1. Están vacunados los niños y niñas?

Si _____ b) No _____ Por qué? _____

2. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como: Lavado de manos

a) Si _____ b) No _____ c) Porque? _____

Hacen buen uso del Agua

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

Hacen buen uso de la letrina

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

3. Cuantos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año pasado?

Vivos/as: Niñas _____ Niños _____ Total _____

Fallecidos/as: Niñas _____ Niños _____ Total _____

Nombre del Encuestador(a)

Nombre del Supervisor(a)