

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA

UNAN-RURD

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION

INGENIERIA CIVIL



**TRABAJO DE SEMINARIO DE GRADUACION PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**PROPUESTA DE DISEÑO HIDRAULICO A NIVEL DE
PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE EN LA COMARCA “CUAJACHILLO #2” MUNICIPIO DE
CIUDAD SANDINO, DEPARTAMENTO DE MANAGUA, AGOSTO-
NOVIEMBRE 2016.**

Autores:

- Br. Yader Rider López Madriz
- Br. Luis Alberto Reyes Linares

Tutor: Msc. Ingeniero Ervin Cabrera Barahona

Asesor: Lic. Leonardo González Estrada

Managua, Agosto de 2016

Contenido

DEDICATORIA	10
AGRADECIMIENTO	11
RESUMEN	12
1. INTRODUCCION	13
2. ANTECEDENTES	14
3. JUSTIFICACION.....	15
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
5. OBJETIVOS	17
6. MARCO CONCEPTUAL	18
6.1 ESTUDIO SOCIOECONOMICO	18
6.2 TOPOGRAFIA	18
6.3 ESTUDIO DE POBLACION	18
6.4 CALIDAD DEL AGUA	19
6.5 RENDIMIENTO DE LA FUENTE	20
6.6 DOTACION	20
6.7 NORMAS Y REGLAMENTOS	20
6.8 PARAMETROS DE DISEÑOS.....	20
6.8.1 PERIODO DE DISEÑO	20
6.8.2 VARIACIONES DE CONSUMO.....	21
6.8.3 PRESIONES MAXIMAS Y MINIMAS	21
6.8.4 VELOCIDADES PERMISIBLES EN TUBERIAS	21
6.8.5 COBERTURA DE TUBERIAS.....	21
6.8.6 PERDIDAS DE AGUA EN EL SISTEMA.....	22
6.8.7 PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA.....	22
6.9 DISEÑO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA	22
6.9.1 FUENTE (POZO PERFORADO).....	22
6.9.2 ESTACION DE BOMBEO (FUENTE-CISTERNA DE BOMBEO).....	23
6.9.3 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO	25
6.9.4 EQUIPO ELECTRICO.....	26

6.9.5	ENERGIA.....	26
6.10	DISEÑO HIDRAULICO DE CISTERNA DE REBOMBEO.....	27
6.10.1	VOLUMEN DE CISTERNA.....	27
6.10.2	DIMENSIONAMIENTO.....	27
6.10.3	ESTACIÓN DE BOMBEO (CISTERNA TANQUE DE ALMACENAMIENTO).....	28
6.10.4	LINEAS DE CONDUCCION.....	28
6.10.5	TRATAMIENTO Y DESINFECCION.....	31
6.10.6	RED DE DISTRIBUCION.....	32
6.10.7	TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	33
7.	DISEÑO METODOLOGICO.....	35
7.1	TIPO DE INVESTIGACION.....	35
7.2	UNIVERSO Y MUESTRA.....	35
7.3	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	35
7.3.1	VARIABLES INDEPENDIENTES.....	35
7.3.2	VARIABLES DEPENDIENTES.....	37
7.4	RECOPIACION DE INFORMACION.....	38
7.4.1	MATRIZ DE OBTENCION DE LA INFORMACION.....	38
7.4.2	RECOPIACION DE DATOS POBLACIONALES.....	40
7.4.3	APLICACIÓN DE ENCUESTAS.....	40
7.4.4	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.....	40
7.4.5	RECOPIACION DE DATOS GENERALES DE LA FUENTE.....	41
7.5	PROCESAMIENTO DEL MATERIAL ENCUESTADO.....	41
7.6	PROCESAMIENTO DE DATOS TOPOGRAFICOS.....	41
7.7	DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA.....	42
7.7.1	ESTACION DE BOMBEO.....	42
7.7.2	LINEA DE CONDUCCION.....	42
7.7.3	RED DE DISTRIBUCION.....	42
7.7.4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	42
7.7.5	ANALISIS HIDRAULICO.....	42
7.8	PRESUPUESTO.....	43

8.	CAPITULO I: DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO	43
8.1	Descripción general de la comunidad	44
8.1.1	Localización	44
8.1.2	Extensión	45
8.1.3	Límites y colindancias	45
8.1.4	Clima y precipitación	45
8.1.5	Topografía	46
8.1.6	Viabilidad y transporte	46
8.1.7	Energía eléctrica	46
8.1.8	Telecomunicaciones	47
8.1.9	Agua potable y Alcantarillados	47
8.1.10	Educación	47
8.1.11	Salud	48
8.1.12	Religión	48
8.2	Población	48
8.2.1	Distribución de la población por edad y sexo	48
8.2.2	Distribución de la población por escolaridad	49
8.3	Situación habitacional	50
8.3.1	Situación de la propiedad	50
8.3.2	Materiales de los cerramientos	50
8.3.3	Materiales de los techos	51
8.3.4	Servicio de agua potable	52
8.3.5	Saneamiento	56
8.3.6	Desechos sólidos	56
8.3.7	Disposición de excretas	57
8.3.8	Energía eléctrica	58
8.3.9	Organización comunitaria	58
8.4	Situación económica	58
8.4.1	Población económicamente activa	58
8.4.2	Actividades económicas	59

8.4.3	Ingreso familiar.....	59
8.4.4	Capacidad económica.....	60
8.5	Diagnostico técnico actual del sistema de abastecimiento de agua potable.	60
8.5.1	Pozo comunitario	61
8.5.2	Tanque de almacenamiento.....	61
8.5.3	Red de distribución.....	61
9.	CAPITULO II: DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.	62
9.1	Levantamiento topográfico.....	63
9.2	Procesado de la información.....	64
9.3	Estudio de población y consumo de agua.	65
9.3.1	Población actual.	65
9.3.2	Población futura de diseño.	66
9.4	Consumo unitario y población de consumo.....	67
9.5	Fuente de Abastecimiento (pozo perforado).....	68
9.5.1	Datos de la fuente de abastecimiento.	69
9.5.2	Análisis de calidad de agua de pozo más cercano (Cuajachillo #2).....	73
9.6	Estación de bombeo.....	76
9.6.1	Calculo hidráulico de la estación bombeo unificado.....	76
9.7	Calculo hidráulico de cisterna de rebombeo.....	80
9.7.1	Dimensionamiento.	80
9.7.2	Calculo hidráulico de la estación de bombeo Cuajachillo #2 (cisterna –tanque).	81
9.8	Diseño hidráulico de la línea de conducción.....	84
9.8.1	Diámetro de la línea de conducción.....	84
9.8.2	Velocidad	84
9.8.3	Golpe de ariete.....	85
9.8.4	Cálculo del tiempo de cierre.....	85
9.8.5	Presión total	86
9.9	Tratamiento y desinfección.....	86
9.9.1	Desinfección.	86
9.9.2	Dosificación.	87

9.10	Dimensionamiento del tanque de almacenamiento.....	88
9.10.1	Volumen del tanque.....	88
9.10.2	Altura del tanque.....	88
9.10.3	Cálculo de la base del tanque.....	89
9.11	Análisis hidráulico de la red de distribución.....	89
9.11.1	Caudales nodales.....	89
10.	CAPITULO III: COSTO Y PRESUPUESTO DE PROYECTO.....	94
10.1	Costos Directos.....	94
10.2	Costos Indirectos.....	94
11.	CAPITULO IV: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PROYECTO.....	99
11.1	Especificaciones del equipo de bombeo.....	99
11.1.1	Bomba.....	99
11.1.2	Válvulas de retención horizontal (válvula check).....	100
11.1.3	Medidor.....	100
11.1.4	Manómetro de carga.....	101
11.2	Especificaciones de caseta de bombeo.....	101
11.2.1	Limpieza inicial.....	101
11.2.2	Materiales.....	101
11.2.3	Repellos y finos.....	103
11.2.4	Estructura de techo.....	103
11.2.5	Construcción.....	103
11.2.6	Cubierta de techo.....	104
11.2.7	Acabado y pintado.....	104
11.2.8	Piso.....	104
11.3	Especificaciones de instalación de tuberías.....	104
11.3.1	Excavación.....	104
11.3.2	Instalación de tuberías.....	105
11.3.3	Instalación de tuberías.....	106
11.3.4	Anclajes bloques de reacción.....	108
11.3.5	Prueba de presión hidrostática y de estanqueidad.....	108

11.3.6	Conexiones domiciliars.....	109
11.4	Relleno y compactación	109
11.4.1	Requerimientos generales.....	109
11.4.2	Tipos de relleno	110
11.5	Especificaciones de tuberías y accesorios.....	111
11.5.1	Tuberías	111
11.5.2	Accesorios PVC	112
11.5.3	Pegamento PVC.....	112
11.6	Especificaciones para válvulas de hierro fundido y bronce	113
11.6.1	Válvulas de pase de bronce (CURB STOP)	113
11.6.2	Válvulas de compuerta de hierro fundido.....	113
11.6.3	Especificaciones para tuberías y accesorios de Hierro Galvanizado (HG).....	113
11.7	Especificación de tanque de almacenamiento.....	114
11.7.1	Condiciones generales.....	114
11.7.2	Movimiento do tierra	114
11.7.3	Concreto reforzado	114
11.7.4	Materiales.....	114
11.7.5	Colocación del acero de refuerzo.....	115
11.7.6	Dosificación y mezcla.....	115
11.7.7	Colocación del concreto	116
11.7.8	Curado del concreto	116
11.7.9	Paredes de concreto ciclópeo	116
11.7.10	Excavación	117
11.7.11	Limpieza.....	118
11.7.12	Partes a ser construidas de concreto	118
11.7.13	Remoción de formaletas y obras falsas.....	118
11.7.14	Acabado de superficies expuestas	118
11.7.15	Trabajos defectuosos	118
11.7.16	Pruebas	119
11.7.17	Acabado interno de paredes	119

11.7.18	Accesorios del tanque	119
	CONCLUSIONES	121
	RECOMENDACIONES	122
	BIBLIOGRAFIA	123
	ANEXOS	124

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: Mapa de macro localización.....	44
Ilustración 2: Mapa de micro localización.....	45
Ilustración 3: Red vial y acceso.....	46
Ilustración 4: Calle interna de la comarca.....	46
Ilustración 5: Aprovechamiento de aguas de lluvias.....	47
Ilustración 6: Tanque improvisado.....	47
Ilustración 7: Vivienda típica de la comarca.....	51
Ilustración 8: Sistema de pozo perforado.....	52
Ilustración 9: Abastecimiento en puesto público.....	53
Ilustración 10: Entrega de biofiltro a pobladores.....	53
Ilustración 11: Estado de las letrinas.....	58
Ilustración 12: Sondeo de Pozo comunitario Cuajachillo #2.....	62
Ilustración 13: puesto de salud y acarreo de agua con bestias.....	63
Ilustración 14: Recorrido de campo y levantamiento topográfico.....	64
Ilustración 15: Calculo de radios de influencia de pozos aledaños.....	71
Ilustración 16: Cisterna de rebombeo.....	80
Ilustración 17: Sumergencia de tubo de succión.....	81
Ilustración 18: Red Propuesta.....	90
Ilustración 19: Esquema de Presiones en los nodos.....	91
Ilustración 20: Tabla de resultados de presiones.....	92
Ilustración 21: Esquema de análisis de velocidades y pérdidas de tuberías.....	92
Ilustración 22: Tabla de resultados de Caudal, velocidad y pérdidas.....	93

Lista de tablas

Tabla 1: Periodo de diseño de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua.....	21
Tabla 2: Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta).....	25
Tabla 3: K para constante de elasticidad de materiales.....	30
Tabla 4: Constante de la capacidad de almacenamiento en función del volumen.....	34
Tabla 5: Operacionalización de variables independientes.....	36
Tabla 6: Operacionalización de variables dependientes.....	37
Tabla 7: Matriz de obtención de la información.....	39
Tabla 8: distribución por escolaridad.....	49
Tabla 9: Materiales de cerramiento.....	50
Tabla 10: Situación laboral en la comunidad.....	58
Tabla 11: población 2011 y encuestados 2016.....	65
Tabla 12: Proyección de población.....	66
Tabla 13: Proyección de caudales en periodo de diseño.....	68
Tabla 14: Datos de pozos aledaños.....	71
Tabla 15: Resumen de Consumos Promedios Diarios de Cuajachillo #2 y Trinidad Central.....	72
Tabla 16: Propiedades fisicoquímicas, pozo Cuajachillo #2 (ENACAL).....	74
Tabla 17: Prueba de metales pesados, pozo Cuajachillo #2 (ENACAL).....	75
Tabla 18: Consumos máximos día y hora, Cuajachillo#2 y Trinidad Central.....	77
Tabla 19: características de bomba-pozo.....	79
Tabla 20: Perdidas por longitud equivalente.....	82
Tabla 21: Características de la bomba-cisterna.....	84
Tabla 22: Dosificación con hipoclorito de calcio.....	87
Tabla 23: Distribución de Caudal nodal.....	89

Lista de graficas

Grafica 1: Distribución de población por sexo.....	48
Grafica 2: Distribución de población por edad.	49
Grafica 3: Distribución de la población por escolaridad.	49
Grafica 4: Materiales de Cerramientos.	51
Grafica 5: Materiales de techo.....	52
Grafica 6: Fuentes de abastecimientos secundarias.....	54
Grafica 7: Distribución del consumo de agua de pozo a lo largo del día.....	54
Grafica 8: Expectativas de la población ante la propuesta del servicio.....	55
Grafica 9: disposición de las aguas servidas.....	56
Grafica 10: Mecanismos para la eliminación de charcas.	56
Grafica 11: Disposición de desechos sólidos.....	57
Grafica 12: Disposición de excretas y valoración de estructuras sanitarias.	57
Grafica 13: Actividades económicas.	59
Grafica 14: Ingreso familiar mensual.	60

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios que por me permitió el don de la vida y su protección para estar en donde estoy dándome la sabiduría y el entendimiento para poder cumplir mis objetivos.

En segundo lugar a mi madre (Rita Virginia Madriz Guerrero) por estar en cada momento de mi preparación apoyándome en mis estudios y a mi padre (Eugenio Ignacio López García) por aconsejarme brindado siempre su apoyo, esfuerzo y comprensión incondicional, hicieron que alcanzara mi meta de ser una profesional, a la persona más importante de mi vida Cesia Martínez Herrera por ser mi motivación de salir adelante.

Y a mis hermanos por su apoyo y compañía.

Yader Rider López Madriz

Agradezco a mi madre María Cristina Linares Robles quien ha sido un pilar desde un principio y que dedico todo su esfuerzo para poder ayudarme a concluir esta etapa de mi vida.

Agradezco a todas aquellas personas que de alguna manera se han visto involucradas en cada paso de este proceso que significa nuevas oportunidades y una nueva etapa en mi ámbito como profesional.

Luis Alberto Reyes Linares.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos Infinitamente a Dios nuestro señor, por brindarnos la sabiduría, la perseverancia, el conocimiento y sobre todo por la vida.

Agradecemos a nuestros padres y familiares por el apoyo que nos brindaron, por la confianza que depositaron en nosotros, por sus consejos ya que gracias a ellos fuimos guiados por un buen camino y pudimos alcanzar una meta que nos propusimos desde que empezamos nuestra carrera.

Agradecemos a las personas que a lo largo de nuestra meta nos ayudaron y aconsejaron para ser perseverantes y no rendirnos y poder enfrentar los problemas que en muchas ocasiones se nos presentaron.

A la alcaldía de Ciudad Sandino, por brindarnos la información necesaria para el desarrollo de nuestro diseño en especial a Doña Martha Julia Manzanares y a Doña Dominga Sotelo coordinadoras de la comarca por todo su apoyo desde el inicio de nuestra investigación hasta el día de hoy.

Un especial agradecimiento a nuestro tutor Msc. Ing. Ervin Cabrera Barahona por su paciencia, su apoyo y su ayuda en todo momento; a todos y cada uno de los maestros del departamento de construcción que nos ayudaron a nuestra formación profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación que exponemos en este documento describe el procedimiento el cual desarrollamos la propuesta de diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua en la comarca de Cuajachillo #2 municipio de ciudad Sandino, departamento de Managua, para un periodo de 20 años (2018-2038); con el objetivo de solucionar y mejorar las condiciones higiénico-sanitarias de la comarca.

El sistema fue diseñado en base a las “Normas técnicas para el diseño del sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural” emitidas por el INAA, en combinación con los estatutos establecidos por el FISE para la formulación y desarrollo de proyectos de agua potable en el sector rural, considerando una condición particular para este diseño; donde el caudal de diseño de la fuente tendrá la capacidad de abastecer la comarca de Cuajachillo #2 y la comarca de “Trinidad Central” con el fin de aprovechar los recursos hídricos y económicos, dicha propuesta se rige a través de un análisis a fondo de las características socioeconómicas de la comarca.

El documento también contiene la memoria de diseño y los aspectos técnicos considerados durante las etapas de estudio y diseño, además de los datos recolectados durante la investigación de campo e información suministrada por entes competentes; esto estructurado en cuatro capítulos:

Capítulo 1: Diagnóstico socioeconómico.

Capítulo 2: Diseño de los componentes del sistema.

Capítulo 3: Costo y presupuesto.

Capítulo 4: Especificaciones técnicas.

1. INTRODUCCION

En Nicaragua de acuerdo al Programa Conjunto de Monitoreo del Agua y Saneamiento de OMS y UNICEF, la cobertura de agua de fuentes mejoradas fue de 85% en 2011 en el país (98% urbano y 68% rural), mientras que la cobertura de saneamiento fue 52% (63% urbano y 37% rural). En el área rural, sólo el 26% de la población recibe agua de cañería (no siempre de buena calidad), del resto, el 36% usa pozos privados o públicos y el 24% toma agua de ríos, manantiales o quebradas¹.

La comarca de Cuajachillo #2, ubicada en el municipio de Ciudad Sandino a 8.5 km de la ciudad de Managua, con una población aproximada de 1130 habitantes, equivalente a unas 279 viviendas, la cual limita al norte con Trinidad central, al oeste fillos de Cuajachillo, al sur barrio solano y al este Cuajachillo #1.

Dicha comarca a través de su historia ha sido afectada con el suministro de agua potable debido a la escasez de un sistema de abastecimiento y una fuente que satisfaga la demanda de la población, la cual posee en la actualidad un pozo perforado que data de unos 40 años y que, aún sigue en funcionamiento.

En nuestro presente trabajo de investigación, se plantea realizar un trabajo de graduación que consiste en una propuesta de solución al problema de abastecimiento de agua de calidad que presenta la comarca de Cuajachillo #2 del municipio de Ciudad Sandino, Managua, a través del diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo eléctrico.

Esta investigación se realiza con el fin de proveer de información técnica necesaria para la construcción del sistema y contribuir al mejoramiento de la condiciones de vida de los pobladores, en la obtención de agua segura. Este documento contiene una descripción detallada de las actividades y metodología que conllevara la propuesta del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y costo a incurrir para su formulación.

¹ UNICEF – NICARAGUA (2013) Niñez y adolescencia Nicaragüense.

2. ANTECEDENTES

La comarca de Cuajachillo #2 se ha abastecido de agua por medio de un pozo comunitario y un tanque sobre torre que datan del año 1976 el cual fue donado mediante gestiones realizadas por el padre jesuita Pedro Miguel García originario de España.

La Alcaldía de Ciudad Sandino a través de la organización donante Club Rotario Santa Bárbara de Honduras en el año 2008 ha tenido como proyecto el abastecer de agua las comarcas de Cuajachillo #2 y trinidad central con la perforación de un pozo nuevo y la construcción de un tanque de mayor capacidad. Dicho proyecto tiene como objetivo principal abastecer al 90% de ambas comunidades con el fin de disminuir las enfermedades gastrointestinales.

En 2011, "Misión de Agua Internacional" realizó un estudio en conjunto con la población de Cuajachillo #2 con el fin de evaluar la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable con el que contaba la comarca, a través del estudio del Club Rotario Santa Bárbara se llegó a la solución de reemplazar el sistema actual para ampliar el sistema y mejorar la calidad servicio en un plazo aún no determinado.

Hasta la fecha los pobladores de la comarca cuentan con la misma infraestructura de agua, obteniendo como resultado la contaminación del pozo debido a la mala disposición de las excretas y las conexiones sin resultados a comarcas y barrios aledaños, la población actual creció y demandan un pozo de más capacidad y un sistema que abastezca a toda la comarca para una mejor calidad de vida.

3. JUSTIFICACION

El presente estudio se está realizando con el fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores de la comarca de Cuajachillo #2, nuestra propuesta de diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable se regirá por normas establecidas, lo cual tendrá repercusión en eliminar componentes que puedan presentar riesgos a la salud de la comarca, previniendo enfermedades por consumo de agua contaminada y de poca calidad de la misma.

Este diseño vendría a mejorar las condiciones de higiene y salubridad, así mismo mejoraría la costumbre del uso del agua, disminuirá los casos de insuficiencia renal, ayudara a que el asentamiento se incorpore al desarrollo del municipio, así mismo permitirá un mayor crecimiento económico propiciando el aumento de pequeños negocios y la ampliación de servicios públicos.

Se tomó en cuenta la propuesta realizada por la Alcaldía de Ciudad Sandino, de abastecer las comarcas de Cuajachillo #2 y de Trinidad central, debido a la cercanía que existe entre ambas comarcas, a la problemática que existe con el desabastecimiento del agua potable y el aprovechamiento del acuífero.

El estudio servirá para la obtención de información técnica que ayude a la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable de la comarca.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿De qué forma se mejoraría la calidad de vida de los habitantes de la comarca de Cuajachillo #2 con esta propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable (SAAP)?

Argumentación:

En comparación de los habitantes de las áreas urbanas de Ciudad Sandino donde se abastecen de agua potable a través de acometidas domiciliarias y los pobladores de las áreas rurales, es donde podemos encontrar el verdadero problema donde sus fuentes de abastecimiento son pozos excavados a mano que perciben contaminación por infiltraciones de letrinas.

Las áreas rurales en el país no presentan condiciones óptimas en cuanto al abastecimiento de agua potable debido a diversos factores de cada sitio, por lo cual se implementan alternativas para solucionar estas inconsistencias y mejorar la calidad de vida de los mismos.

La comarca de Cuajachillo #2 presenta un serio problema, ya que en la actualidad el pozo que poseen para abastecerse de agua está contaminado y su utilización para consumo ha sido prohibida por las autoridades de salud.

Otro aspecto que se suma es que no cuentan con un sistema de distribución propio, los alrededores de la comarca han optado por anexarse a sistemas aledaños donde tienen agua solo en horas de la madrugada debido a las bajas presiones y alturas donde se encuentran sus conexiones, por lo cual los pobladores no reciben de forma adecuada el vital líquido, sino que deben de comprar agua en puestos públicos y acarrearla por grandes distancias.

Es por esto que pretendemos dar una solución a esta problemática que actualmente presenta la comarca de Cuajachillo #2, ya que esta situación incide en la proliferación de enfermedades de origen hídrico e insalubridad, debido a la poca calidad del agua.

5. OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar a nivel de prefactibilidad la propuesta de diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la comarca de Cuajachillo #2, municipio de ciudad Sandino, Managua.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico sobre la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable de la comarca de Cuajachillo #2.
- Dimensionar hidráulicamente los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Determinar los costos que incurre todos los elementos propuestos de la propuesta.
- Elaborar los planos constructivos y especificaciones técnicas del sistema propuesto

6. MARCO CONCEPTUAL

6.1 ESTUDIO SOCIOECONOMICO

El estudio socioeconómico tiene como objetivo conocer la capacidad económica de la población en estudio, debe tomarse en cuenta que la construcción de todo sistema de agua potable, implica grandes inversiones de recursos humanos, técnicos y económicos. En todo sistema de abastecimiento de agua, los costos de operación y mantenimiento son inevitables y deben ser cubiertos por la población servida, sumado a su vez los costos de instalación de tuberías y accesorios dentro de cada vivienda.

El poder caracterizar la situación económica de la población será realizada mediante la aplicación de la encuesta socioeconómica (ver anexo 1), el principal indicador para determinar la capacidad económica será el ingreso total mensual de las familias en estudio.

6.2 TOPOGRAFIA

El estudio topográfico se encarga de representar gráficamente el polígono y caracterizar la superficie del terreno. Indicar la ubicación geográfica en base a coordenadas UTM, la altura sobre el nivel del mar y las longitudes de las componentes del proyecto.

También nos permite conocer las elevaciones del terreno, la inclinación exacta y su relieve, ya sea regular o irregular.

6.3 ESTUDIO DE POBLACION

Para el análisis demográfico de la población se deben tomar en cuenta los aspectos de proyección futura y características particulares de la misma población.

El estudio de población consistirá en la caracterización del estilo de vida de los habitantes de la comarca que incluirá la densidad de población y sus características generales como estructuras por edades y nivel de ingreso general, además de las características habitacionales y comerciales, y la estimación de la tasa de crecimiento poblacional para la comarca. La información requerida se obtendrá de la aplicación de

la encuesta socioeconómica y de caracterización de la condición de servicio (ver anexo 1).

Para el cálculo de la población futura en el periodo de diseño el INAA sugiere, a través de las NTON 09001-99, que se proyecte usando el método geométrico, para el cual:

$$P_n = P_0(1 + r)^n \quad (1)$$

Dónde:

P_n = Población del año "n"

P_0 = 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.

La tasa de crecimiento por el método geométrico, se determina con la siguiente ecuación:

$$kg = \left(\frac{P_f}{P_b}\right)^{1/n} - 1 \quad (2)$$

Dónde:

kg : Tasa de crecimiento geométrico.

P_b : Población base o población 1.

P_f : Población futura o población 2.

n : Número de años que comprende el período entre los datos poblacionales.

La tasa de crecimiento calculada para el periodo de diseño, deberá ser comparada con la tasa nacional, que varía de 2.5% a 4%.

6.4 CALIDAD DEL AGUA

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características bacteriológicas, físicas, químicas y otras sustancias contaminantes.

El nuevo FISE, establece que la fuente de agua seleccionada deberá ser objeto de un análisis de calidad de agua físico-químico, bacteriológico, arsénico y metales pesados, parámetros que deben encontrarse dentro de los límites permisibles para el agua de consumo humano establecidos por el INAA.

6.5 RENDIMIENTO DE LA FUENTE

Para obtener las características de rendimiento de cada pozo y darle un visto bueno, se realiza en base a su producción, la que se mide a través de una prueba de bombeo, dicha prueba tiene como principal objetivo determinar el caudal máximo de explotación.

El INAA establece, que esta prueba debe realizarse en período seco, si no se tiene información del caudal de la fuente en período seco, no se debe considerar como alternativa para el proyecto y esperar hasta el período seco para su aforo.

6.6 DOTACION

Según lo establecido por el INAA en las NTON 09001-99, las dotaciones se asignaran de la siguiente manera, de acuerdo al sistema a implementarse en la comarca.

- 1) Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd.
- 2) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.

6.7 NORMAS Y REGLAMENTOS

A nivel nacional, el gobierno de la república, ha designado al Nuevo FISE como la entidad del poder ejecutivo responsable de gestionar recursos, promover y ejecutar los programas, proyectos y acciones en el sub sector de agua y saneamiento rural. Este ente establece que los proyectos de agua y saneamiento a llevarse a cabo en el medio rural, deberán cumplir con las normas siguientes: Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99) y Normas técnicas de saneamiento básico rural (NTON 09002-99).

6.8 PARAMETROS DE DISEÑOS

6.8.1 PERIODO DE DISEÑO

En la siguiente tabla se indican los periodos de diseños económicos de los elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua potable.

Tabla 1: Periodo de diseño de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua.

Tipos de Componentes	Periodo de diseño
Pozos perforados	15 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

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

6.8.2 VARIACIONES DE CONSUMO

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

$$\text{Consumo máximo día (CMD)} = 1.5 \text{ CPD (Consumo promedio diario)} \quad (3)$$

$$\text{Consumo máximo hora (CMH)} = 2.5 \text{ CPD (Consumo promedio diario)} \quad (4)$$

6.8.3 PRESIONES MAXIMAS Y MINIMAS

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se encuentren dentro de un rango permisible:

Presión Mínima: 5.0 metros columnas de agua.

Presión Máxima: 50.0 metros columnas de agua.

6.8.4 VELOCIDADES PERMISIBLES EN TUBERIAS

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

$$\text{Velocidad mínima} = 0.4 \text{ m/s}$$

$$\text{Velocidad máxima} = 2.0 \text{ m/s}$$

6.8.5 COBERTURA DE TUBERIAS

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico vehicular se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la

corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona de la tubería.

6.8.6 PERDIDAS DE AGUA EN EL SISTEMA

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

6.8.7 PARAMETROS DE CALIDAD DE AGUA

El principal propósito de controlar la calidad del agua es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comarca.

Los resultados de los análisis de laboratorio hechos a las muestras de la fuente de agua serán comparados con las concentraciones máximas permisibles de los parámetros establecidos por el INAA para evaluar la calidad del agua (Parámetros bacteriológicos, Parámetros organolépticos, Parámetros físico-químicos, Parámetros para sustancias no deseadas), sección 10.2 de las NTON 09001-99, dichos parámetros han sido adoptadas de las “Normas Regionales de Calidad del Agua para el Consumo Humano”, editada por CAPRE.

6.9 DISEÑO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

Después del análisis de las posibles alternativas de intervención, se ha llegado a la conclusión de que la alternativa social y económicamente factible para la comarca Cuajachillo #2, es la implementación de un Mini acueducto por Bombeo Eléctrico. Un MABE, se compone de los siguientes elementos: Fuente de abastecimiento (pozo perforado), estación de bombeo, línea de conducción, tanque y red de distribución.

6.9.1 FUENTE (POZO PERFORADO)

El INAA establece que los criterios de aceptación de un pozo perforado son los siguientes:

- ✓ El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.
- ✓ El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- ✓ El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP).
- ✓ Disposición de la comarca para operar y mantener el sistema.

6.9.1.1 *Diámetro del tazón.*

El diámetro de la línea de succión se podrá obtener mediante la siguiente expresión:

$$\phi = \sqrt{Q_{bombeo}} + 1 \quad (5)$$

El ademe deberá ser lo suficientemente amplio para acomodar la bomba con tolerancia adecuada para su instalación y eficiente funcionamiento. El diámetro del revestimiento se tomara el doble del diámetro de succión al igual para el

6.9.2 ESTACION DE BOMBEO (FUENTE-CISTERNA DE BOMBEO)

6.9.2.1 *HIDRAULICA DE LA ESTACION DE BOMBEO (BOMBAS SUMERGIBLES)*

Se tiene que considerar como norma emplear un factor de 1.15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba, debido a las pérdidas mecánicas.

Las velocidades de operación de los motores eléctricos varían de acuerdo a la capacidad o caudal del equipo de bombeo.

6.9.2.2 *DIAMETROS Y VELOCIDADES EN LAS TUBERIAS*

En la tubería de descarga se usara la ecuación siguiente, similar a la de Bresse y de amplia aplicación en los Estados Unidos:

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

$$D = m$$

$$Q = m^3/s$$

Las velocidades en la descarga deberán estar entre el siguiente rango:

$$0.6 \text{ m/s} < V_{des} < 1.5 \text{ m/s}$$

6.9.2.3 CARGA TOTAL DINAMICA (CTD)

$$CTD = NB + CED + hf_{columna} + hf_{desc} \quad (7)$$

NB = Nivel más bajo del agua durante el bombeo.

CED = Carga estática de la descarga.

hf columna = Perdidas de la columna dentro del pozo.

hf desc = Perdidas en la descarga.

NB = NEA + Variación + Abatimiento.

CED = Nivel del agua en la descarga - Nivel más bajo en la superficie.

6.9.2.3.1 PÉRDIDAS EN LA COLUMNA

Las NTON 09001-99, establecen que las pérdidas por fricción en la columna de bombeo se consideran igual al 5% de su longitud.

$$hf_{columna} = 5\%Lc \quad (8)$$

$$Lc = NB + Sumergencia \quad (9)$$

Lc = Longitud de la columna.

En la práctica la sumergencia de la bomba generalmente se estima en unos 10 a 20 pies.

6.9.2.3.2 PÉRDIDAS EN LA DESCARGA

Para determinar las pérdidas en la descarga se necesita conocer las pérdidas localizadas en los accesorios como longitud equivalente de tubería (L_e), estas serán tomadas del autor: López, R. A. (1999). Diseño de acueductos y alcantarillados. Segunda edición. Bogotá, Colombia: editorial Alfa y Omega; por tanto:

$$L_{real} = L_{tuberia} + L_e \quad (10)$$

L_e = Longitud equivalente que depende de los elementos contenido en la sarta.

$$h_{desc} = 10.674 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \frac{L_{real}}{\phi^{4.87}} \quad (11)$$

Tabla 2: Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta).

Elemento	mm	13	19	25	32	38	50	63	76	100	125	150	200	250	300	350
	pulg	½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4	5	6	8	10	12	14
Codo de 90°																
Radio Largo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Radio Medio		0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3	5.5	6.7	7.9	9.5
Radio Corto		0.5	0.7	0.6	1.1	1.3	1.7	2	2.5	3.4	4.5	4.9	6.4	7.9	9.5	10.5
Codo de 45°		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	3	3.8	4.6	5.3
Curva de 90°																
R/D 1 ½		0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.3	1.6	1.9	2.4	3	3.6	4.4
R/D 1		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1	1.3	1.6	2.1	2.5	3.3	4.1	4.8	5.4
Curva de 45°		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5
Entrada																
Normal		0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2	2.5	3.5	4.5	5.5	5.2
De Borda		0.4	0.5	0.7	0.9	1	1.5	1.9	2.2	3.2	4	5	6	7.5	9	11
Válvula																
Compuerta		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.4
Globo		4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21	26	34	45.3	51	67	85	102	120
Angulo		2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10	13	17	21	26	34	43	51	60
De Pie		3.6	5.6	7.3	10	11.6	14	17	20	23	31	39	52	65	78	90
Retención																
T Liviano		1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5	16	20	24	38
T Pesado		1.6	2.4	3.2	4	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	19.3	25	32	38	45
Tee de Paso																
Directo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Lateral		1	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10	13	16	19	22
Tee de Salida																
Bilateral		1	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10	13	16	19	22
Salida de																
Tubería		0.4	0.5	0.7	0.9	1	1.5	1.9	2.2	3.2	4	5	6	7.5	9	11

Fuente: López, R. A. (1999). *Diseño de acueductos y alcantarillados. Segunda edición. Bogotá, Colombia: Editorial Alfa y Omega.*

6.9.3 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO

Conociendo la altura a vencer por la bomba (H_b) y el caudal que debe suministrar la misma (Q), se selecciona de entre los equipos de bombeo ofrecidos por catálogo aquel modelo que presente una curva característica que trabaje en un rango de altura y

caudal lo más parecido posible a los valores calculados. Del catálogo se obtienen las especificaciones de la bomba seleccionada, que incluye: velocidad de giro (n), diámetro del orificio de la bomba (d), potencia (P) y eficiencia (N).

6.9.3.1 POTENCIA HIDRÁULICA DE LA BOMBA

$$P_B = \frac{Q * CTD}{3960 * e} \quad (12)$$

Dónde:

P_B: Potencia de la bomba (HP).

Q: CMD (gpm).

CTD: Carga total dinámica (pie).

e: Eficiencia de la bomba (para efectos del cálculo teórico se estima en un 60%).

6.9.3.2 POTENCIA DEL MOTOR

Se tiene que considerar por norma emplear un factor de 1.15 para calcular la potencia necesaria del motor en base a la potencia neta demandada por la bomba. Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba.

$$P_M = 1.15 * P_B \quad (13)$$

P_B: Potencia hidráulica de la bomba (HP).

P_M: Potencia del bombeo (HP).

6.9.4 EQUIPO ELECTRICO.

En la elaboración del proyecto de instalación eléctrica se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Estudiar cuidadosamente las alternativas para determinar la fuente de energía más económica y eficiente para el funcionamiento de las bombas.
- Que sea posible suficiente energía para operar las bombas a su máxima capacidad en caso de emergencia (excepto la bomba de reversa).
- Cuando el caso lo requiera se proveerá una fuente eléctrica de emergencia.

6.9.5 ENERGIA.

De acuerdo a la capacidad de los motores se recomienda el siguiente tipo de energía:

- Para motores de 3 a 5 HP usar 1/60/110.

- Para motores mayores de 5 y menores de 50 Hp usar 3/60/220.
- Para motores mayores de 50 HP usar 3/60/440.

6.10 DISEÑO HIDRAULICO DE CISTERNA DE REBOMBEO.

Estas son cámaras de sección circular, cuadrada o rectangular (vista de planta) que tiene la función de almacenar agua, previa a su bombeo.

En el cálculo del volumen de las cámaras de bombeo se presentan dos casos:

- Cisterna de bombeo con almacenamiento esta se emplea cuando el rendimiento de la fuente no es suficiente para suministrar el caudal de bombeo.
- Cisterna de bombeo sin almacenamiento esta se debe emplear cuando la fuente de provisión de agua tenga una capacidad mayor o igual al caudal de bombeo.

6.10.1 VOLUMEN DE CISTERNA.

En el segundo caso, el volumen de la cisterna debe ser calculado considerando un tiempo de bombeo de 2 horas.

$$V = Q * t \quad (14)$$

Dónde:

$Q = m^3/s$ (CMH)

$t = s$

6.10.2 DIMENSIONAMIENTO.

Se diseñara una cisterna de bombeo de forma cuadrada.

$$V = A * h \quad (15)$$

$$h = \frac{V}{A} \quad (16)$$

Se deberá dejar un altura de borde libre de 0.5 metros.

Altura de la boquilla de succión.

$$h' = 0.5 - 0.75D \quad (17)$$

Dónde:

D = diámetro de succión.

6.10.3 ESTACIÓN DE BOMBEO (CISTERNA TANQUE DE ALMACENAMIENTO).

En esta sección se recalculara todos los parámetros de diámetro, carga total dinámica y potencia de bomba, debido que se estará rebombeando el caudal a utilizar para almacenar el volumen en el tanque previa desinfección.

6.10.4 LINEAS DE CONDUCCION

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comarca, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución.

Para su dimensionamiento deberá considerarse los siguientes aspectos:

- 1) Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño (CMD=1.5 CP, más las pérdidas).
- 2) La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas, y deberán ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

6.10.4.1 DIAMETRO ECONOMICO

Para determinar el mejor diámetro (más económico), las NTON 09001-99 recomiendan la aplicación de la fórmula siguiente:

$$D = 0.9(Q)^{0.45}$$

D = Diámetro interior de la tubería en metros.

Q = CMD en m³/seg.

6.10.4.2 VELOCIDAD

A velocidad en la línea de conducción será calculada a partir de la fórmula de continuidad, que se expresa como sigue:

$$V = \frac{4Q}{\pi \phi^2} \quad (18)$$

$0.6 \text{ m/s} < V < 1.5 \text{ m/s}$, para controlar el golpe de ariete.

6.10.4.3 GOLPE DE ARIETE

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente.

El mecanismo del golpe de ariete es el siguiente:

Inicialmente la tubería conduce el agua en condiciones normales a una velocidad V . Idealizando el flujo como una serie de láminas, en el momento del cierre de la válvula:

La lámina contigua a la válvula se comprime y convierte su energía de velocidad en energía de presión, causando la dilatación de la tubería en un punto, y una dilatación elástica de la lámina. Lo mismo sucede con las láminas aguas arriba (2,3,...n), y se produce una onda de sobrepresión en la dirección de aguas arriba.

Al llegar la onda de sobrepresión a la última lamina (lamina n contigua al tanque), esta tiende a salir de la tubería con una velocidad igual en magnitud pero de sentido contrario a la que tenía el agua antes de interrumpirse el flujo (V). Como la extremidad inferior está cerrada, se produce una depresión interna de las láminas y se genera una onda de depresión de magnitud igual a la onda de sobrepresión, la cual se propaga en la dirección de aguas abajo.

El tiempo que la lámina 1, contigua a la válvula, ha permanecido en estado de sobrepresión es:

$$T = \frac{2L}{C} \quad (19)$$

Dónde: L: Longitud hasta el depósito (m).
 C: Velocidad de propagación de la onda o celeridad (m/s).
 T: Fase o periodo de cierre (s).

Si la maniobra es rápida, la válvula quedará completamente cerrada antes de comenzar a actuar la onda de depresión.

$$T < \frac{2L}{C} \text{ sobrepresion maxima}$$

Si el tiempo de cierre es lento, la onda de depresión llegara a la válvula antes de que se halle está completamente cerrada.

$$T > \frac{2L}{C} \text{ maniobra lenta}$$

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente.

$$G.A = \frac{CV}{g} \quad (20)$$

Dónde: $G.A =$ sobrepresión en m.

$V =$ velocidad media del agua en m/s.

$C =$ Celeridad en m/s.

$g =$ Aceleración de la gravedad en m²/s.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad (21)$$

Dónde: $C =$ Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión en m/s.

$D =$ Diámetro de la tubería en m.

$e =$ Espesor de los tubos en m.

$K =$ Coeficiente en función del módulo de elasticidad del tubo (adimensional).

$$K = \frac{10^{10}}{E} \quad (22)$$

La presión total en la tubería será la suma de la carga estática sumada a la sobrepresión.

Tabla 3: K para constante de elasticidad de materiales.

Material de la tubería	K
Acero	0.5
Hierro fundido	1
Concreto	5
Asbesto-cemento	4.4
Plástico	18

Fuente: López, R. A. (1999). Diseño de acueductos y alcantarillados. Segunda edición. Bogotá, Colombia: Editorial Alfa y Omega.

6.10.5 TRATAMIENTO Y DESINFECCION

La desinfección se aplica con el propósito de establecer una barrera de seguridad para evitar la difusión de enfermedades de origen hídrico. Con los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico y bacteriológico, se determinara si la desinfección será un tratamiento suficiente para garantizar la pureza del agua y eliminar las coliformes totales. En el caso de acueductos rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipoclorito, debido a su fácil manejo y aplicación. La aplicación de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectúa mediante el hipoclorador de carga constante. La efectividad de la desinfección se expresa como cloro residual después de cierto tiempo de contacto, concentración que debería estar entre 0.2 y 0.5 mg/Lt después de 30 minutos.

La dosis necesaria de hipoclorito de Calcio a suministrar en el tanque de almacenamiento, se determina a través de la aplicación de las siguientes ecuaciones:

$$Vol. \text{ cloro } (lb/dia) = 0.012 * CMD * d \quad (23)$$

CMD: Caudal Máximo Día en gpm.

d: Dosis promedio de hipoclorito de Calcio en mg/lit.

0.12: Factor de conversión de unidades.

$$Vol. \text{ hipoclorito de Calcio } \left(\frac{lb}{dia} \right) = \frac{Vol. \text{ cloro}}{Concentración \text{ comercial}} \quad (24)$$

$$Vol. \text{ hipoclorito de Calcio } (gr/dia) = \frac{V. h. \text{ Calcio}(lb/dia) * 1000}{2.2} \quad (25)$$

$$Vol. \text{ solución } (lt/dia) = \frac{V. h. \text{ Calcio}(gr/dia)}{Concentración \text{ de la solución} * 100} \quad (26)$$

$$Vol. \text{ solución } (gl/dia) = \frac{Vol. \text{ solución}(lt/dia)}{3.785} \quad (27)$$

$$Dosificación (got/min) = Vol. \text{ solución}(lt/dia) * 1000 * 13/24/60 \quad (28)$$

6.10.6 RED DE DISTRIBUCION

6.10.6.1 CAUDALES NODALES

Estos serán determinados por lotes debido al desorden de las viviendas que predominan en la comarca

Es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- 1) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño (CMH=2.5CPD, más las pérdidas).
- 2) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

6.10.6.2 TIPOS DE REDES

Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución:

6.10.6.2.1 REDES ABIERTAS

Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. La principal desventaja de este sistema son los puntos muertos, donde se requiere instalar válvulas de limpieza.

6.10.6.2.2 REDES CERRADAS

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red elimina los puntos muertos, además de ser más económico, los tramos son alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros.

6.10.6.3 ANALISIS HIDRAULICO

Para el caso de red cerrada las NTON 09001-99 recomiendan la aplicación del método de pruebas y errores controlados de Hardy Cross:

$$H = KQ^n \quad (29)$$

Donde, para un tubo dado, “K” es una constante numérica dependiente de C, D y L; y Q es el flujo, siendo “n” una constante e igual a 1.85 en la fórmula de Hazen – Williams.

La red se dimensiona balanceando las cargas por corrección de los flujos supuestos, aplicando la ecuación:

$$q = -\frac{\sum H}{n \sum H/Q} \quad (30)$$

q = Factor de corrección del flujo en litros/seg.

H = Pérdida de carga en metros.

Q = Caudal en litros/seg.

Para el análisis de redes complejas, como es el caso de los sistemas mixtos, la norma nacional recomienda la implementación de programas de computadoras, basados en la fórmula de Hazen - Williams, o cualquier otra ampliamente conocida. Siguiendo esta sugerencia, el análisis hidráulico de la red trazada para el sistema propuesto en la comarca Cuajachillo #2 será realizado con el programa EPANET.

6.10.7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Los depósitos tienen como objetivos: Suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua o periodos de no bombeo que se plantea en el reglamento nacional. Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno.

6.10.7.1 CAPACIDAD DEL TANQUE

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá satisfacer las condiciones siguientes:

- 1) **Volumen Compensador:** El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- 2) **Volumen de reserva:** El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

$$Vol.Total = Vol.Reserva + Vol.Compensador$$

$$Vol.Total = 35\%CPDT \quad (31)$$

6.10.7.2 *Altura del depósito*

La altura del tanque depende de consideraciones de tipo económico:

- A mayor profundidad, mayor será el costo de los muros perimetrales y menor será el costo de las placas de fondo y de cubierta.
- A menor profundidad, mayor será el costo de las placas de cubierta y fondo y menor será el costo de los muros perimetrales.

Teniendo en cuenta esas consideraciones la altura del tanque será calculada con la siguiente relación empírica:

$$h = \frac{Vol}{3} + k \quad (32)$$

h: Altura en m.

Vol: Volumen del tanque/100.

A: Área transversal en m².

k: Coeficiente en ciento de metros cúbicos (ver tabla 4).

Tabla 4: Constante de la capacidad de almacenamiento en función del volumen.

Vol. en cientos de m ³	K
<3	2
3 - 6	1.8
7 - 9	1.5
10 - 13	1.3
14-16	1
>17	0.7

Fuente: Baltodano, J. (2003). Folleto de abastecimiento de agua potable, del curso de explotación y administración de recursos hídricos. Managua, Nicaragua: Facultad de Tecnología de Construcción, UNI-RUPAP.

La base del tanque puede ser calculada considerando una sección cuadrada, a través de la ecuación:

$$L = \sqrt{\frac{Vol}{h}} \quad (33)$$

L: Lado de la base en m.

7. DISEÑO METODOLOGICO

7.1 TIPO DE INVESTIGACION

De acuerdo con Piura López, J. (2006); el proceso investigativo en esta propuesta de tesis monográfica, corresponde a un estudio de tipo Descriptivo-Transversal. Transversal porque se recolectaran datos en un solo momento y Descriptivo porque se describirán las diferentes variables dependientes e independientes, para definirlas.

La primera etapa de la investigación, que incluye los primeros 2 objetivos (Diagnostico socioeconómico de las familias, brindar alternativas de solución para el acceso al servicio) responde a un estudio descriptivo. El objetivo de esta etapa es la recolección de información.

La segunda etapa de la investigación, que incluye un objetivo (Diseño hidráulico de los componentes del sistema), en vista a ser un proyecto a ejecutar será un estudio descriptivo, donde se usara como herramienta la descripción de las variables resultantes de la primera etapa, para definir las nuevas condiciones del servicio, los componentes del sistema propuesto y evaluar el nivel de servicio.

7.2 UNIVERSO Y MUESTRA

Para la recolección de datos correspondiente al primer objetivo de la primera etapa de la investigación (Diagnostico socioeconómico de las familias), la medición de las variables se realizara por medio de encuestas. Para esto la población de estudio (universo), para quienes serán válidos los resultados aquí obtenidos, serán las familias de la comarca Cuajachillo #2, y la muestra, según las sugerencias del nuevo FISE, deberá considerar la inclusión indistinta de la comarca, por tanto también serán las familias de la comarca.

7.3 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

7.3.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

En la siguiente tabla se muestra un resumen del procedimiento de operacionalización de las variables dependientes.

Tabla 5: Operacionalización de variables independientes.

Objetivo específico	Variables	Indicador	Unidad de análisis	Instrumento	
Realizar un diagnóstico sobre la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable de la comarca de Cuajachillo #2.	Edad	Encuesta	Familia	Encuesta socioeconómica	
	Situación de la propiedad	Encuesta			
	Situación laboral	Encuesta			
	Ingreso familiar mensual	Encuesta			
	Disposición al pago del agua	Encuesta			
	Capacidad de pago	Encuesta			
	Usos del agua	Accesibilidad al agua	Encuesta	Familia	Encuesta sobre condición del servicio
		Disponibilidad del agua	Encuesta		
		Efectividad del servicio	Encuesta		
		Expectativas	Encuesta		
		Expectativas	Encuesta		
Diagnosticar la capacidad de producción de la fuente de abastecimiento mediante un estudio hidrológico, de acuífero e hidrogeológico.	Calidad del agua	Análisis fisicoquímico	Fuente de agua	Instrumentos para toma de muestras	
		Análisis bacteriológico			
		Análisis de parámetros organolépticos			
		Análisis de la concentración de arsénico			
	Rendimiento de la fuente	Prueba de bombeo		Equipo de bombeo	
	Focos de contaminación	Recorrido de campo		Observación	
Examinar las condiciones y calidad del terreno para la ubicación del sistema.	Accidentes topográficos	Levantamiento topográfico	Terreno	Instrumentos topográficos	
	Pendientes naturales				
	Susceptibilidad a derrumbes	Recorrido de campo		Observación	
	Susceptibilidad a inundaciones				
	Tipo de suelo				

Fuente: Elaboración propia

7.3.2 VARIABLES DEPENDIENTES

Para el desarrollo de la segunda etapa se debe recurrir al análisis y descripción de los datos obtenidos del proceso de recolección. Por tanto se puede decir que las variables de esta segunda etapa dependen de las variables de la primera.

Tabla 6: Operacionalización de variables dependientes.

Objetivo	Variables	Indicador	Unidad de análisis	
Realizar el diseño hidráulico de los componentes del sistema de la comarca.	Dotación	Criterio técnico	Nueva condición de servicio de agua	
	Nivel de servicio			
	Estación de bombeo	Tipo de bomba	Criterio técnico	Elementos del sistema
		Características		
	Línea de conducción	Trazado		
		Diámetro		
		Material		
		Accesorios		
	Depósito	Tipo de tanque		
		Capacidad		
		Configuración		
	Red de distribución	Tipo de red		
		Trazado		
		Diámetros de tuberías		
Material				
Accesorios				

Fuente: Elaboración propia

7.4 RECOPIACION DE INFORMACION

La recolección de datos en estudios descriptivos conlleva una etapa exploratorio para recabar información visual y una etapa descriptiva para diagnosticar o representar mediante datos cuantificables ciertos fenómenos de interés. La recopilación de información, será desarrollada primeramente por medio de un reconocimiento de campo y posteriormente por medio de la aplicación de encuestas, realización de pruebas, ensayos de laboratorio y levantamiento de información de campo. El resultado de la etapa descriptiva serán los datos para los estudios socioeconómicos, de alternativas y topográficos.

La segunda etapa corresponde al análisis y relación de los resultados de la primera etapa, lo que conlleva a la selección de la dotación, nivel de servicio y toma de decisiones sobre los elementos componentes del sistema más adecuados, de acuerdo a las condiciones socioeconómicas, topográficas e hidrológicas de la comarca. Debe entenderse que esta segunda etapa de la que se habla se refiere aun a recolección de información y no al diseño como tal de los elementos del sistema. La etapa termina cuando se ha recabado información suficiente, que mediante el criterio técnico del diseñador permita el diseño de los componentes del sistema.

7.4.1 MATRIZ DE OBTENCION DE LA INFORMACION

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los mecanismos, fuentes e instrumentos que serán utilizados para la recolección de información para las variables independientes.

Tabla 7: Matriz de obtención de la información.

Objetivo específico	Variables	Fuente	Indicador	Instrumento
Realizar un diagnóstico sobre la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable de la comarca de Cuajachillo #2.	Edad	Miembros de la familia	Encuesta	Encuesta socioeconómica
	Situación de la propiedad		Encuesta	
	Situación laboral		Encuesta	
	Ingreso familiar mensual		Encuesta	
	Disposición al pago del agua		Encuesta	
	Capacidad de pago		Encuesta	
	Usos del agua	Miembros de la familia	Encuesta	Encuesta caracterización de la condición del servicio
	Accesibilidad al agua		Encuesta	
	Disponibilidad del agua		Encuesta	
	Efectividad del servicio		Encuesta	
Expectativas	Encuesta			
Diagnosticar la capacidad de producción de la fuente de abastecimiento mediante un estudio, de acuífero e hidrogeológico.	Calidad del agua	Agua del pozo	Análisis fisicoquímico	Instrumentos para toma de muestras
			Análisis bacteriológico	
			Análisis de parámetros organolépticos	
			Concentración de arsénico	
	Rendimiento de la fuente	Pozo	Prueba de bombeo	Equipo de bombeo
Focos de contaminación	Comarca y zonas aledañas	Recorrido de campo	Observación	
Examinar las condiciones y calidad del terreno para la ubicación del sistema.	Accidentes topográficos	Terreno	Levantamiento topográfico	GPS
	Pendientes naturales			
	Susceptibilidad a derrumbes		Recorrido de campo	Observación
	Susceptibilidad a inundaciones			
	Tipo de suelo			

Fuente: Elaboración propia

7.4.2 RECOPIACION DE DATOS POBLACIONALES

Los datos poblacionales, serán extraídos de los censos nacionales realizados por INEC (1938, 1950, 1963, 1973, 1995 y 2005), a través de su portal oficial. Además serán solicitados a la alcaldía municipal.

La estimación de la población actual, será obtenida a través del conteo poblacional que se incluye en la encuesta socioeconómica.

7.4.3 APLICACIÓN DE ENCUESTAS

7.4.3.1 ENCUESTA SOCIOECONOMICA

La encuesta a implementarse es un formato elaborado por el nuevo FISE, que tiene como objetivo principal recabar información sobre la capacidad económica de la población, por medio de una serie de preguntas que incluye como principales tópicos, la condición de la vivienda, la situación económica de la familia y la situación del agua y saneamiento.

Atendiendo a las recomendaciones del nuevo FISE, esta será aplicada indistintamente a todas las familias de la comarca, una por familia, de ser posible el encuestado deberá ser la cabeza de familia, ver anexo 1 (Encuesta socioeconómica).

7.4.3.2 ENCUESTA CARACTERIZACION DE LA CONDICION DE SERVICIO

Esta encuesta de elaboración propia, tiene como objetivo principal la obtención de información sobre la condición del servicio actual, el gasto del agua del pozo y las expectativas de la población. Esta información será usada para analizar y establecer una dotación tal que satisfaga el gasto de agua de las familias, ver anexo 1. La aplicación de esta, se realizara de la misma manera que la encuesta socioeconómica.

7.4.4 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

La metodología para la realización del levantamiento topográfico, seguirá las sugerencias brindadas por El Nuevo FISE a través del documento "Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM) - Capitulo II: Pre inversión". A falta de un equipo óptico-digital o electrónico de precisión (teodolito o estación total), la

principal herramienta para la realización del levantamiento de puntos será un GPS de mano.

El levantamiento topográfico se llevara a cabo en dos etapas:

La primera etapa tendrá como objetivo el reconocimiento de la infraestructura pública y privada, accidentes topográficos, puntos críticos y establecimiento de colindancias entre el terreno comunal y privado. Esta información, permitirá la elaboración de un bosquejo en planta de la comarca, lo que facilitara el trazado de la red de distribución.

La segunda etapa, corresponde al replanteo de los nodos y líneas de tubería de conducción, además de la altiplanimetría del área del tanque y fuente.

7.4.5 RECOPIACION DE DATOS GENERALES DE LA FUENTE

En vista de que la fuente para el nuevo sistema propuesto será la perforación de un pozo nuevo, se deberá recopilar información sobre estudios hidrogeológicos, hidroquímicos, calidad de agua, pruebas de bombeo, etc.

7.5 PROCESAMIENTO DEL MATERIAL ENCUESTADO

El procesamiento del material encuestado se llevara a cabo en el programa MICROSOFT EXCEL. El principal objetivo de este será representar en forma práctica, por medios gráficos, los resultados obtenidos de las encuestas. Del análisis del material dependerá en parte la selección de la dotación y el nivel de servicio para el sistema propuesto.

7.6 PROCESAMIENTO DE DATOS TOPOGRAFICOS

La información planimétrica y altimétrica producto del levantamiento de puntos será procesada en el programa CIVIL 3D. Programa que será utilizado para las siguientes actividades:

- a) Construcción de planos de detalle en planta.
- b) Modelación de superficie en tres dimensiones.
- c) Construcción de planos topográficos.
- d) Construcción de perfiles longitudinales

7.7 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

7.7.1 ESTACION DE BOMBEO

La estación de bombeo será diseñada atendiendo a las recomendaciones y revisiones para bombas sumergibles que se amplían en la sección 6.11.2.1 Debido a que la vida útil de las bombas siempre está rodeada de incertidumbre, se hace necesario el diseño en dos etapas. Los demás elementos del sistema serán diseñados en una sola etapa.

7.7.2 LINEA DE CONDUCCION

El diseño hidráulico será realizado acorde a los parámetros planteados en la sección 6.11.3. Se propondrá el diámetro más económico y se realizaran la revisión de velocidad y sobrepresión.

7.7.3 RED DE DISTRIBUCION

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

7.7.4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

La determinación del volumen del tanque se realizara de tal manera que cumpla con el mínimo volumen de reserva que establece el INAA en las NTON 09001-99, información que se amplía en la sección 6.11.5

7.7.5 ANALISIS HIDRAULICO

La simulación del sistema completo se realizara con el software EPANET, en régimen permanente.

Esta simulación será realizada con el objetivo de observar el comportamiento del sistema, de manera que se puedan identificar los siguientes parámetros:

Estas simulación ayudara a la toma de decisiones como la localización de válvulas, la posibilidad de limitar las horas de suministro en algunas áreas para aumentar las

presiones en otras o la interrupción del servicio algunas horas del día para el llenado del tanque y disminuir de esta manera las horas de bombeo.

7.8 PRESUPUESTO

El presupuesto será elaborado de la siguiente manera:

- Los precios de materiales serán tomados de los costos promedios que se manejan en el mercado.
- La mano de obra se determinará basándose en las normas de rendimiento horario del master de costos vigente elaborado por el FISE.
- El costo total de una actividad es la sumatoria del costo de los materiales, la mano de obra, un 8% de la mano de obra para gastos de herramientas y equipo, más un 35% del costo directo adicional como costos indirectos.

8. CAPITULO I: DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO.

Los datos que se presentan en este capítulo es información que se nos facilitó a través de la alcaldía Municipal de Ciudad Sandino y encuesta de campo que se realizaron en la comarca con ayuda de los pobladores de la localidad con el objetivo de poder determinar las características de las condiciones socioeconómicas actuales en la comarca.

La investigación de campo realizada a través de la encuesta comprendía dos tópicos a indagar: el primero era la situación socioeconómica y la segunda para diagnosticar la condición del servicio de agua potable, las cuales corresponden a un formato elaborado por la empresa de acueductos y alcantarillados ENACAL en los proyectos que desarrolla la entidad para este fin (ver modelos en anexos).

Debido a las distancias que se recorren dentro de la comunidad el proceso de encuestado se desarrolló en seis días: Octubre los días 24 y 31, Noviembre los días 7, 14, 21 y 28 del año 2015. Llevando a cabo las recomendaciones del FISE, se aplicaron al 100% de las familias de la comarca.

El proceso de encuestado arrojó resultados de 279 familias de la comunidad, para una muestra del 97.5%, esto debido a que durante duro el encuestado nos encontrásemos con 6 viviendas cerradas con familias que no se encontraban debido a trabajos fuera de

la comunidad, pero que se tomaron en cuenta en el cálculo de población de diseño por ser parte de la misma.

El proceso de los resultados de las encuestas se realizó con ayuda del programa MICROSOFT EXCEL, de forma de facilitar el la manipulación de dichos resultados y obtener graficas comparativas.

8.1 Descripción general de la comunidad

8.1.1 Localización

La Comarca de Cuajachillo #2 en el Municipio de Ciudad Sandino se ubica a 8.5 Kilómetros al Sur Oeste de la Capital Managua se posiciona geográficamente en las coordenadas 12°07'29" latitud Norte y 86°22'21" Longitud Oeste.

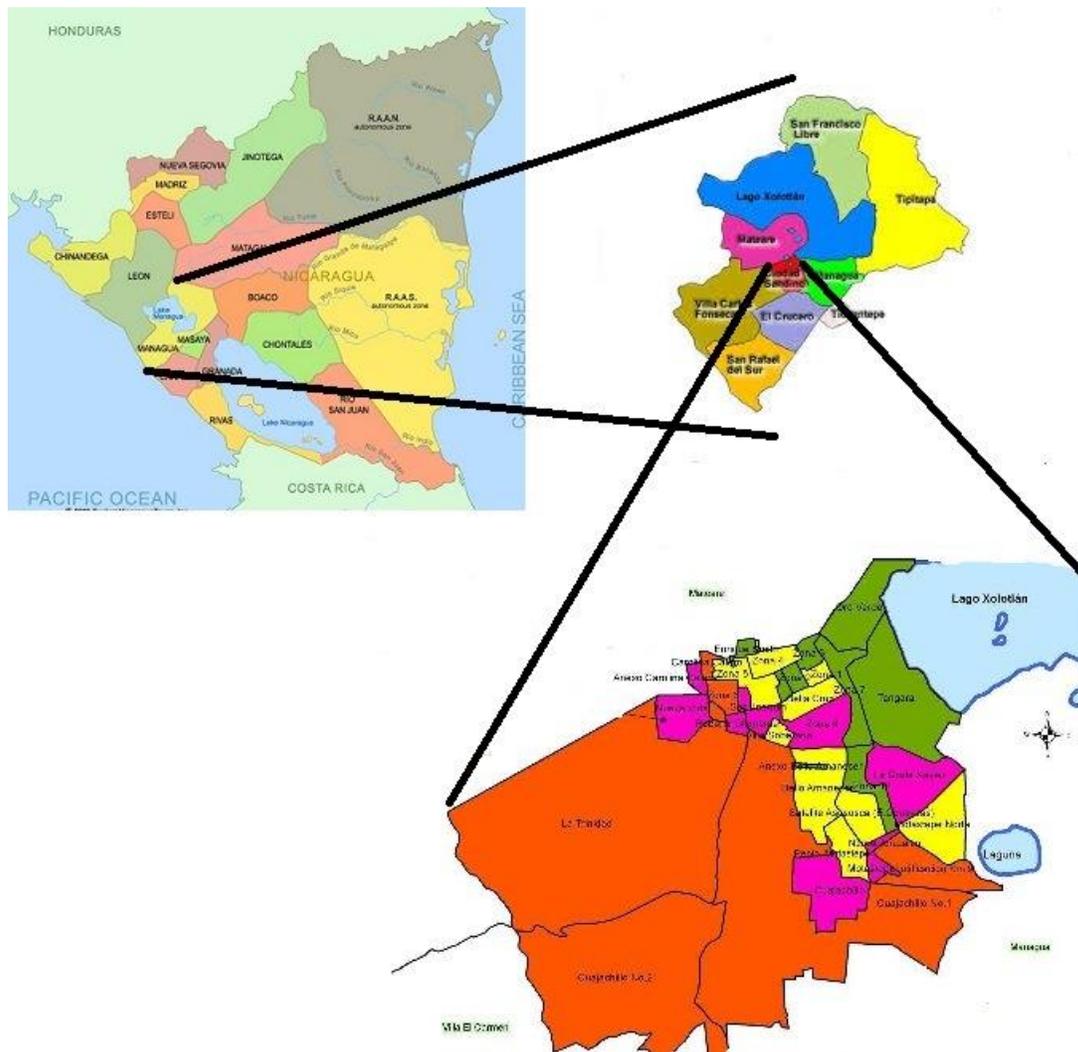


Ilustración 1: Mapa de macro localización.

Fuente: Alcaldía municipal de Ciudad Sandino.



Ilustración 2: Mapa de micro localización.

Fuente: Mapa geodésico INETER, Alcaldía municipal de Ciudad Sandino.

8.1.2 Extensión

La comarca posee una extensión territorial de aproximadamente 39.01km².

8.1.3 Límites y colindancias

Los límites de la comarca están definidos por las siguientes localidades colindantes:

Norte: Comarca Trinidad Central.

Sur: Barrio Solano.

Este: Barrio Cuajachillo #1.

Oeste: Comarca Filos de Cuajachillo.

8.1.4 Clima y precipitación

El municipio con un clima Sub-tropical; Semi-húmedo con temperatura que oscila entre los 25° a 27°C con vientos variables de 12 a 15 Km/h con humedad relativa de 63%, el régimen de lluvia es estacional iniciando a mediados de mayo y terminando en Octubre y una precipitación media anual entre 1100 y 1350 mm, y 1300 mm en las zonas altas de los fillos de Cuajachillo.

8.1.5 Topografía

En ciertos puntos de la comarca es relativamente plana con pendientes de 0 a 2 % en las zonas sureste y noreste, todo lo contrario en la parte noroeste y suroeste donde la comarca colinda con los filos de Cuajachillo que es zona montañosa y la más alta del municipio.

8.1.6 Viabilidad y transporte



Ilustración 3: Red vial y acceso



Ilustración 4: Calle interna de la comarca

Fuente: Propia. Visita de campo (2016).

La red vial se deriva de un sistema de calles sin revestimiento que se deriva de un acceso principal de adoquinado, el cual está conectado a la carretera vieja a León. El sistema de calles en un 100% está en deterioro debido a las aguas pluviales las cuales se convierten en cauces en periodos lluviosos.

La comarca cuenta con una sola ruta de bus con destino Cuajachillo #2-Km13-mercado Israel Levites. La calidad del servicio prestado a la población es regular, cuenta con frecuencia en sus recorridos haciendo 3 recorridos completos en el día.

8.1.7 Energía eléctrica

El servicio público de energía eléctrica en la comarca es reciente se comenzó a instalar redes de distribución en el mes de Julio del año 2012, en la actualidad el 100% de la población cuenta con electricidad en sus viviendas.

8.1.8 Telecomunicaciones

La comarca cuenta con servicio telefónico en gran parte de la misma, también cuentan con servicio de televisión nacional

8.1.9 Agua potable y Alcantarillados



Ilustración 5: Aprovechamiento de aguas de lluvias

Ilustración 6: Tanque improvisado.

Fuente: Propia. Visita de campo (2016).

Cuajachillo #2 cuenta con un pozo comunitario sin redes de distribución, del cual se abastecen la mayoría de la población y en su totalidad en periodos secos, los sectores colindantes a Cuajachillo #1 y Barrio solano han optado por anexarse a redes donde por falta de presión obtienen agua potable en horas de la madrugada por cortos lapsos de tiempo e ingeniándose formas de almacenar el vital líquido.

El problema de la comarca es la falta de drenaje sanitario en donde la comarca utiliza letrinas y la eliminación de las aguas grises las realiza directamente sobre las vías originando el deterioro de las mismas.

8.1.10 Educación

El nivel educativo es muy bajo, la comarca cuenta con un preescolar, un colegio de primaria y un colegio de secundaria (sabatino); aun así los niveles de instrucción alcanzados por la población se concentran en su mayoría en la educación primaria, poca población recibe educación secundaria completa y universitaria.

8.1.11 Salud

Existe un solo centro de salud en la comarca el cual se encuentra cerrado por falta de personal médico, donde las autoridades de salud realizan brigadas móviles de forma temporal.

8.1.12 Religión

La comarca cuenta con tres iglesias una católica y 2 cristianas, celebran a la virgen del Nancite el día 30 de agosto.

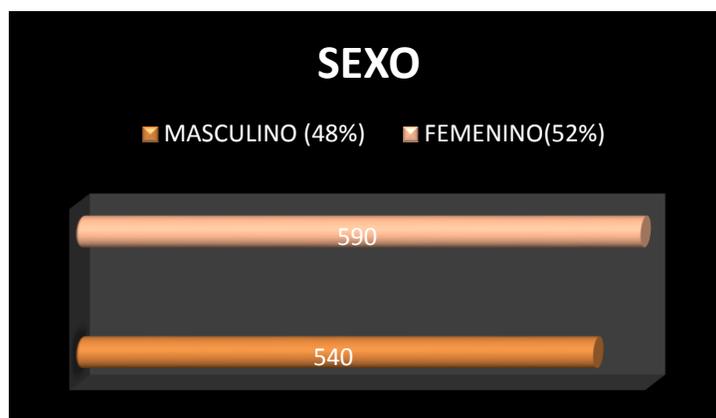
8.2 Población

Los datos presentados provienen de la encuesta realizada a un 100% de la población en Octubre y Noviembre del año 2015, donde la comarca cuenta con una población de 1130 habitantes, distribuidos en 279 viviendas, para un índice poblacional de 4 habitantes por vivienda.

8.2.1 Distribución de la población por edad y sexo

La distribución según género es bastante equitativa, donde el 48% corresponde al sexo masculino y 52% al sexo femenino. Correspondiendo a la mayoría de población a adultos y jóvenes.

La distribución de los pobladores según sus edades la dividimos en rangos que se muestran en las siguientes gráficas.



Grafica 1: Distribución de población por sexo.

Fuente: Elaboración propia (2016).



Grafica 2: Distribución de población por edad.
Fuente: Elaboración Propia. (2016).

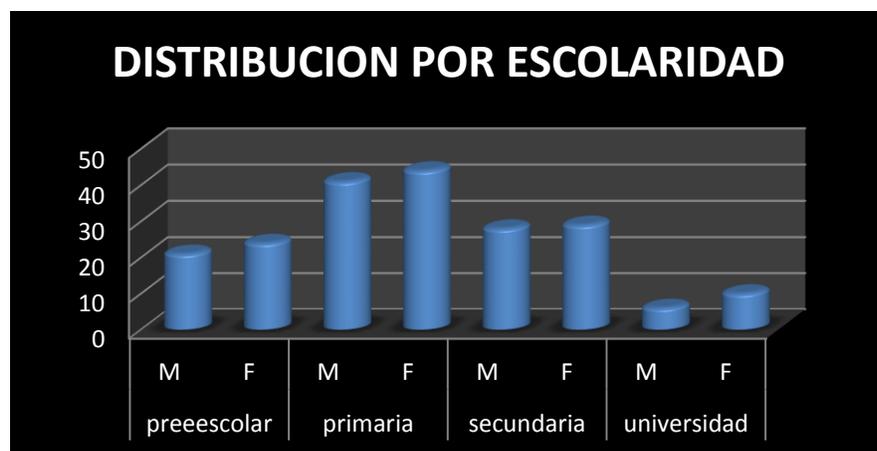
8.2.2 Distribución de la población por escolaridad

La distribución de la población por nivel académico se indica en la siguiente tabla.

Tabla 8: distribución por escolaridad.

ESCOLARIDAD	SEXO	CANTIDADES	PORCENTAJES
preescolar	M	21	22%
	F	24	
primaria	M	41	42%
	F	44	
secundaria	M	28	28%
	F	29	
universidad	M	6	8%
	F	10	

Fuente: Elaboración propia (2016).



Grafica 3: Distribución de la población por escolaridad.
Fuente: Elaboración Propia. (2016).

8.3 Situación habitacional

La comarca cuenta con 279 viviendas, con un índice poblacional de 4 habitantes por vivienda, por lo que no hay déficit por hacinamiento. Con relación a su estructura, las viviendas están de forma desordenada sin ningún patrón definido, se logra identificar como núcleo poblacional la intersección donde es la terminal de la ruta de bus donde también se ubican el centro de salud, pozo comunitario, iglesia católica y colegios en un mismo sector comúnmente llamada punta de plancha.

La población en busca de mejorar sus condiciones de vida en cuanto a servicios básicos, han optado por construir a orillas de las comarcas que presentan mayor desarrollo urbanístico, lo cual se constató en las visitas de campo donde se logra observar viviendas construidas recientemente.

8.3.1 Situación de la propiedad

Llevar a cabo las encuestas evidencio que el 98% de las viviendas son propias, sin embargo no todos poseen títulos de propiedad debido a la disgregación de parcelas de terrenos que pertenecen a una misma familia.

8.3.2 Materiales de los cerramientos

La tipología predominante de construcción de las viviendas en la comarca es un sistema mixto o minifalda donde se utiliza la combinación de diversos materiales como piedra, bloque, madera y zinc, seguida de las viviendas construidas de mampostería confinada

Tabla 9: Materiales de cerramiento.

PAREDES	CASAS
ADOBE	3
BLOQUE	73
LADRILLO	17
PREFABRICADO	2
MADERA	28
ZINC	45
MIXTO	111

Fuente: Elaboración propia (2016). Encuesta socioeconómica.



Grafica 4: Materiales de Cerramientos.

Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta socioeconómica.

Gran parte de las viviendas han sido edificadas con materiales poco aptos para la construcción. Existe un gran número de viviendas construidas con bloque de mortero y zinc y muy pocas con ladrillo de barro.

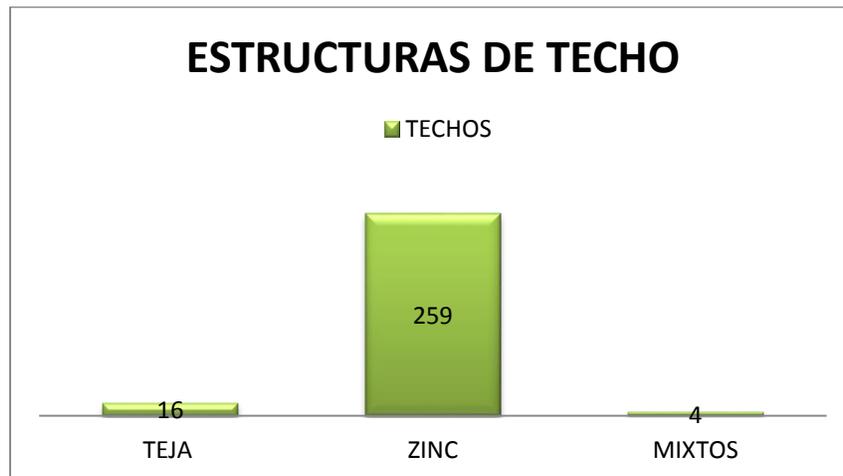


Ilustración 7: Vivienda típica de la comarca.

Fuente: Propia. Visita de campo (2016).

8.3.3 Materiales de los techos

La distribución de los diferentes tipos de cubierta de techo donde un 93% de las viviendas es de zinc con estructuras de madera seguido por un 6% de tejas de barro y un 1% por techos mixtos en combinación con otras cubierta de techo como nicalit, plástico negro, etc.



Grafica 5: Materiales de techo.
Fuente: Elaboración propia. (2016). Encuesta socioeconómica.

8.3.4 Servicio de agua potable

8.3.4.1 Nivel de servicio

La comarca se abastece de agua mediante un puesto público, un pozo perforado ubicado en el núcleo de la comunidad de donde deben comprar el barril de agua en C\$5.00 (Cinco Córdoba) para poder realizar las labores domésticas, no habiendo otra fuente de abastecimiento y la existente sin tratamiento alguno ya es del conocimiento de la población que el pozo está contaminado por exposición de excretas, se ha entregado por vivienda un biofiltro para poder consumir el agua que obtienen.



Ilustración 8: Sistema de pozo perforado.



Ilustración 9: Abastecimiento en puesto público.



Ilustración 10: Entrega de biofiltro a pobladores.

Fuente: Visita de campo. (2016).

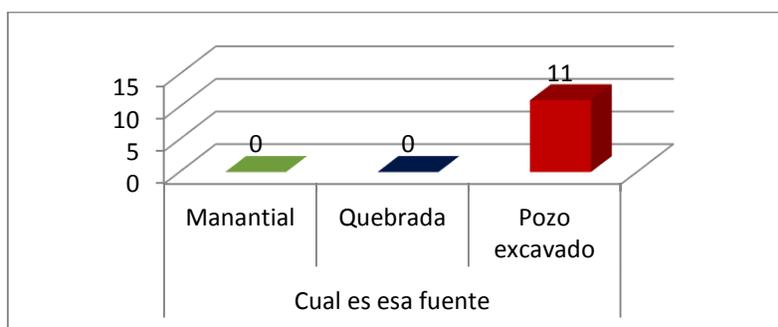
8.3.4.2 Usos domésticos del agua

En los resultados de la encuestas con relación al uso doméstico que las familias de la comarca dan al agua del pozo son variados desde el consumo, hasta los labores de quehacer diario

Los resultados muestran que el 100% de las familias no utilizan el agua para ninguna de las actividades debido a que en reuniones se estableció que mientras no tuvieran una red de distribución ninguno de los habitantes ocuparía agua del pozo ya que no tienen la accesibilidad para transportar hasta sus casas (las familias más alejadas del pozo).

8.3.4.3 Fuentes secundarias de aprovisionamiento de agua

Con relación al uso de otras fuentes de agua para labores domésticos, no existen formas donde puedan obtenerla de forma permanente donde se encontró que el 100% de las familias entrevistadas se aprovisionan del pozo comunitario. Como fuente secundaria podemos mencionar los pozos privados de las comarcas aledañas pagando por el abastecimiento de forma racional, con un 100% de familias que se valen de ellos. (Ver gráfica 6).

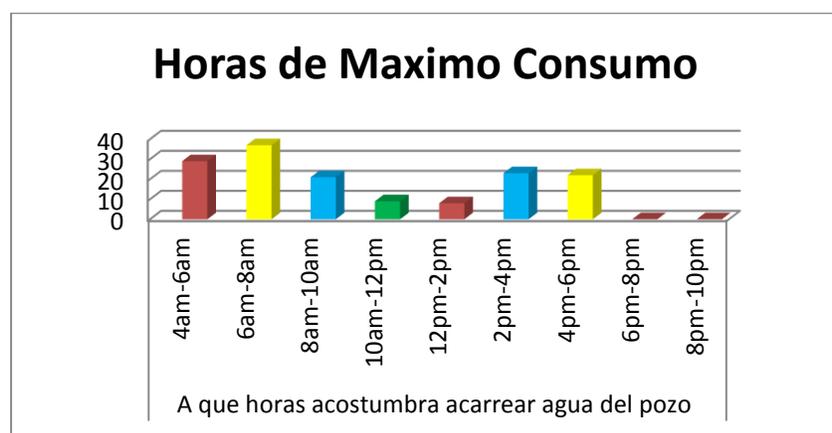


Gráfica 6: Fuentes de abastecimientos secundarias.

Fuente: Elaboración propia. (2016). Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio.

8.3.4.4 Horas de máximo consumo

El proceso de encuestado permitió establecer que las horas de máximo consumo se concentran entre las 6 y 8 de la mañana con un 25%, las familias acostumbran el aprovisionamiento en horas tempranas para salir a trabajar también para almacenar la cantidad de agua requerida durante el día. Los resultados de la encuesta se detallan en la gráfica.



Gráfica 7: Distribución del consumo de agua de pozo a lo largo del día.

Fuente: Elaboración propia. (2016). Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio.

También hay un porcentaje significativo de consumo entre las 4 y 6 am, con un 19%, luego el consumo se mantiene en valores aproximados.

Las altas concentraciones de consumos en cortos periodos de tiempo son propias de este nivel de servicio (PPCBM), puesto que los consumidores buscan disminuir en la medida de lo posible la necesidad de recargar durante el día.

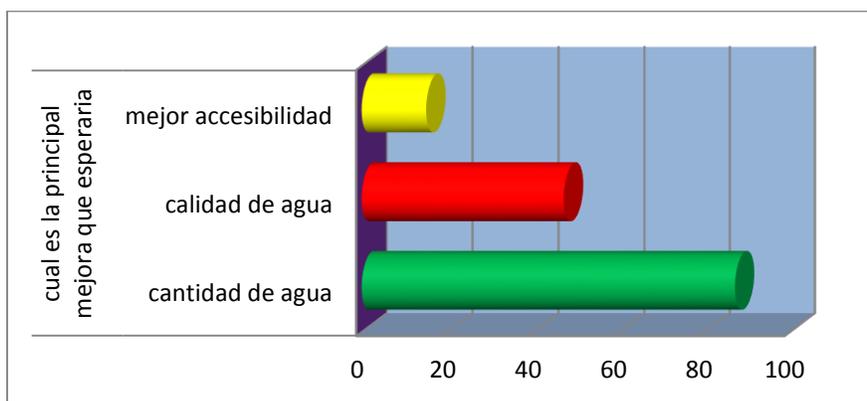
Estos resultados reflejan que no existe relación alguna entre las horas de máximo consumo en un sistema a través de PPCBM y el periodo relativo en un nivel de servicio con mejores características, tal como un sistema con conexiones domiciliarias, donde el consumo generalmente se concentra entre las 6 de la mañana a las 12 meridiano, periodo durante el cual la población es más activa y realiza las prácticas domésticos habituales (higiene personal y habitacional, lavado de ropa y de enceres, preparación de alimentos, entre otros).

8.3.4.5 *Desconformidad de la población con el actual servicio*

El 100% de las familias encuestadas muestran descontento y consideran necesario mejorar las condiciones en que suministra el agua dentro de la comunidad, conjuntamente el mismo 100% estaría dispuesto a pagar por un mejor servicio. Entre las situaciones que causan mayor descontento en la población están la calidad y la cantidad de agua suministrada.

8.3.4.6 *Expectativas de la población*

Se realizó una valoración con relación a las mejoras que la población espera con un nuevo servicio, considerando tres posibles escenarios (ver gráfica 8), los resultados reflejan que el 31% de la población demanda una mejora en la calidad del agua, 58% apuesta por una mejora en la cantidad de agua y solamente el 11% espera una mejora en la accesibilidad.



Gráfica 8: Expectativas de la población ante la propuesta del servicio.

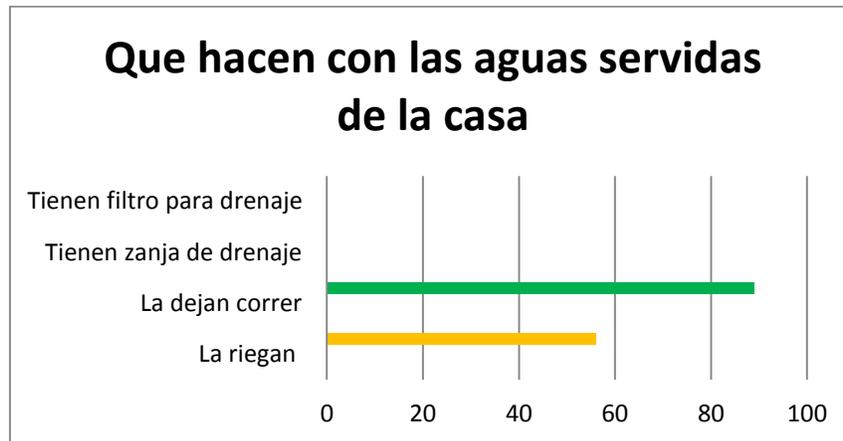
Fuente: Elaboración propia. (2016). Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio.

Al mismo tiempo se valoró el nivel de servicio que la población esperaría por el pago de una cuota, en donde el 100% de la población demanda un sistema con conexiones domiciliarias.

8.3.5 Saneamiento

8.3.5.1 Aguas servidas

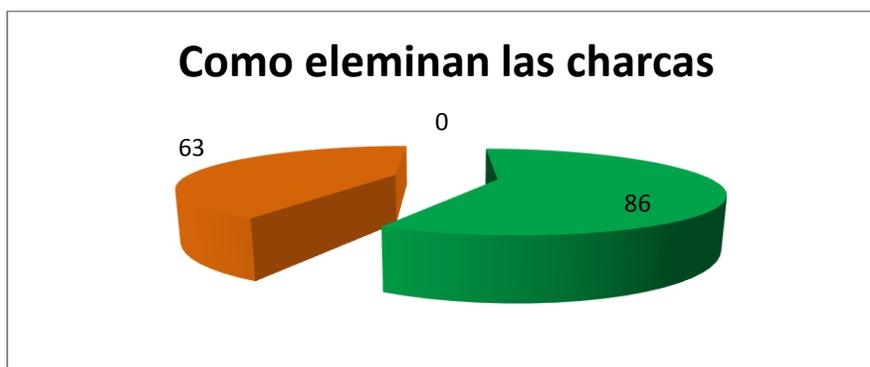
En la comunidad no hay servicio de alcantarillado sanitario, las aguas servidas provenientes del lavado, baño y cocina son descargadas superficialmente sobre los patios, lugar en donde se estancan formando charcas y deterioros al suelo, ocasionando la proliferación de mosquitos y mal olor.



Grafica 9: disposición de las aguas servidas.

Fuente: Elaboración propia. (2016). Encuesta socioeconómica.

En lo referente a la eliminación de las charcas de patio, la población opta por aterrarla o por drenarla, si bien las viviendas no cuentan con zanjas de drenaje las pendientes de los predios hacen el trabajo y redirigen las aguas hacia los cauces naturales (ver gráfica 10).



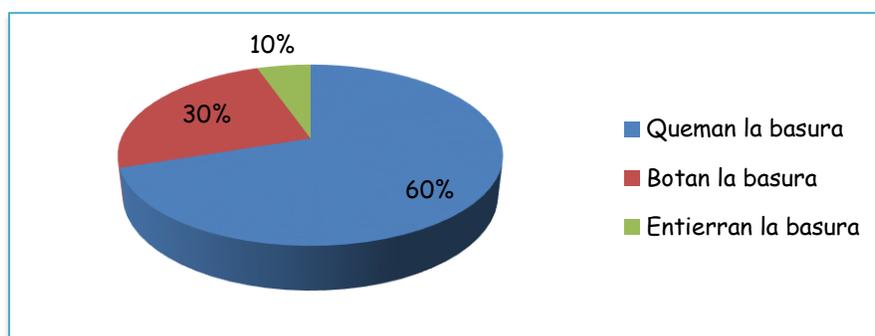
Grafica 10: Mecanismos para la eliminación de charcas.

Fuente: Elaboración propia. (2016). Encuesta socioeconómica.

8.3.6 Desechos sólidos

No existe un mecanismo comunitario de eliminación de desechos, por lo que cada familia se encarga de despejar los desechos de sus viviendas. El 60% de la población

efectúa la acción más efectiva en este caso en particular (quemar la basura), sin embargo hay otro porcentaje significativo que utiliza métodos menos efectivos para la eliminación de basura como botarla o enterrarla (30% y 10% respectivamente). Al no existir un vertedero formalmente establecido, el botar la basura, propicia la proliferación de enfermedades.

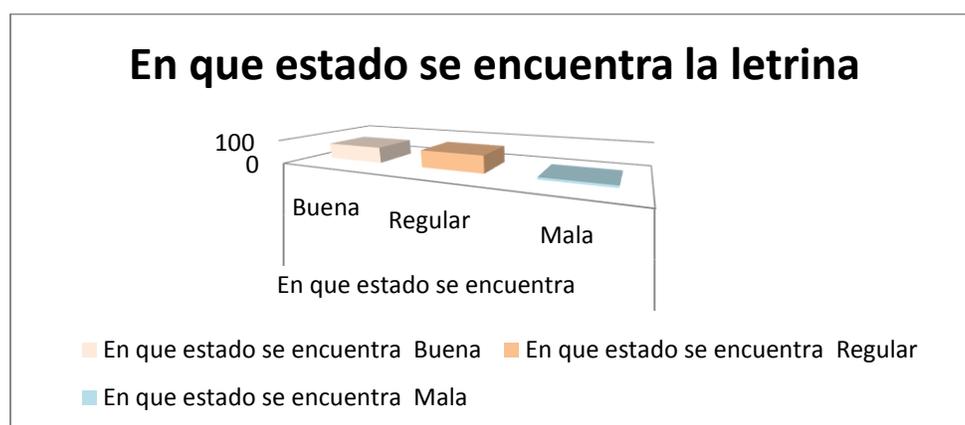


Grafica 11: Disposición de desechos sólidos.

Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta socioeconómica.

8.3.7 Disposición de excretas

El 95% de las familias tienen una letrina propia, por lo que se ven en la necesidad de prestar y en algunos momentos de hacer sus necesidades al aire libre.



Grafica 12: Disposición de excretas y valoración de estructuras sanitarias.

Fuente: Elaboración propia. (2016). Encuesta socioeconómica.

Al mismo tiempo se realizó una valoración de la integridad de las estructuras sanitarias, considerando tres posibles estados cualitativos: bueno, malo y regular. Los resultados revelan que solamente 125 de las letrinas se encuentran en óptimas condiciones, 87 se encuentran en regulares condiciones y 26 yacen en malas condiciones (ver ilustración 11).



Ilustración 11: Estado de las letrinas.
Fuente: Elaboración propia. (2016).

8.3.8 Energía eléctrica

En la comarca el servicio de energía eléctrica beneficia a toda la población pero un 100% no paga por el servicio recibido.

8.3.9 Organización comunitaria

La comunidad cuenta con un Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) formalmente conformado, son los mismos habitantes los encargados de comunicar a la alcaldía del municipio de Ciudad Sandino en caso de mejoramiento o construcción de cualquier proyecto.

8.4 Situación económica

8.4.1 Población económicamente activa

La Población Económicamente Activa de la comunidad es de 391 personas, que representa el 35% de la población total.

Tabla 10: Situación laboral en la comunidad.

Condición de actividad	Población	%	Hombres	%	Mujeres	%
PEA (ocupado)	391	35%	292	54%	99	17%
PEA (desocupado)	326	29%	63	12%	263	45%
PEI inactiva	413	37%	185	34%	228	39%
TOTALES	1130	100%	540	100%	590	100%

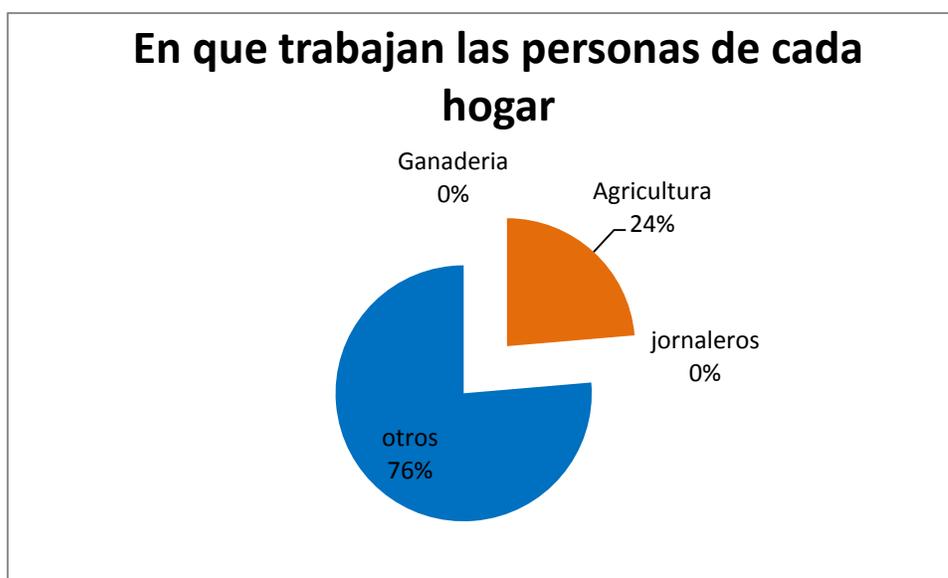
Fuente: Alcaldía municipal de Ciudad Sandino. (2016).

Población Económicamente Activa (PEA): Personas de 10 años y más, que durante el periodo de referencia definido en el censo tienen un trabajo, o lo buscan activamente o no buscan por estar a la espera de una respuesta por parte de un empleador, o esperan continuar sus labores agrícolas.

Población Económicamente Inactiva (PEI): Personas que no teniendo ocupación, no buscan empleo activamente. Comprende a los estudiantes, personas que se dedican a quehaceres del hogar, pensionados/jubilados/rentistas, incapacitados permanentes, ancianos y a otros como una categoría remanente.

8.4.2 Actividades económicas

Los habitantes de la comunidad se dedican a trabajos varios que desempeñan fuera de la comarca debido a mejores ingresos, y a pequeña escala se dedican a labores de agricultura y ganadería, siendo prácticamente para el consumo local.



Grafica 13: Actividades económicas.

Fuente: Alcaldía municipal de Ciudad Sandino. (2016).

8.4.3 Ingreso familiar

Se realizó una valoración del estado financiero de las familias del asentamiento. En la siguiente gráfica se amplían a detalle los resultados obtenidos.



Grafica 14: Ingreso familiar mensual.

Fuente: Elaboración propia. (2016). Encuesta socioeconómica.

El menor ingreso registrado fue de C\$ 700 (setecientos córdobas) y el máximo de C\$ 8000 (ocho mil córdobas). El ingreso mensual promedio para las familias encuestadas resultó de C\$ 4350 (cuatro mil trescientos cincuenta córdobas).

8.4.4 Capacidad económica

La capacidad de pago por familia, se determinó considerando el 3% de los ingresos familiares para el pago del servicio de agua potable, esto de conformidad a lo recomendado por el Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo.¹

La capacidad de pago mensual por familia para un ingreso familiar promedio de C\$ 4350 (cuatro mil trescientos cincuenta córdobas) es de $130.50 \approx$ C\$ 131 (ciento treinta y un córdobas).

8.5 Diagnostico técnico actual del sistema de abastecimiento de agua potable.

A nivel rural el abastecimiento de agua potable se encuentra en manos de los comités de agua potable y saneamiento (CAPS) los cuales están integrados por pobladores de la misma localidad, los cuales se encargan de administrar y mantener en funcionamiento el puesto público.

El sistema existente fuente-tanque posee deficiencias:

¹ Banco Mundial. (1998). *Programa de Agua y Saneamiento*. PNUD.

- En calidad debido al mal manejo de excretas y desechos sólidos, a la falta de tratamiento y a la excedente vida útil del sistema.
- En cantidad debido a la sobrepoblación y las grandes distancias hasta las viviendas sumando los costos por el vital líquido más acarreo.

8.5.1 Pozo comunitario

El pozo comunitario de la comarca de Cuajachillo #2 situado en el núcleo de la comarca data del año 1976 (según dirigentes) no se especifica el donante pero sí que se consiguió el financiamiento a través de la Iglesia católica.

El pozo cuenta con una tubería de succión de diámetro de 2 pulgadas y una bomba de 55 galones por minuto, la cual no recibe tratamiento alguno al ser proporcionada a la población a esto se le suma la construcción de letrinas y sumideros en sus cercanías que han provocado gradualmente la contaminación del mismo.

Según datos obtenidos mediante encuesta socioeconómica la población tiene un consumo de 6 baldes equivalente a 30 galones por día por vivienda para sus necesidades donde lo recomendado por norma es de 16 galones persona por día.

El gasto económico por consumo de energía eléctrica es sustentado por los pobladores mediante el cobro de 5 córdobas por barril de agua y la realización de kermess y fiestas, dichos fondos son administrados por los comités de agua potable y saneamiento (CAPS).

8.5.2 Tanque de almacenamiento

La comarca cuenta con un tanque de almacenamiento metálico sobre torre, situado a pocos metros del pozo comunitario, este data del año 1996, el cual tiene una capacidad de 150 barriles o 7500 galones aproximadamente, culminando su vida útil actualmente el tanque no se encuentra en uso por el avanzado deterioro y la falta de mantenimiento del mismo.

8.5.3 Red de distribución

Las redes de distribución de la comarca son inexistentes dado que la población era muy pequeña y escasa. Con la perforación del pozo comunitario se proveía que la población debía abastecerse directamente del puesto, sumado a esto la topografía de la zona es bastante accidentada la presiones en una red no cumplirían para poder llegar a las viviendas más alejadas.

9. CAPITULO II: DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.

La alcaldía municipal de Ciudad Sandino con apoyo del Club Rotario Santa Bárbara de Honduras, han realizado con anterioridad un estudio pretendiendo mejorar el actual servicio de agua potable el cual es brindado por los CAPS (Comité de Agua Potable y Saneamiento) los cuales han resultado fallidos.

Las alternativas que se brindaron en los estudios fue cambiar la tubería de succión por una mayor de dos pulgadas, al igual que cambiar el tanque de almacenamiento por uno de mayor capacidad para abastecer no solo a la comarca de Cuajachillo #2 sino también a la comarca de Trinidad Central que tiene el mismo problema de desabastecimiento de agua potable pero de forma gradual.

Estudios recientes efectuados al pozo en Julio del año 2014 han arrojado que el pozo existente no puede ser utilizado o ampliado debido a que presenta coliformes fecales por la cercanía de letrinas y el expansionamiento de la población.



Ilustración 12: Sondeo de Pozo comunitario Cuajachillo #2.



Ilustración 13: puesto de salud y acarreos de agua con bestias.
Fuente: Visita de campo (2016).

No existe alternativas para abastecer a la comarca que no sean una fuente subterránea ya que no hay ríos, ni manantiales, estos se han secado hace muchos años debido a la deforestación en la zona para siembras de cultivos.

La alternativa actual que presentamos en nuestro documento de investigación para terminar con el desabastecimiento de agua en la zona es la de un sistema completo que contempla: perforación de un pozo nuevo donde se ha comparado con pozos aledaños propiedad de ENACAL y revelan que tanto la capacidad como la calidad de las fuentes son aptas para ser aprovechadas, se diseñara con un caudal que abastecerá tanto la comarca de Cuajachillo #2 y la comarca de Trinidad central.

Se proyecta un acueducto conformado por: obra de captación de aguas subterráneas-cisterna de almacenamiento y rebombeo-estación de bombeo-línea de conducción por bombeo-tratamiento básico (cloración)-tanque sobre suelo-redes de distribución.

A continuación se presenta una descripción de los diferentes elementos y aspectos considerados en la elaboración del sistema proyectado.

9.1 Levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico de la comarca se realizó en 2 días los días 15 y 18 de abril del año 2015 donde se utilizó a falta de un equipo óptico digital un equipo de mano, GPS marca GARMIN modelo Etrex 20x, con error de 3 metros máximo.



Ilustración 14: Recorrido de campo y levantamiento topográfico.

Fuente: elaboración propia (2015).

Se realizó un recorrido de la comarca para conocer los límites y sus colindancias con las demás comarcas y barrios, a la vez para la identificación de cualquier tipo de obras de drenaje existentes las cuales no hay, y poder identificar el comportamiento de las pendientes de terreno y las diferentes vías que se pudieran transitar en vehículo y a pie.

Se identificó con ayuda de coordinadores de sector el lugar donde se construiría el depósito, el cual donara el dueño de la propiedad para abastecer a toda la comunidad de Cuajachillo #2, la ubicación del pozo es un sitio retirado del núcleo poblacional para evitar contaminación del mismo y que a su vez en consenso con otro proyecto de abastecimiento de agua potable para la comarca de trinidad central estará ubicado en un punto medio entre ambas comarcas donde también se construirá una cisterna de rebombeo para aprovechar los recursos tanto hídricos como económicos.

La segunda etapa del levantamiento tuvo como objetivo principal reconocer topográficamente las vías o calles de la comarca, límites y conocer la altimetría tanto de los puntos vitales (pozo y deposito) y concentraciones de población en distintos sectores, con esta información se elaboró el croquis de la comarca para facilitar la localización de nodos, trazado de la red de distribución y selección de la ruta de la línea de conducción para sus respectivos perfiles.

9.2 Procesado de la información

La información alti-planimétrica resultado del levantamiento de puntos fue procesada con la ayuda del programa CIVIL 3D, con el que se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Modelación de la superficie en tres dimensiones.
- Elaboración de planos de detalle en planta, para localización de infraestructura pública vial, edificios públicos, accidentes topográficos, entre otros.
- Elaboración de plano topográfico.
- Construcción de perfil longitudinal.

9.3 Estudio de población y consumo de agua.

9.3.1 Población actual.

Como parte de los alcances del presente trabajo se realizó un censo poblacional que abarco al 100% de las viviendas de la comarca en estudio, tomando de referencia un censo realizado por el Ministerio de Salud (MINSa) en el año 2013 y el censo realizado casa a casa en Noviembre 2015.

Se dio a conocer que la población actual de Cuajachillo #2 es de 1,130 habitantes, para un total de 279 viviendas, dando como resultado un índice de hacinamiento de 4.05 Hab/vivienda.

Tabla 11: población 2011 y encuestados 2016.

Año	Fuente	Habitantes	Viviendas
2011	MINSa	1,011	250
2016	Encuesta	1,130	279

Fuente: Hospital Nilda Patricia Velázquez, Ciudad Sandino, encuesta socioeconómica (2016).

En base a los datos de población obtenidos por el MINSa y encuesta socioeconómica se procedió a calcular la tasa de crecimiento de la comarca por el método de proyección geométrica el cual es recomendado por las normas del INAA, y debe estar entre el rango de 2.5% y 4%. El cual será utilizado para poder estimar la población futura de la localidad para el periodo de diseño considerado.

La expresión utilizada es:

$$i = \left(\frac{P_f}{P_o} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Dónde: $i = \text{tasa de crecimiento.}$

$n = \text{periodo de diseño.}$

$P_o = \text{poblacion del año base.}$

$P_f = \text{poblacion futura en el año } n.$

$$i = \left(\frac{1130 \text{ habitantes}}{1011 \text{ habitantes}} \right)^{\frac{1}{5}} - 1$$

Obteniendo como resultado $i = 2.25\%$ donde su estimado mínimo es 2.5% el cual se utilizara para la proyección de la población futura de la comarca.

Debido que el año 2016 está en curso y probablemente 2017 se revisaran documentos para que el proyecto se lleve a cabo se proyectara la población hasta el 2018, luego se tomaran los 20 años propuestos en nuestra investigación.

9.3.2 Población futura de diseño.

$$P_f = P_o(1 + i)^n$$

En el año 2018: $P_{f_{2018}} = 1130(1 + 0.025)^2$

$$P_{f_{2018}} = 1,187 \text{ habitantes}$$

Población futura para el año 2038:

$$P_{f_{2038}} = 1187(1 + 0.025)^{20}$$

$$P_{f_{2038}} = 1945 \text{ habitantes}$$

A continuación se presenta la tabla de proyección de población.

Tabla 12: Proyección de población.

Año	Tasa de crecimiento	Población
2011	2.25	1,011
2016	2.25	1,130
2018	2.5	1,187
2023	2.5	1,343
2028	2.5	1,520
2033	2.5	1,719
2038	2.5	1,945

Fuente: Elaboración propia (2016).

9.4 Consumo unitario y población de consumo.

Partiendo de la información recaudada por el censo poblacional por medio de las encuestas, se ha considerado una cobertura del 100% mediante conexiones domiciliarias a la población en el periodo de diseño. Según las normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua de INAA se asignara un valor de dotación que corresponde a 60 lppd (litros persona por día).

En base al consumo comercial que en este caso representan los pocos negocios en la comarca, y los cultivos que también son en minorías y en épocas del año, las normas no especifican un valor de dotación a asignar, sin embargo establecen que debe considerarse un 7% del consumo promedio diario doméstico.

A la vez se considera un mismo porcentaje de 7% en base al consumo institucional que está representado por escuelas, iglesias, centro de salud existente en la comarca.

Por otra parte existe un porcentaje del 20% del consumo promedio total que equivale a las pérdidas del sistema que se pudieran generar a lo largo del periodo de diseño.

Se muestra a continuación un ejemplo de cómo se realiza el cálculo para la proyección de demanda de agua para la comarca.

$$Pf_{2028} = 1187(1 + 0.025)^{10} = 1520 \text{ habitantes.}$$

Dotación según normas de ENACAL = 16 galones/habitantes*día

$$CD_{2028} = 1520 * 16 = 24320gpd \approx 1.06 \text{ lps}$$

$$\text{consumo comercial}_{2028} = 1.06lps * 0.07 = 0.07lps$$

$$\text{consumo institucional}_{2028} = 1.06lps * 0.07 = 0.07lps$$

$$\text{consumo promedio diario}_{2028} = 1.06lps + 0.07lps + 0.07lps = 1.2 \text{ lps}$$

$$\text{perdidas del sistema}_{2028} = 1.2 \text{ lps} * 0.20 = 0.24lps$$

$$\text{consumo medio total}_{2028} = 1.2 \text{ lps} + 0.24lps = 1.44lps$$

$$\text{consumo maximo diario}_{2028} = 1.44\text{lps} * 1.5 = 2.17\text{lps} = 34.32 \text{ gpm}$$

$$\text{consumo maximo hora}_{2028} = 1.44\text{lps} * 2.5 = 3.61\text{lps} = 57.21 \text{ gpm}$$

En la siguiente tabla se muestran los valores de la proyección hasta terminar el periodo de diseño.

Tabla 13: Proyección de caudales en periodo de diseño.

Año	Poblacion	Dotacion	Consumo Domestico		Consumo Comercial	Consumo Institucional	Perdidas del Sistema	Consumo Medio Total	CMD		CMH	
	Habitantes	gpd	gpd	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	gpm	l/s	gpm
2016	1,130	16	17,911	0.78	0.05	0.05	0.18	1.07	1.61	25.52	2.68	42.54
2018	1,187	16	18,817	0.82	0.06	0.06	0.19	1.13	1.69	26.81	2.82	44.69
2023	1,343	16	21,290	0.93	0.07	0.07	0.21	1.28	1.91	30.24	3.19	50.56
2028	1,520	16	24,088	1.06	0.07	0.07	0.24	1.44	2.17	34.32	3.61	57.21
2033	1,719	16	27,253	1.19	0.08	0.08	0.27	1.63	2.45	38.84	4.08	64.73
2038	1,945	16	30,834	1.35	0.09	0.09	0.31	1.85	2.77	43.94	4.62	73.23

Fuente: Elaboración propia (2016).

9.5 Fuente de Abastecimiento (pozo perforado).

La fuente de abastecimiento del acueducto es el aprovechamiento subterráneo en la misma localidad la comarca de Cuajachillo #2. Las coordenadas del sitio propuesto para la perforación del pozo son 12°07'31.56" de latitud norte y 86°22'40.00" longitud oeste (ver figura localización de pozo, Cuajachillo #2). Para efectos en el diseño se utilizó las pruebas de bombeo y características los pozos más cercanos se puede constatar mediante pruebas de laboratorios que estos satisfacen los requerimientos para consumo humano. La producción del pozo supera la demanda para fines del periodo de diseño (ver en anexo registro de pozos aledaños).

Es de gran importancia mencionar que existen pozos privados perforados en la comarca que podrían abastecer a la población sin embargo su fin es abastecimiento a otras zonas de Ciudad Sandino y Riegos de hortalizas de los cuales no se nos brindó información alguna por parte de sus dueños.

9.5.1 Datos de la fuente de abastecimiento.

La comarca de Cuajachillo #2 posee un manto acuífero apto para la perforación de pozos, ya que existen a sus alrededores 5 pozos perforados con grandes productividades pero que a su vez según un sondeo propio en la zona sus caudales están por encima de 450gpm.

Existen pozos perforados que podría abastecer de forma segura y de calidad a la comarca pero su explotación del recurso se deriva a otras zonas como Nueva vida y la zona céntrica del municipio de Ciudad Sandino.

Los estudios hidrogeológicos realizados en el sector y alrededores han revelado el gran potencial del manto acuífero existente, esto se debe a que el acuífero del área se encuentra situado en la formación La Sierra (TQps (S, M)), con características de terrenos volcánicos que constituyen un acuífero de buena permeabilidad, propiedades hidráulicas y químicas moderadas a buenas importantes para el aprovechamiento del mismo. Ver anexo (Mapa y perfil de las Estructuras Geológicas).

Según el mapa Hidroquímicos de la ciudad de Managua, realizado por INETER-COSUDE del Pacífico de Nicaragua realizado en 1993, la calidad del agua presente en el área de estudio es de buena calidad, siendo del tipo Bicarbonatada – Cálcidas - Sódicas o bicarbonatadas – Sódicas – Cálcidas. Estas propiedades de Calidad son propias de la zona de recarga del acuífero de Managua, aunque esta condición va cambiando a medida que se acerca a la zona de descarga del acuífero del grupo Las Sierras de Managua de Bicarbonatada – Cálcidas a Bicarbonatada – Cálcidas - Magnésica, en la medida que el flujo subterráneo se va aproximando hacia el Lago de Managua que es la zona de descarga natural del acuífero.

Las propiedades hidráulica que poseen las rocas predominantes (Grupo Superior Las Sierras y los Aluviones de la Zona Costera del Lago de Managua), en la estratigrafía del área de estudio, muestran el rendimiento seguro del acuífero en esta zona de descarga, lo que se confirma con los datos hidráulicos provenientes de las prueba de bombeo realizada al pozo existente y las pruebas realizadas a los pozos de ENACAL,

los cuales poseen de buenos a altos rendimientos hidráulicos, lo que se confirma con los caudales extraídos: Pozos de ENACAL, Cuajachillo No. 1, caudal de 523.00 gpm, con una capacidad específica ND (No Determinada), Trinidad No. 1, con un caudal de 709.00 gpm y una capacidad específica de 16.11 gpm/pie, Trinidad No. 2, un caudal de 691.00 gpm con una capacidad específica de 23.03 gpm/pie. Los caudales en esta zona pueden ser superiores con una perforación mayor y penetración mayor del acuífero.

De acuerdo a pruebas de bombeo realizado en los Pozos de ENACAL existente en el área de estudio, presentan capacidades específicas que varían desde los 500 m²/d hasta los 1,200 m²/d.

El coeficiente de almacenamiento del acuífero de Las Sierras, se caracteriza por la presencia de piro clastos caídos, tobas, arenas y limos tobáceos, lo que en su generalidad le da un carácter de acuífero libre, especialmente en las zonas baja de almacenamiento. Los valores de acuífero libre oscila en un rango entre: $0.35 < S < 0.01$ de acuerdo al libro de "Agua Subterránea y los Pozos Johnson 1975".

De acuerdo a los datos obtenidos en pruebas de bombeo realizadas en el año 2015 y determinar posibles interferencias de pozos aledaños cerca del área en estudio se procedió a calcular los radios de influencia con la ecuación de Theis y Jacobs.

Los resultados se muestran en la siguiente Ilustración:

PROPUESTA DE DISEÑO HIDRAULICO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMARCA "CUAJACHILLO #2" MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO, DEPARTAMENTO DE MANAGUA, AGOSTO-NOVIEMBRE 2016.

POZO	Q (m ³ /d)	Descenso (m)	CE (m ³ /d/m)	T		s (m)	t		W(u)	u	S	R (m)
				(m ² /d)	(m ² /h)		(d)	(h)				
CUAJACHILLO No. 2	2594.40	34.15	75.98	700.00	29.17	0.10	1.00	24.00	0.3389	0.76	0.250	92.08
CUAJACHILLO No. 1	2850.57	ND	ND	700.00	29.17	0.10	1.00	24.00	0.3084	0.81	0.250	95.01
TRINIDAD No. 1	3864.35	13.41	288.07	700.00	29.17	0.10	1.00	24.00	0.2275	0.98	0.250	104.71
TRINIDAD No. 2	3766.24	9.15	411.78	700.00	29.17	0.10	1.00	24.00	0.2334	0.96	0.250	103.91

Nota: $s = \frac{Q * W(u)}{4 * 3.14 * T}$ $u = \frac{R^2 * S}{4 * t * T}$

s : Abatimiento a una distancia x (s = 0.1m)
 Q : Caudal
 W(u) : Función del pozo
 u : Tablas determinado de las tablas de Theis, presentadas en el Libro Jonhson.
 T : Transmisibilidad
 R : Radio de Influencia
 S : Coeficiente de Almacenamiento

Ilustración 15: Calculo de radios de influencia de pozos aledaños.

Fuente: informe hidrogeológico de pozo de Cuajachillo #2. JEYASA.

De acuerdo al Mapa Hidrogeológico realizado por el JICA en 1993, determina que el flujo de agua subterránea en el área de estudio en la zona de estudio tiene dirección Sur A Norte, hasta la zona de descarga que se encuentra en la zona costera del lago de Managua. Los flujos subterráneo vienen desde las zonas de recargas del acuífero Zonas altas del crucero hasta la zona baja o descarga del Lago de Managua.

Los descensos por abatimiento registrados oscilan entre los 30 a 112 pies durante las pruebas de bombeo continuo de 24 horas en caudales de 476 a 709 gpm.

Tabla 14: Datos de pozos aledaños.

Pozo	Caudal	Descenso	NEA	NDA	CE	Dist. al pozo
	Gpm	pies	pies	Pies	gpm/pie	m
Cuajachillo #2	476	112.00	344.00	456.00	4.25	-
Cuajachillo #1	523	ND	ND	380.00	ND	875.78
Trinidad #1	709	44.00	219.00	263.00	16.11	2,943.08
Trinidad #2	691	30.00	247.00	277.00	23.03	2,556.20

Fuente: Informe de estudio Hidrogeológico de pozo de Cuajachillo #2 (ENACAL), JEYASA (2015).

Según datos expresados por la empresa JEYASA en prueba de bombeo realizados en el año 2015 al pozo Cuajachillo #2 Propiedad de ENACAL posee un rendimiento de 476 gpm tomando en cuenta los caudales proyectados de la comarca de Cuajachillo #2 y

Trinidad central por tanto según normativa NTON 09001-99 este deberá ser igual o mayor al 1.5 consumo promedio diario (CPD).

Para el siguiente cálculo se tomaron en cuenta los consumos promedios diarios de la comarca de Cuajachillo #2 y trinidad Central resumidas en la tabla 15.

Tabla 15: Resumen de Consumos Promedios Diarios de Cuajachillo #2 y Trinidad Central.

año	poblacion Cuajachillo #2 (habitante)	dotacion		consumo domestico	consumo comercial (7%)	consumo institucional (7%)	comsumo medio
		gppd	lppd	gpm	gpm	gpm	gpm
2016	1130	16	60	12.44	0.871	0.871	14.18
2018	1187	16	60	13.07	0.915	0.915	14.90
2023	1343	16	60	14.78	1.035	1.035	16.85
2028	1520	16	60	16.73	1.171	1.171	19.07
2033	1719	16	60	18.93	1.325	1.325	21.58
2038	1945	16	60	21.41	1.499	1.499	24.41
año	poblacion Trinidad Central (habitante)	dotacion		consumo domestico	consumo comercial (7%)	consumo institucional (7%)	comsumo medio
		gppd	lppd	gpm	gpm	gpm	gpm
2016	755	16	60	8.31	0.582	0.582	9.47
2018	793	16	60	8.73	0.611	0.611	9.95
2023	897	16	60	9.88	0.691	0.691	11.26
2028	1015	16	60	11.18	0.782	0.782	12.74
2033	1149	16	60	12.65	0.885	0.885	14.42
2038	1300	16	60	14.31	1.001	1.001	16.31

Fuente: Elaboración Propia, Propuesta de diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable en la comarca de Trinidad central, municipio de Ciudad Sandino departamento de Managua, Agosto-Noviembre 2016.

$$CPD_{cujachillo\ #2} = 24.41gpm$$

$$CPD_{trinidad\ central} = 16.31gpm$$

$$1.5CPD = 1.5(24.41gpm + 16.31gpm)$$

$$1.5CPD = 61.08gpm$$

$$61.08gpm < 476gpm$$

Como resultado del rendimiento de la fuente es de 476 gpm es mayor al 1.5 consumo promedio diario de 61.08 gpm, esto representa el potencial suficiente para el abastecimiento de la demanda de ambas comarcas lo cual indica que la explotación

está por debajo y será el mínimo, lo que garantizara la durabilidad y suministro en el periodo de diseño propuesto.

Diámetro del tazón.

$$Q_{bombeo} = 61.08 \text{ gpm} \approx 3.885 \text{ lps}$$

$$\emptyset = \sqrt{Q_{bombeo}} + 1$$

$$\emptyset = \sqrt{3.885 \text{ lps}} + 1$$

$$\emptyset = 2.96 \text{ pulgadas} \approx 3 \text{ pulgadas}$$

Se tomara un diámetro de tazón de 4 pulgadas.

Para el diámetro de revestimiento se darán 4 pulgadas

$$\emptyset \text{ de revestimiento} = 8 \text{ pulgadas}$$

9.5.2 Análisis de calidad de agua de pozo más cercano (Cuajachillo #2).

La evaluación de la calidad de agua proviene de la fuente más cercana al pozo propuesto y se realizó con el objetivo de determinar el grado de contaminación y tipo de tratamiento a efectuar para el aseguramiento de la potabilización del agua a ser suministrada al sistema.

Se le efectuó un análisis al agua del pozo (Cuajachillo #2) ubicado en las coordenadas UTM-WGS 84: X: 578660.00, Y: 1343049.00; Propiedad de la Empresa de acueductos y alcantarillados (ENACAL) con la cooperación de la empresa JEYASA que sondearon los pozos cercanos en Octubre de 2015 se obtuvieron los resultados siguientes:

Tabla 16: Propiedades fisicoquímicas, pozo Cuajachillo #2 (ENACAL)

No.	Parámetros	Unidades	Normas CAPRE	Cuajachillo No. 2 MANAGUA
Análisis Físico Químico Completo				
1	Temperatura	°C	18-32	28.5
2	Turbidez	UNT	5	0.75
3	pH	Unidad	6.5-8.5	8.17
4	Conductividad eléctrica	µs/cm	-	587
5	Sólidos disueltos totales	mg/L	1000	348.25
6	Color Verdadero	UCV	15	5
7	Calcio	mg/L	100	31.26
8	Magnesio	mg/L	50	8.26
9	Sodio	mg/L	200	60.2
10	Potasio	mg/L	10	13.68
11	Cloruros	mg/L	250	41
12	Nitratos	mg/L	50	32.43
13	Sulfatos	mg/L	250	34.99
14	Carbonatos	mg/L CaCO ₃	-	0
15	Bicarbonatos	mg/L CaCO ₃	-	209.91
16	Dureza total	mg/L CaCO ₃	400	112
17	Alcalinidad total	mg/L CaCO ₃	NE	172.02
18	Alcalinidad de Fenolftaleína	mg/L CaCO ₃	-	-
19	Sílice disuelta	mg/L	-	-
20	Nitritos	mg/L	<0.1	0.003
21	Hierro Total	mg/L	0.3	0.08
22	Flúor	mg/L	0.7-1.5	0.37
23	Índice de Saturación	%	< 10%	0.96

Fuente: Informe de estudio Hidrogeológico de pozo de Cuajachillo #2 (Enacal), JEYASA (2015)

Tabla 17: Prueba de metales pesados, pozo Cuajachillo #2 (ENACAL).

No.	Parámetros	Unidades	Normas	Pozo No. 1
Metales (Sustancias Inorgánicas de Significado para la Salud)				09/10/2015
Laboratorio Que realiza el análisis			CAPRE	CIRA
1	Arsénico	µg/L	10	5.97
2	Cadmio	µg/L	50	< Idm
3	Cromo	µg/L	500	< Idm
4	Plomo	µg/L	10	< Idm
5	Mercurio	µg/L	1	< Idm
Análisis Bacteriológicos				28-Oct.-15
24	Coliformes Termo tolerantes	UFC/100 ml	Negativo	< 1.8
25	Coliformes Totales	UFC/100 ml	Negativo	< 1.8
26	Echerichia Coli	UFC/100 ml	Negativo	< 1.8
Análisis de Pesticidas				28-Oct.-15
1	Organoclorados /NTON INAA	ng/L	2.0 E+05	Nd
2	Organofosforados /NTON INAA	ng/L	1.0 E+05	Nd

Fuente: Informe de estudio Hidrogeológico de pozo de Cuajachillo #2 (Enacal), JEYASA (2015)

Nota: Estos datos son una transcripción de los resultados realizados en el Laboratorio CIRA.

Clave: < Rd = menor del rango de detección. mg/L = miligramos por Litros.
 < Id = menor del límite de detección del método. °C = Grados Celsius (centígrados).
 Nd = no detectado. µg/L = Microgramos por Litros.
 CaCO₃ = Carbonato de Calcio. UNT = Unidades Nefelométricas.
 UCV = Unidades de Color Verdadero ng/L = Nanogramos por Litros.

NE = No Estipulada, pero de forma Operativa se propone un valor mayor de 30mg/L, para que el agua tenga su regulador de pH.

CAPRE = Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de

Centroamérica, Panamá y República Dominicana.

UFC/100 ml = Unidades Formadoras de Colonias en 100 mililitros de muestra.

Nota: < 1.8 = Indica la no cuantificación de bacterias presentes, acorde al estándar

método usado por el que utiliza el Laboratorio CIRA.

La suma de todos los parámetros no deben ser mayor de:

Total Pesticidas Organoclorados 0.2 mg/L = 200 µg/L = 2.0 E+05ng/L

Total Pesticidas organofosforados 0.1 mg/L = 100 µg/L = 1.0 E+05ng/L

Las características expuestas sugieren la construcción de un pozo el cual estaría en condiciones de satisfacer la demanda de agua para fines de diseño.

9.6 Estación de bombeo

La estación de bombeo estará conformada por un pozo perforado con un equipo de bombeo sumergible, el cual llevara el caudal de ambas comarcas desde el acuífero hasta la superficie donde se construirá una cisterna de rebombeo con una salidas independientes que bombearan caudales independientes de diseño hacia la comarca de Cuajachillo #2 y trinidad central respectivamente, para la selección de los equipos se tomaron en cuenta los factores de diseño especificado en las normas de diseño para agua potable.

9.6.1 Calculo hidráulico de la estación bombeo unificado.

Datos obtenidos del registro del pozo de ENACAL Cuajachillo #2:

NEA = 344pies

Variación Estacionaria = 10 pies

Abatimiento = 14.12 pies

Horas de bombeo = 16 horas

Longitud de la columna = 371.23pies = 113.15metros

Longitud de la línea de conducción pozo-cisterna = 10 m

Para los consumos máximos diarios (CMD) se representaron en la tabla 18.

Tabla 18: Consumos máximos día y hora, Cuajachillo#2 y Trinidad Central.

Comarca	año	poblacion (habitante)	consumo medio		perdidas del sistema 20%		consumo medio total		consumo maximo diario CMD		consumo maximo horario CMH	
			gpm	l/s	gpm	l/s	gpm	l/s	gpm	l/s	gpm	l/s
Cuajachillo #2	2016	1130	14.18	0.89	2.84	0.18	17.01	1.07	25.52	1.61	42.54	2.68
	2018	1187	14.90	0.94	2.98	0.19	17.88	1.13	26.81	1.69	44.69	2.82
	2023	1343	16.85	1.06	3.37	0.21	20.23	1.28	30.34	1.91	50.56	3.19
	2028	1520	19.07	1.20	3.81	0.24	22.88	1.44	34.32	2.17	57.21	3.61
	2033	1719	21.58	1.36	4.32	0.27	25.89	1.63	38.84	2.45	64.73	4.08
	2038	1945	24.41	1.54	4.88	0.31	29.29	1.85	43.94	2.77	73.23	4.62
Trinidad Central	2016	755	9.47	0.60	1.89	0.12	11.37	0.72	17.05	1.08	28.42	1.79
	2018	793	9.95	0.63	1.99	0.13	11.94	0.75	17.92	1.13	29.86	1.88
	2023	897	11.26	0.71	2.25	0.14	13.51	0.85	20.27	1.28	33.78	2.13
	2028	1015	12.74	0.80	2.55	0.16	15.29	0.96	22.93	1.45	38.22	2.41
	2033	1149	14.42	0.91	2.88	0.18	17.30	1.09	25.95	1.64	43.25	2.73
	2038	1300	16.31	1.03	3.26	0.21	19.57	1.23	29.36	1.85	48.93	3.09

Fuente: Elaboración Propia, Propuesta de diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable en la comarca de Trinidad central, municipio de Ciudad Sandino departamento de Managua, Agosto-Noviembre 2016.

$$CMD_{\text{cuajachillo \#2}} = 2.77 \text{ l/s}$$

$$CMD_{\text{trinidad central}} = 1.85 \text{ l/s}$$

Para el diseño del equipo de bombeo se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

9.6.1.1 Diámetro de descarga

Aplicando la ecuación 8 tenemos

$$D = 0.9(Q)^{0.45}$$

$$D = 0.9(0.00462 \text{ m}^3/\text{s})^{0.45}$$

$$D = 0.0800 \text{ m} \approx 8.00 \text{ cm} \approx 3.15 \text{ pulg} = 3 \text{ pulg}$$

D = diámetro de descarga

Q = Caudal máximo diario (m^3/s)

9.6.1.2 Carga Total Dinámica (CTD)

$$CTD = NB + CED + hf_{\text{columna}} + hf_{\text{descarga}}$$

9.6.1.2.1 Nivel Más bajo de Bombeo.

$$NB = NEA + Variacion + Abatimiento$$

$$NB = 344 \text{ Pies} + 10\text{pies} + 17.23\text{pies} = 371.23\text{pies} \approx 113.15\text{m}$$

9.6.1.2.2 Carga Estática de la Descarga (CED)

$$CED = \text{Nivel de Agua en la Descarga} - \text{Nivel mas Bajo en la Superficie}$$

$$CED = 208\text{m} - 208\text{m}$$

$$CED = 0\text{m}$$

9.6.1.2.3 Pérdida en la columna $h_{f_{columna}}$

$$h_{f_{columna}} = 5\%Lc$$

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

$$Lc = 113.15 \text{ m} + 6.096 \text{ m}$$

$$Lc = 119.246 \text{ m}$$

$$h_{f_{columna}} = 0.05(119.246 \text{ m})$$

$$h_{f_{columna}} = 5.96 \text{ m}$$

9.6.1.2.4 Perdidas en la descarga $h_{f_{descarga}}$

Considerando una tubería con un diámetro $\phi_{descarga} = 3''$

Considerando que solo en la columna de succión usaremos un codo de 90° de radio mediano según tabla de pérdidas equivalentes esta será de 2.1m entonces tendremos:

$$L_{real} = L_{total} + L_{tuberia}$$

$$L_{real} = 2.1\text{m} + 10\text{m}$$

$$L_{real} = 12.10\text{m}$$

$$h_{f_{descarga}} = 10.674 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \left(\frac{l}{\phi^{4.87}} \right)$$

$$h_{f_{descarga}} = 10.674 \left(\frac{0.00462^3/s}{130} \right)^{1.852} \left(\frac{12.310m}{(0.075m)^{4.87}} \right)$$

$$h_{f_{descarga}} = 0.207m$$

$$CTD = NB + CED + h_{f_{columna}} + h_{f_{descarga}}$$

$$CTD = 113.15m + 0m + 5.96m + 0.207m$$

$$CTD = 119.32m \approx 391.46 \text{ pies}$$

9.6.1.3 Potencia de la bomba

$$P_B = \frac{Q * CTD}{3960 * 0.60}$$

$$P_B = \frac{(73.24 \text{ gpm})(391.46 \text{ pies})}{3960 * 0.60}$$

$$P_B = 12.07 \text{ HP}$$

Comercialmente se instalara una bomba de 15 HP

Se seleccionó el equipo de bombeo para las siguientes características de operación:

Caudal 16.632 m³/h

CTD 391.46 Pies

Como referencia se utilizó el catálogo de bombas sumergibles BARNES, resultando la elección de la bomba 6SP 30A08 para caudales de operación de hasta 200gpm, las características del equipo de bombeo se indican a continuación:

Tabla 19: características de bomba-pozo.

ID	VALOR	U/M
Diámetro	3	Pulg
H Máx.	120	mca
Q Máx.	200	gpm
Potencia (P)	15	HP
Velocidad nominal	3600	rpm
Eficiencia (e)	60	%
Energía	220	Voltios(trifásica)

Fuente: Elaboración propia. Ficha técnica de bombas sumergibles GRUNDFOS.

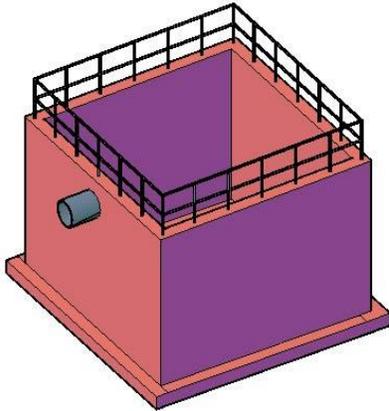


Ilustración 16: Cisterna de rebombeo.
Fuente: Elaboración Propia (2016)

9.6.1.4 Potencia del motor

$$P_M = 1.15 * P_B$$

$$P_M = 1.15 * 15HP$$

$$P_M = 17.25HP$$

9.7 Calculo hidráulico de cisterna de rebombeo.

La Cisterna de bombeo sin almacenamiento, que se empleara debido que la fuente de provisión de agua tenga una capacidad mayor o igual al caudal de bombeo. Se calculara el volumen con un tiempo de 2 horas máximas de bombeo.

$$V = Q * t$$

$$V = 16.632m^3/hora * 2horas$$

$$V = 33.264 m^3$$

9.7.1 Dimensionamiento.

Su dimensionamiento será de forma cuadrada asumiendo un largo y un ancho de 5 metros.

$$V = A * h$$

$$h = \frac{V}{A}$$

$$h = \frac{33.624m^3}{(5metros * 5metros)}$$

$$h = 1.33metros$$

Se tomara en cuenta un borde libre de 0.50 metros.

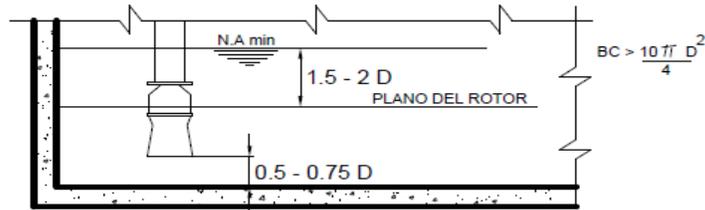
La cisterna tendrá las siguientes dimensiones:

Ancho: 5 metros

Largo: 5 metros

Profundidad total: 1.83 metros

Borde libre: 0.50 metros



Sumergencia mínima del tubo de succión y distancia de la campana de succión al fondo de la cámara de succión

Ilustración 17: Sumergencia de tubo de succión.

Fuente: guía para la selección de equipos de bombeo para sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento para el medio rural, lima Perú, 2007.

Altura de boquilla de succión medida desde el fondo de la cisterna.

$$h' = 0.5 - 0.75D$$

$$h' = 0.5 - 0.75(7.62cm)$$

$$h' = 5.22cm$$

9.7.2 Calculo hidráulico de la estación de bombeo Cuajachillo #2 (cisterna –tanque).

Datos obtenidos del registro del pozo de ENACAL Cuajachillo #2:

$$NB = 1.83m - 0.0522 = 1.78m$$

Longitud de la línea de conducción pozo-tanque = 2141 m

$$CMD_{\text{cuajachillo \#2}} = 2.77l/s$$

Para el diseño del equipo de bombeo se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

9.7.2.1 Diámetro de descarga

Aplicando la ecuación 8 tenemos

$$D = 0.9(Q)^{0.45}$$

$$D = 0.9(0.00277m^3/s)^{0.45}$$

$$D = 0.0635m \approx 6.35cm \approx 2.5 \text{ pulg} = 3 \text{ pulg}$$

D = diámetro de descarga

Q = Caudal máximo diario (m³/s)

9.7.2.2 Carga Total Dinámica (CTD)

$$CTD = NB + CED + hf_{columna} + hf_{descarga}$$

9.7.2.2.1 Nivel Más bajo de Bombeo.

$$NB = 1.78m$$

9.7.2.2.2 Carga Estática de la Descarga (CED)

$$CED = \text{Nivel de Agua en la Descarga} - \text{Nivel mas Bajo en la Superficie}$$

$$CED = 304m - 208m$$

$$CED = 96m$$

9.7.2.2.3 Pérdida en la columna $hf_{columna}$

$$hf_{columna} = 5\%Lc$$

$$Lc = NB$$

$$Lc = 1.78m$$

$$hf_{columna} = 0.05(1.78 m)$$

$$hf_{columna} = 0.089 m$$

9.7.2.2.4 Perdidas en la descarga $hf_{descarga}$

Considerando una tubería con un diámetro $\emptyset_{descarga} = 3"$

Tabla 20: Perdidas por longitud equivalente.

Accesorio	Cantidad	Longitud equivalente (m)	Total (m)
C-90° de radio mediano	1	2.1	2.1
Válvula de compuerta, VC liviano	1	0.7	0.7
Válvula de retención, VR liviano	1	6.4	6.4
Tee paso directo	1	2.1	2.1
Medidor	1	10	10
C-90° de radio corto	5	2.5	12.5
Salida al tanque	1	2.2	2.2
Pérdidas Totales			36

Fuente: elaboración propia.

Según tabla de pérdidas equivalentes esta será de 36m entonces tendremos:

$$L_{real} = L_{total} + L_{tuberia}$$

$$L_{real} = 36m + 2141m$$

$$L_{real} = 2177m$$

$$hf_{descarga} = 10.674 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \left(\frac{l}{\phi^{4.87}} \right)$$

$$hf_{descarga} = 10.674 \left(\frac{0.00277m^3/s}{130} \right)^{1.852} \left(\frac{2177m}{(0.075m)^{4.87}} \right)$$

$$hf_{descarga} = 11.97m$$

$$CTD = NB + CED + hf_{columna} + hf_{descarga}$$

$$CTD = 1.78m + 96m + 0.089m + 11.97m$$

$$CTD = 109.81m \approx 360.26 \text{ pies}$$

9.7.2.3 Potencia de la bomba

$$P_B = \frac{Q * CTD}{3960 * 0.60}$$

$$P_B = \frac{(43.91 \text{ gpm})(360.26 \text{ pies})}{3960 * 0.60}$$

$$P_B = 6.65 \text{ HP}$$

Comercialmente se instalara una bomba de 7.5 HP

9.7.2.3.1 Selección del equipo de bombeo

Se seleccionó el equipo de bombeo para las siguientes características de operación:

Caudal 9.97 m³/h

CTD 360.26 Pies

Como referencia se utilizó el catálogo de bombas sumergibles BARNES, resultando la elección de la bomba 4SP 4021 para caudales de operación de hasta 200gpm, las características del equipo de bombeo se indican a continuación:

Tabla 21: Características de la bomba-cisterna.

ID	VALOR	U/M
Diámetro	3	Pulg
H Máx.	170	mca
Q Máx.	50	gpm
velocidad	3.600	rpm
Potencia (P)	7.5	HP
Eficiencia (e)	60	%
Energía	220	Voltios(trifásica)

Fuente: Elaboración propia. Ficha técnica de bombas sumergibles GRUNDFOS.

9.7.2.4 Potencia del motor

$$P_M = 1.15 * P_B$$

$$P_M = 1.15 * 7.5HP$$

$$P_M = 8.63HP$$

9.8 Diseño hidráulico de la línea de conducción.

El agua que será conducida por bombeo desde el pozo hasta el tanque a través de una línea de conducción de 1 m de longitud con un diámetro de 75mm, la tubería será de PVC-SDR-26.

La línea de conducción del tanque a la derivación con la red de distribución es de 2141 m la tubería será de PVC-SDR-26.

9.8.1 Diámetro de la línea de conducción

El diámetro fue calculado en la sección, dando como resultado una tubería de conducción de 3 pulgadas.

9.8.2 Velocidad

Aplicando la ecuación de continuidad:

$$V = \frac{4Q}{\pi\phi^2}$$

$$V = \frac{4(0.00277 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0.075 \text{ m})^2}$$

$$V = 0.627 \text{ m/s}$$

$$0.6 \text{ m/s} < 0.627 \text{ m/s} < 1.5 \text{ m/s}$$

La velocidad está dentro de los límites establecidos por la norma para limitar el efecto del golpe de ariete.

9.8.3 Golpe de ariete

9.8.3.1 Cálculo de la celeridad

Considerando una línea de conducción de PVC SDR-26 de 3", el espesor del tubo es 2.31mm y la K para tubos plásticos.

Aplicando la ecuación de celeridad ec. 21:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$$
$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 \frac{(0.075 \text{ m})}{(0.00231 \text{ m})}}$$
$$C = 213.381 \text{ m/s}$$

9.8.3.2 Cálculo de la sobre presión

A través de la ecuación 20, se obtiene el valor de la sobre presión.

$$G.A = \frac{CV}{g}$$
$$G.A = \frac{(213.381 \text{ m/s})(0.627 \text{ m/s})}{9.81 \text{ m/s}^2}$$
$$G.A = 13.64 \text{ m}$$

9.8.4 Cálculo del tiempo de cierre

Para considerar las peores condiciones de funcionamiento los cálculos se realizan para cierre inmediato de la válvula de retención, de esta manera consideramos la sobre presión máxima.

Aplicando la ecuación para cierre instantáneo:

$$T = \frac{2(2141 \text{ m})}{213.381 \text{ m/s}}$$
$$T = 20.07 \text{ segundos}$$

9.8.5 Presión total

La presión máxima ejercida en las paredes de la tubería está dada por la sumatoria de la carga estática y la sobrepresión ocasionada por golpe de ariete.

$$PT = G. A. + CED$$

$$PT = 13.64 m + 61.69 m$$

$$PT = 75.33 m$$

Considerando que la presión de servicio ofrecida por la tubería PVC cédula SDR-26 es de aproximadamente 112 m.c.a., se concluye que es factible el usar esta denominación de tubería en la línea de conducción.

9.9 Tratamiento y desinfección

9.9.1 Desinfección.

El agua utilizada para el abastecimiento de una población, para uso doméstico debe estar exenta de organismos patológicos causantes de brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico que según los resultados de las pruebas Físicoquímicas, metales y organolépticos no se necesita un tratamiento adicional, el cual para garantizar su calidad será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos.

Existen distintas sustancias químicas utilizadas para desinfectar el agua donde el cloro es el más común, por sus propiedades oxidantes y efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores, a la vez es más económico, su control y seguridad es la mejor para su aplicación.

El cloro es obtenido en forma líquida o compuesta como hipoclorito de sodio que su presentación es líquida y el hipoclorito de calcio que se obtiene en polvo o pastillas.

En el caso de acueductos rurales comúnmente se utiliza el cloro en presentación de hipocloritos debido a su fácil manejo y manipulación del mismo. Se deberá tener cuidado en su transporte y su almacenamiento en el caso del hipoclorito de calcio no deberá exceder más de tres meses.

9.9.2 Dosificación.

Para dicho tratamiento se empleara un sistema de cloración por inyección con hipoclorito de calcio. En el año 10 de vida del proyecto se deberá realizar una inspección al equipo para saber si deberá reemplazarse.

Conforme a los métodos empleados por el ENACAL en sistemas rurales, el sistema consistirá en un dosificador con capacidad de 15.22 galones por día (ver tabla 20)

Se usará una concentración de cloro activo de 2 mg/lit, para obtener una concentración de cloro residual de 0.1 mg/lit luego de 30 minutos de contacto aproximadamente. La aplicación al agua de la solución se realizará mediante un hipoclorador de carga constante, que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65%, diluido hasta alcanzar una concentración de solución del 1%.

Tabla 22: Dosificación con hipoclorito de calcio.

DOSIFICACION CON HIPOCLORITO DE CALCIO							
DOSIS PROMEDIO		CONCENTRACION COMERCIAL			CONCENTRACION SOLUCION		
d = 2.00 mg/Lt		Cc = 0.65			0.01		
Año	CMD	Vol. De cloro	Vol. Hipoclorito de Calcio		Vol. De Solución		Dosificación
	gpm	lb/día	lb/día	gr/día	Lt/día	gpd	Gotas/Min
	i	ii	iii	iv	v		vi
		$0.012 * i * d$	ii/Cc	$iii * 1000 / 2.2$	$iv / 1000 * 100$		$v * 1000 * 13 / 24 / 60$
2016	25.52	0.61	0.94	428.35	42.83	11.32	386.70
2017	26.16	0.63	0.97	439.06	43.91	11.60	396.37
2018	26.81	0.64	0.99	450.03	45.00	11.89	406.28
2019	27.48	0.66	1.01	461.29	46.13	12.19	416.44
2020	28.17	0.68	1.04	472.82	47.28	12.49	426.85
2021	28.88	0.69	1.07	484.64	48.46	12.80	437.52
2022	29.60	0.71	1.09	496.75	49.68	13.12	448.46
2023	30.34	0.73	1.12	509.17	50.92	13.45	459.67
2024	31.10	0.75	1.15	521.90	52.19	13.79	471.16
2025	31.87	0.76	1.18	534.95	53.49	14.13	482.94
2026	32.67	0.78	1.21	548.32	54.83	14.49	495.01
2027	33.49	0.80	1.24	562.03	56.20	14.85	507.39
2028	34.32	0.82	1.27	576.08	57.61	15.22	520.07
2029	35.18	0.84	1.30	590.48	59.05	15.60	533.08
2030	36.06	0.87	1.33	605.25	60.52	15.99	546.40
2031	36.96	0.89	1.36	620.38	62.04	16.39	560.06
2032	37.89	0.91	1.40	635.89	63.59	16.80	574.06
2033	38.84	0.93	1.43	651.78	65.18	17.22	588.42
2034	39.81	0.96	1.47	668.08	66.81	17.65	603.13
2035	40.80	0.98	1.51	684.78	68.48	18.09	618.20
2036	41.82	1.00	1.54	701.90	70.19	18.54	633.66
2037	42.87	1.03	1.58	719.45	71.94	19.01	649.50
2038	43.94	1.05	1.62	737.43	73.74	19.48	665.74

Fuente: elaboración propia.

9.10 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento

La estructura de tanque sobre suelo estará ubicado en las coordenadas 12°06'46.63" Latitud norte y 86°23'7.70" longitud oeste a una cota de 304 m (ver figura: de ubicación de pozo y tanque propuesto).

9.10.1 Volumen del tanque

El volumen del tanque lo compone el volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia (20% CPDT), más el volumen de compensador (15% CPDT). Debido que la población no presenta zona industrial y su población es menor de 5000 habitantes no se tomara en cuenta el caudal de incendio.

$$Vol.Total = 35\%CPDT$$

$$Vol.Total = 0.35(159.84 m^3/dia)$$

$$Vol.Total = 55.944 m^3 \approx 15,000 galones$$

9.10.2 Altura del tanque

De la tabla, se determina que la constante de la capacidad de almacenamiento del tanque es $k = 2$. Aplicando la ecuación para determinar la altura económica:

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

h: Altura en m.

Vol: Volumen del tanque/100.

A: Área transversal en m^2 .

k: Coeficiente en ciento de metros cúbicos (ver tabla 4 constante de almacenamiento por volumen)

$$h = \frac{55.944m^3}{\frac{100}{3}} + 2$$

$$h = 2.19 \approx 2.20 m$$

La altura hasta la tubería de reboce será de 2.20m, para una altura total de la estructura de 2.70m, tomando un borde libre de 0.50 metros, esto sin afectar la estabilidad de la estructura.

9.10.3 Cálculo de la base del tanque

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

$$L = \sqrt{\frac{55.944 \text{ m}^3}{2.20 \text{ m}}}$$

$$L = 5.04 \text{ m} \approx 5.0 \text{ m}$$

El depósito final tendrá una altura de reboce de 2.70 metros y lados de 5.0 metros.

9.11 Análisis hidráulico de la red de distribución

9.11.1 Caudales nodales.

Los caudales nodales en la red de distribución no será más que la dotación media más perdidas por población la cual estará dividida por el número de lotes zonificados, ya que las casas están distantes y no se encuentran concentradas de forma que se pueda hacer un análisis por longitud, densidad o por área. Los caudales nodales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 23: Distribución de Caudal nodal.

LOTES	DOT MEDIA	PERDIDAS	CAUDAL NODAL	NODO EN EPANET
40	0.1114	0.0245	0.3778	18, 19
14	0.0387	0.0100	0.1500	14
15	0.0436	0.0110	0.1645	13
14	0.0387	0.0100	0.1500	7
26	0.0726	0.0168	0.2516	23, 24
17	0.0484	0.0119	0.1890	21, 22
40	0.1114	0.0245	0.3678	17, 25
55	0.1549	0.0332	0.4986	16
45	0.1259	0.0274	0.4114	8
55	0.1549	0.0332	0.4986	5
12	0.0339	0.0090	0.1354	20
50	0.1404	0.0303	0.4550	6
53	0.1501	0.0323	0.4940	9,10
17	0.0484	0.0119	0.1790	11
12	0.0339	0.0090	0.1354	12
15	0.0436	0.0110	0.1645	15
480	1.3509	0.3062	4.62	

Fuente: elaboración propia.

La representación del sistema es la siguiente:

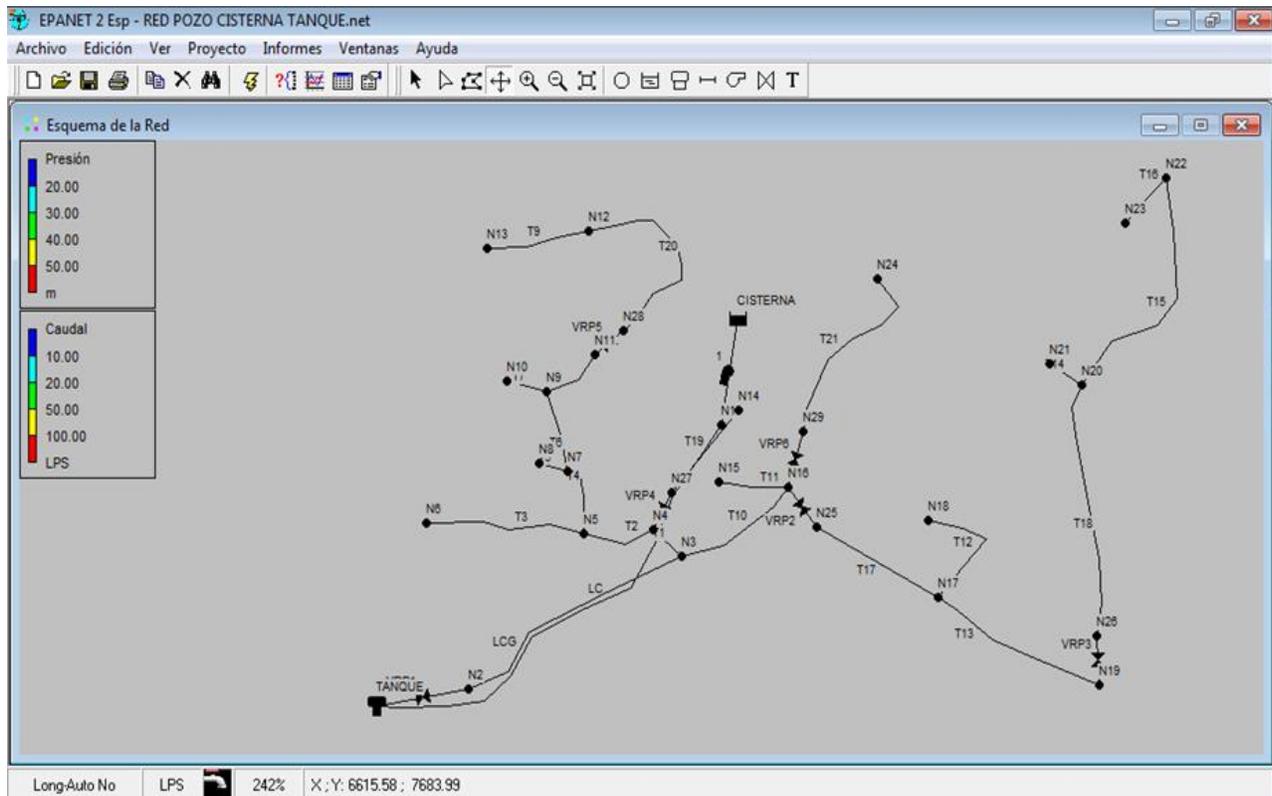


Ilustración 18: Red Propuesta.

Fuente: Epanet. (2016)

La simulación del sistema se realizó con el software EPANET, considerando solamente el régimen de consumo cero donde las presiones en las tuberías son las máximas que podrían presentarse en el sistema:

La simulación se realizó considerando las siguientes consideraciones:

- Nivel dinámico del agua dentro del pozo.
- La curva característica del equipo de bombeo seleccionado.
- Las dimensiones del tanque de almacenamiento.
- Tuberías de PVC, C= 150 y 2 pulgadas de diámetro mínimo, tubería de conducción HoFo, C=130 de 3 pulgadas de diámetro.

El modelo hidráulico consta de 29 nodos, con altos niveles de sinuosidad en las viviendas y calles, las pendientes poco uniformes, hizo necesario la colocación de válvulas rompe presiones para poder bajarlas a un mínimo recomendado de 50 m.c.a, y

que permitan un mayor control de las características de interés (presiones y velocidades).

Análisis de los nodos en el sistema.

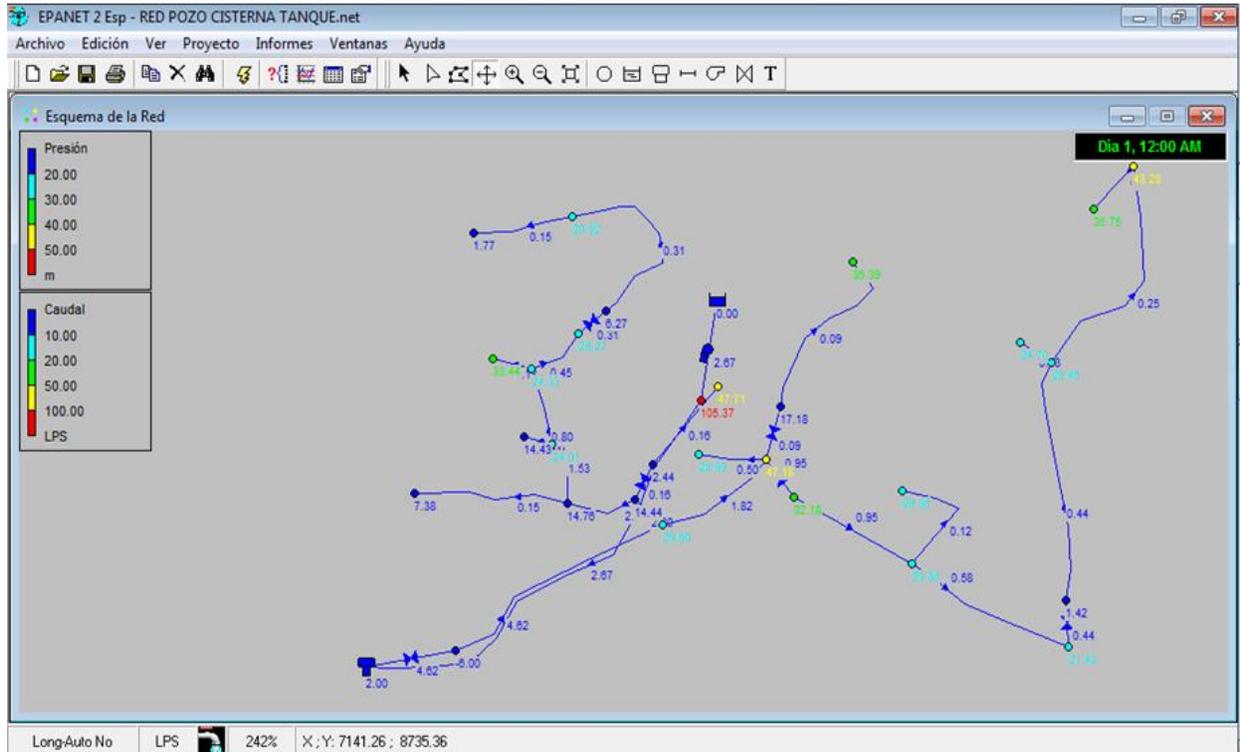


Ilustración 19: Esquema de Presiones en los nodos.
Fuente: Epanet. (2016)

Resultados de presiones por nodos.

D Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m	D Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo N1	215	0	320.37	105.37	Nudo N18	219.3058	0.1162	248.68	29.36
Nudo N2	300	0	294.00	-6.00	Nudo N19	229.0344	0.1354	250.46	21.42
Nudo N3	250.5452	0	280.15	29.60	Nudo N20	198.8411	0.1600	225.30	26.46
Nudo N4	260.9037	0.4986	275.35	14.44	Nudo N21	200.4456	0.0290	225.14	24.70
Nudo N5	257.0741	0.4550	271.83	14.76	Nudo N22	168.6135	0.1790	211.89	43.28
Nudo N6	260.8569	0.1500	268.24	7.38	Nudo N23	175.6547	0.0726	211.40	35.75
Nudo N7	244.4533	0.3197	268.46	24.01	Nudo N24	200.1134	0.0871	235.50	35.39
Nudo N8	249.5681	0.4114	264.00	14.43	Nudo N25	224.9869	0	257.16	32.18
Nudo N9	242.8439	0.1743	267.17	24.33	Nudo N26	229.0344	0	230.46	1.42
Nudo N10	232.7877	0.1790	266.23	33.44	Nudo N27	260.9037	0	263.35	2.44
Nudo N11	239.7901	0.1354	266.06	26.27	Nudo N28	239.7901	0	246.06	6.27
Nudo N12	208.7874	0.1645	229.71	20.92	Nudo N29	224.9869	0	242.16	17.18
Nudo N13	225.9877	0.15	227.75	1.77	Embalse CISTERNA	208	Sin Valor	208.00	0.00
Nudo N14	213.0687	0.1645	260.78	47.71	Depósito TANQUE	304	Sin Valor	306.00	2.00
Nudo N15	241.5891	0.4986	270.48	28.89					
Nudo N16	224.9869	0.2807	272.16	47.18					
Nudo N17	225.8020	0.2616	254.15	28.35					

Ilustración 20: Tabla de resultados de presiones.

Fuente: Epanet. (2016).

Análisis de pérdidas y velocidades en las tuberías.

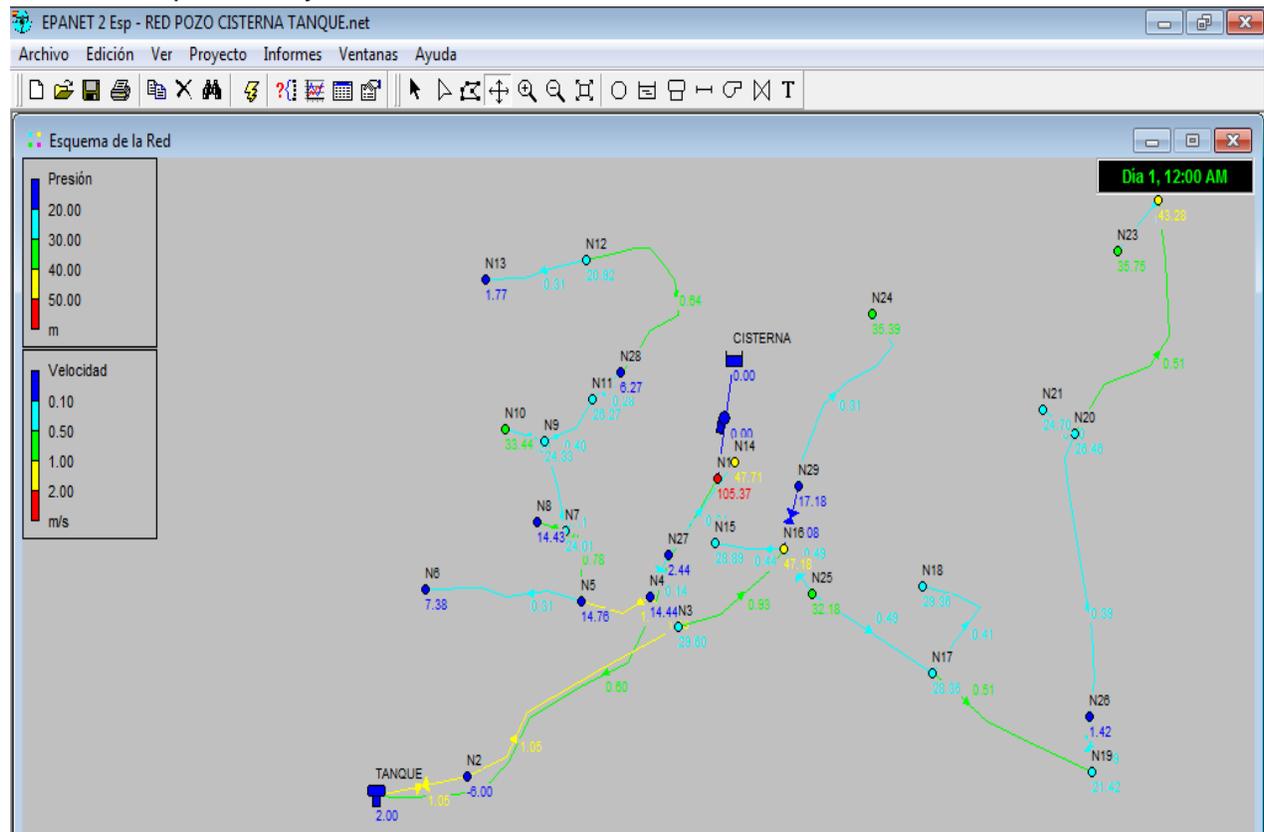


Ilustración 21: Esquema de análisis de velocidades y pérdidas de tuberías.

Fuente: Epanet. (2016).

Resultados de las presiones, caudales y velocidades.

Como podremos observar las velocidades están por debajo de los 0.4 m/s que nos dicta la normativa, dando este resultado por los pequeños caudales y los diámetros de tubería que se propuso como mínimo de 2 pulgadas.

ID Línea	Longitud m	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción	Veloc. Reacción mg/Vdía	Calidad	Estado
Tubería LC	2141	2.67	0.60	6.71	0.027	0.00	0.00	Abierta
Tubería LCG	974	4.62	1.05	14.22	0.019	0.00	0.00	Abierta
Tubería T1	118.37	2.80	1.43	40.56	0.020	0.00	0.00	Abierta
Tubería T2	143.06	2.14	1.09	24.60	0.020	0.00	0.00	Abierta
Tubería T3	685	0.15	0.31	5.24	0.028	0.00	0.00	Abierta
Tubería T4	253.55	1.53	0.78	13.29	0.021	0.00	0.00	Abierta
Tubería T5	131.24	0.41	0.84	33.98	0.024	0.00	0.00	Abierta
Tubería T6	320.59	0.80	0.41	4.01	0.024	0.00	0.00	Abierta
Tubería T7	130.29	0.18	0.36	7.27	0.027	0.00	0.00	Abierta
Tubería T8	214.07	0.45	0.40	5.22	0.025	0.00	0.00	Abierta
Tubería T9	372.94	0.15	0.31	5.24	0.028	0.00	0.00	Abierta
Tubería T10	437.64	1.82	0.93	18.24	0.021	0.00	0.00	Abierta
Tubería T11	266.67	0.50	0.44	6.31	0.024	0.00	0.00	Abierta
Tubería T12	439.67	0.12	0.41	12.44	0.028	0.00	0.00	Abierta
Tubería T13	448.65	0.58	0.51	8.24	0.024	0.00	0.00	Abierta
Tubería T14	163.51	0.03	0.10	0.95	0.034	0.00	0.00	Abierta
Tubería T15	980.98	0.25	0.51	13.67	0.026	0.00	0.00	Abierta
Tubería T16	358.06	0.07	0.15	1.37	0.031	0.00	0.00	Abierta
Tubería T17	546.27	0.95	0.49	5.51	0.023	0.00	0.00	Abierta
Tubería T18	1027.82	0.44	0.39	5.02	0.025	0.00	0.00	Abierta
Tubería T19	413.37	0.16	0.34	6.22	0.027	0.00	0.00	Abierta
Tubería T20	791.25	0.31	0.64	20.66	0.025	0.00	0.00	Abierta
Tubería T21	913.1	0.09	0.31	7.29	0.029	0.00	0.00	Abierta
Bomba 1	Sin Valor	2.67	0.00	-112.37	0.000	0.00	0.00	Marcha
Válvula VRP1	Sin Valor	4.62	1.05	12.00	0.000	0.00	0.00	Activa
Válvula VRP2	Sin Valor	0.95	0.49	15.00	0.000	0.00	0.00	Activa
Válvula VRP3	Sin Valor	0.44	0.39	20.00	0.000	0.00	0.00	Activa
Válvula VRP4	Sin Valor	0.16	0.14	12.00	0.000	0.00	0.00	Activa
Válvula VRP5	Sin Valor	0.31	0.28	20.00	0.000	0.00	0.00	Activa
Válvula VRP6	Sin Valor	0.09	0.08	30.00	0.000	0.00	0.00	Activa

Ilustración 22: Tabla de resultados de Caudal, velocidad y pérdidas.

Fuente: Epanet. (2016)

10. CAPITULO III: COSTO Y PRESUPUESTO DE PROYECTO

El siguiente presupuesto fue realizado tomando en cuenta la guía de maestro de costos primarios (2012) elaborado por la División de desarrollo institucional – oficina de regulación, investigación y desarrollo, guía de maestro de costos complejos (2015) elaborado por la dirección de proyectos - investigación del Fondo de Inversión Social de Emergencia (Nuevo FISE), así como estudios realizados de manera independiente en diferentes establecimientos de materiales de construcción, además con asesoramiento de un ingeniero pre-supuestista quien confirmó con la datos del presupuesto.

El presupuesto que se presenta, detalla el costo total del proyecto, se incluyen las siguientes actividades:

1. Preliminares
2. Perforación de pozo
3. Línea de conducción por bombeo
4. Línea de conducción por gravedad
5. Cisterna
6. Red de distribución
7. Tanque de almacenamiento
8. Estación de bombeo
9. Limpieza final

Los precios estimados de los costos de inversión se presentan de la siguiente manera:

10.1 Costos Directos

Son los costos que representan distintos rubros o actividades que influyen en la ejecución del proyecto, estos componentes son:

1. Materiales
2. Mano de obra
3. Transporte
4. Equipos / subcontratos

En estos costos no se incluye ningún tipo de impuesto.

10.2 Costos Indirectos

Son los costos que representan los conceptos administrativos e impuestos que se le aplican al Costo directo del proyecto de manera porcentual, son componentes son:

Administración (10% de costo directo)

Utilidades (10% de costo directo)

Supervisión (8% de costo directo)

Luego se suman el total de costo Directo y el total de costo indirecto y se le aplica el 1% de impuesto municipal y obtenemos el costo Total Previsto

Costo Directo + Costo Indirecto = \$ 575, 515.36 + \$ 161, 144.30 = \$ 736, 659.66

(Costo Directo + Costo Indirecto) x 1% (Impuesto Municipal) = \$ 7, 366.60

Costo Directo + Costo Indirecto + Impuesto municipal (1%) = Costo Total

Costo Total Previsto = \$ 736, 659.66 + \$ 7, 366.60 = \$ 744, 026.25

A continuación se presenta el presupuesto del proyecto

**PROPUESTA DE DISEÑO HIDRAULICO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMARCA "CUAJACHILLO #2"
MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO, DEPARTAMENTO DE MANAGUA, AGOSTO-NOVIEMBRE 2016.**

PROPUESTA DE DISEÑO HIDRAULICO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMARCA "CUAJACHILLO #2"

MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO, DEPARTAMENTO DE MANAGUA, AGOSTO-NOVIEMBRE 2016.

COSTO Y PRESUPUESTO

Código	Descripción	Unid./Med.	Cantidad	Costo unitario	Costo Desglosado								Total
					Precio unitario (\$)				Total (\$)				
					Materiales	M/obra	Transporte	Equipos / Subcontrato	Materiales	M/obra	Transporte	Equipos	
100	Preliminares				Preliminares								
101	Limpieza inicial, trazo y nivelación de terreno con equipo topográfico,	m ²	300.00	1.42	0.47	0.51		0.44	141.00	152.03	0.00	132.20	425.24
102	Bodega(Alquiler de contenedor)	glb	1.00	4,800.00				4,800.00	0.00	0.00	0.00	4,800.00	4,800.00
									141.00	152.03	0.00	4,932.20	5,225.24
200	Perforación de pozo				Perforación de pozo								
	Perforación de pozo; Incluye; Mano de obra, materiales, equipos de seguridad, maquinaria, todo lo necesario para completar la actividad.	pies	150.00	185.45				185.45	0.00	0.00	0.00	27,818.18	27,818.18
300	Linea de conducción por bombeo				Linea de conducción por bombeo								
301	Excavación en el suelo natural	m ³	2,596.20	4.11		0.39	1.12	2.61	0.00	1,001.32	2,895.99	6,773.70	10,671.01
	Relleno y compactación (vibrocompactadora manual)	m ³	2,596.20	8.09			2.43	0.81	4.85	0.00	6,300.98	2,100.33	21,003.26
302	Tubería de HoGo de 3"; Incluye : Mano de obra, materiales y herramientas para su instalación.	ml	2,141.00	68.00	40.80	20.40	6.80		87,352.80	43,676.40	14,558.80	0.00	145,588.00
									87,352.80	50,978.70	19,555.11	19,375.65	177,262.27
400	Linea de conducción por gravedad				Linea de conducción por gravedad								
401	Excavación en el suelo natural	m ³	1,168.80	4.11		0.39	1.12	2.61	0.00	450.79	1,303.76	3,049.50	4,804.05
	Relleno y compactación (vibrocompactadora manual)	m ³	1,168.80	8.09			2.43	0.81	4.85	0.00	2,836.68	945.56	5,673.36
402	Tubería de PVC 3" SDR-26; Incluye : Mano de obra, materiales y herramientas para su instalación.	ml	974.00	9.80	7.30	1.36	0.30	0.84	7,110.20	1,320.51	292.20	817.58	9,540.49
403	Válvula reguladora de presión de 3" de H.F.	c/u	1.00	165.00	123.75	33.00	8.25		123.75	33.00	8.25	0.00	165.00
									7,233.95	4,640.98	2,549.77	9,540.43	23,965.13

**PROPUESTA DE DISEÑO HIDRAULICO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMARCA "CUAJACHILLO #2"
MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO, DEPARTAMENTO DE MANAGUA, AGOSTO-NOVIEMBRE 2016.**

Código	Descripción	Unid/Med.	Cantidad	Costo unitario	Costo Desglosado									
					Precio unitario (\$)				Total (\$)				Total	
					Materiales	M/obra	Transporte	Equipos / Subcontrato	Materiales	M/obra	Transporte	Equipos		
500	Cisterna				Cisterna									
		glb	1					13,012.75					13,012.75	
600	Red de distribución				Red de distribución									
601	Excavación en el suelo natural	m ³	11,035.32	4.11		0.39	1.12	2.61	0.00	4,256.17	12,309.59	28,792.06	45,357.82	
602	Relleno y compactación (vibrocompactadora manual)	m ³	11,035.32	8.09			2.43	0.81	4.85	0.00	26,782.72	8,927.57	53,565.44	89,275.74
603	Tubo PVC de 2" SDR-26; Incluye : Mano de obra, materiales y herramientas para su instalación.	ml	9,196.10	4.44	2.51	1.45	0.48			23,085.38	13,318.49	4,439.50	0.00	40,843.37
604	Valvula reguladora de presión de 2"	c/u	5.00	239.26	227.26	10.00	2.00			1,136.28	50.00	10.00	0.00	1,196.28
605	Medidor 1/2" domiciliar para agua potable (sin caja)	c/u	279.00	28.60				28.60	0.00	0.00	0.00	7,979.40	7,979.40	
606	Tapón hembra liso pvc de 2"	c/u	8.00	4.39	4.00	0.34	0.05			32.00	2.76	0.40	0.00	35.16
607	Abrazaderas de 2"	c/u	279.00	2.68	2.29	0.34	0.05			638.91	96.21	13.95	0.00	749.07
608	Reductor PVC de 3" a 2"	c/u	1.00	2.68	2.29	0.34	0.05			2.29	0.34	0.05	0.00	2.68
609	Codo de 90° de 2"	c/u	4.00	2.68	2.29	0.34	0.05			9.16	1.38	0.20	0.00	10.74
610	Tee de 2"	c/u	7.00	5.05	4.66	0.34	0.05			32.62	2.41	0.35	0.00	35.38
611	Cruz de 2"	c/u	1.00	5.05	4.66	0.34	0.05			4.66	0.34	0.05	0.00	5.05
										24,941.30	44,510.83	25,701.66	90,336.90	185,490.70
700	Tanque de almacenamiento				Tanque de almacenamiento									
701	Excavación en suelo natural	m ³	36.00	4.11		0.39	1.12	2.61	0.00	13.88	40.16	93.93	147.97	
702	Relleno y compactación (vibrocompactadora manual)	m ³	36.00	8.09			2.43	0.81	4.85	0.00	87.37	29.12	174.74	291.24
703	Retirar tierra sobrante de excavación a 7.5 Km	m ³	28.80	7.39				7.39	0.00	0.00	0.00	212.81	212.81	
704	Acarreo de material selecto a 15 km con camión	m ³	32.40	7.39				7.39	0.00	0.00	0.00	239.41	239.41	
705	Tanque de concreto sobre suelo	glb	1.00	9,562.22				9,562.22	0.00	0.00	0.00	9,562.22	9,562.22	
706	Portón malla ciclón #12, H=4 Ft marco con tubo H ₂ O 1 1/2"	m ²	7.68	83.48	17.91		0.19	65.38	137.58	0.00	1.43	502.13	641.15	
707	Cerramiento de malla ciclón #12, H=4 Ft marco tubo H ₂ O 2"	m ²	36.00	19.82	8.53	0.21	0.16	10.92	307.18	7.71	5.67	393.05	713.62	
									444.77	108.97	76.39	11,178.30	11,808.42	

**PROPUESTA DE DISEÑO HIDRAULICO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMARCA "CUAJACHILLO #2"
MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO, DEPARTAMENTO DE MANAGUA, AGOSTO-NOVIEMBRE 2016.**

Código	Descripción	Unid/Med.	Cantidad	Costo unitario	Costo Desglosado								
					Precio unitario (\$)				Total (\$)				Total
					Materiales	M/obra	Transporte	Equipos / Subcontrato	Materiales	M/obra	Transporte	Equipos	
800	Estación de bombeo												
801	Sarta de bombeo de H ₂ O de 3" con medidor maestro	glb	1.00	3,549.54			0.48	3,549.54	0.00	0.00	0.48	3,549.54	3,550.02
802	Manometro de acero inoxidable de 3" presión de 200 PSI	c/u	1.00	56.56	56.03	0.34	0.19		56.03	0.34	0.19	0.00	56.56
803	Valvula de compuerta de 3"	c/u	1.00	360.44	359.91	0.34	0.19		359.91	0.34	0.19	0.00	360.44
804	Tuberia de H.F ADEME de 8": Suministro e instalación de tuberia de 8", maquinaria para su instalación, transporte.	Ft	371.00	290.00				290.00	0.00	0.00	0.00	107,590.00	107,590.00
805	Bomba C/motor sumergible de 7.5 HP	c/u	1.00	2,738.61	2,737.79	0.34	0.48		2,737.79	0.34	0.48	0.00	2,738.61
806	Bomba C/motor sumergible de 15 HP	c/u	1.00	2,910.75	2,909.93	0.34	0.48		2,909.93	0.34	0.48	0.00	2,910.75
807	Portón malla ciclón #12, marco con tubo H.N. de 1 1/2"	m ²	2.16	83.48	17.91		0.19	65.38	38.69	0.00	0.40	141.22	180.32
808	Hipoclorador plástico de 15.22 galones	c/u	1.00	185.51	184.98	0.34	0.19		184.98	0.34	0.19	0.00	185.51
809	Cerramiento de malla ciclón #12 marco tubo H ₂ O de 2"	m ²	5.76	19.82	8.53	0.21	0.16	10.92	49.15	1.23	0.91	62.89	114.18
810	Caseta de controles, mamposteria Lad. Cuart. Confinada	c/u	1.00	6,206.92				6,206.92	0.00	0.00	0.00	6,206.92	6,206.92
									6,336.48	2.93	3.32	117,550.57	123,893.31
900	Limpieza final												
		m ²	4966.2	1.42	0.47	0.51		0.44	2,334.11	2,516.77	0.00	2,188.48	7,039.36
	Sub total costo Directo												575,515.36
	Costos Indirectos												
	Administración 10% de Costo Directo												57,551.54
	Utilidades 10% de Costo Directo												57,551.54
	Supervisión 8% de Costo Directo												46,041.23
	Sub total Costo Indirecto												161,144.30
	Sub total Costo Directo + Costo Indirecto												736,659.66
	Impuesto Municipal 1% de Costo Directo + Costo Indirecto												7,366.60
	Costo Total Previsto												\$ 744,026.25

11. CAPITULO IV: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PROYECTO.

En este capítulo se desarrollaran las etapas del proyecto en el cual se tomaran criterios técnicos y normativas que regirán tanto elementos como procedimientos a seguir para asegurar la calidad y buen desempeño del sistema.

11.1 Especificaciones del equipo de bombeo.

El equipo de bombeo será del tipo sumergible, el que será seleccionado en base a las características siguientes.

Caudal1 73.24 gpm

CTD1 391.46 Pies

Potencia de la bomba1 15 HP

Caudal2 43.91 gpm

CTD2 360.26 Pies

Potencia de la bomba2 7.5 HP

11.1.1 Bomba.

Los tazones de la bomba deberán ser de acero inoxidable, hierro dúctil o hierro fundido, teniendo una resistencia mínima de 30,000 lb/plg². El material que se seleccione para la construcción de los tazones deberá estar libre de defectos como picaduras y a la vez ajustado a dimensiones precisas y exactas. Su elaboración y funcionamiento debe estar relacionada a la carga total dinámica.

Se deberá especificar la curva de operación, la cual será planteada a las mismas revoluciones con que gira el motor eléctrico a que irá acoplada. La bomba deberá incluir un sensor de mínimo y máximo nivel de bombeo. Dicho plato debe proveer agujeros que permitan la introducción del cable de alimentación eléctrica del motor y una tubería de tubería PVC de una pulgada con el fin de ser utilizado como tubo piezómetro. La tubería de columna irá roscada directamente al codo de descarga.

11.1.2 Válvulas de retención horizontal (válvula check)

La operación de la válvula check es abierta en condiciones de flujo normal. Cuando la presión de salida sea mayor a la presión de aguas arriba la válvula se cerrara lentamente controlando la velocidad de su apertura para prevenir el golpe de ariete. Llevarán colocadas en relieve el diámetro nominal, la presión nominal, el material, la marca de fábrica y la flecha indicando el sentido de la corriente, tendrán interior y exteriormente un revestimiento protector. La presión de trabajo deberá ser mínimo 200 psi. Las bridas serán conformes las especificaciones AWWA C-508. Se recomienda la marca Apolo o equivalente.

11.1.3 Medidor

De tipo medidor de velocidad con propulsión de hélice, de esfera seca y lectura tipo recta con rodillos de cifras saltantes. Deberán cumplir con las normas AWWA C-794-70.

La indicación de totalizador deberá tener por lo menos seis rodillos de cifras. Los primeros cinco rodillos indicarán metros cúbicos enteros hasta 99.99 metros cúbicos y el sexto rodillo indicará décimas de metros cúbicos. La indicación de las centésimas de metros cúbicos (10 litros) podrá ser hecha mediante aguja indicadora que gire en el sentido horario en círculo dividido en diez partes iguales mediante un séptimo rodillo de cifra. La totalización máxima será de 100,000 metros cúbicos, mientras que la lectura mínima será de diez litros.

Los medidores tendrán sus bocas de unión acoplable a la caja y provista de bridas del tipo redondo conforme ASA B.16.1-1960 clase 125, que especifique la perforación del diámetro y su espesor. Cada boca traerá su respectivo compañero de brida (COMPANION FLANGE) provisto de rosca hembra IP según ASA B.2.1 1960.

Los ejes, piñones y cojinetes del tren de engranaje deberán ser de materiales durables y anticorrosivos. Los piñones estarán sujetos, engranarán completamente entre si y se deslizarán libremente. Los cojinetes estarán afianzados de tal manera que no podrán abandonar su posición y serán fácilmente reemplazados.

Los medidores traerán las siguientes marcas:

- Tamaño nominal en ambos lados de la caja fundido en alto relieve.
- Dirección de la corriente en ambos lados de la caja fundidos en alto relieve.
- Marca abreviada del fabricante con el número de fabricación en la tapa o en la cabeza, en el anillo de sujeción del cristal.
- Sentido de la regulación fundido en alto relieve.

Deberán venir provistos de dispositivos para sello de alambre y será accesible desde el exterior sin necesidad de desarmar el contador. Traerán tapa protectora de bronce que cubra el cristal y rebatible 180 grados.

11.1.4 Manómetro de carga

Adecuado para medir presiones entre 0 y 14 kg/cm², sistema Bourdon. Será del tipo ASHCROTT DURAGAGE AND ACCESORIES, iguales o similares a los manufacturados por Maming, Max Well y More, Inc. Stroford, Comertiend, U.S.A. con escala circular de 4 -1/2" de diámetro carátula blanca con números negros, con lectura doble en kg/cm² y en metros de columna de agua. Estarán provistos de un tubo de bronce fosforado.

11.2 Especificaciones de caseta de bombeo.

11.2.1 Limpieza inicial

Antes y después de la construcción de la caseta de bombeo se deberá remover y desalojar todos los materiales producto de la limpieza. Se eliminarán árboles, maleza, troncos y vegetación en general.

Las labores de limpieza se realizarán de manera que toda el área de construcción sea utilizable.

11.2.2 Materiales.

11.2.2.1 Cemento

El cemento a emplearse en las mezclas de concreto será cemento Portland Tipo 1, sujeto a las especificaciones ASTM C-150-69. Deberá llegar al sitio en sus empaques originales y sellados.

11.2.2.2 Agregado fino

Será manufacturada y natural Motastepe, dura, limpia y libre de todo material vegetal, o contaminante de lo contrario no podrá ser utilizada por el contratista deberá estar sujeta a las especificaciones ASSHTO-R92-93 y ASTM-C-33-92; en caso de usarse arena de la zona, ésta deberá ser lavada para eliminar todo limo o tierra vegetal que contenga.

11.2.2.3 Agregado grueso

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.

11.2.2.4 Agua

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.

11.2.2.5 Concreto

Se usara concreto con $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ en acera. El revenimiento máximo será de 12 cm (6 pulgadas). Se deberán cumplir las normas mínimas constructivas del Reglamento Nacional de la Construcción (RNC).

En la fabricación, transporte y colocación del concreto deberán cumplirse todas las recomendaciones del American Concrete Institute (A.C.I.), contenidas en el último Informe del Comité A.C.I. 301.

11.2.2.6 Bloques de adobe estabilizado (hueco)

Se usarán bloques de 10cm x 20cm x 40cm, con color y textura uniforme, de fabricación local o de fábrica. El bloque deberá ser curado totalmente y en el transporte se tomarán precauciones para evitar descascamientos y fracturas.

Los bloques deberán presentar superficies y cantos bien definidos y duros, igualmente para los huecos.

11.2.3 Repellos y finos

Toda superficie de concreto deberá ser piqueteada en su totalidad para asegurar la adherencia del repello donde se podrá utilizar productos químicos aprobados que garanticen la adherencia.

El mortero para repello será de proporción 1: 4, tanto para el interior como para el exterior.

Con relación al curado, se deberá tener el suficiente cuidado para evitar secados repentinos, por efectos del sol y viento. El curado se llevará a cabo por siete días con abundante agua.

El fino se aplicará a golpes de llana de madera, sobre la superficie repellada, dándole el espesor mínimo necesario para cubrir las desigualdades de la superficie, puliéndola enseguida. Las superficies deberán rociarse con agua por lo menos durante tres días.

11.2.4 Estructura de techo

Este trabajo comprende el suministro de equipo, mano de obra, materiales, herramientas y servicios necesarios para llevar a cabo la construcción de la estructura de techo de acuerdo con los planos constructivos y estas especificaciones.

11.2.5 Construcción

Durante la construcción de la viga corona, se deberán instalar las platinas con forma, dimensiones y sitios indicados en los planos. Al terminar el fraguado de la viga corona, las platinas deben estar bien empotradas a la viga.

Terminada esta actividad, se procederá a la pintura de la estructura, esperar que seque, y ya está lista para recibir la cubierta de techo.

11.2.6 Cubierta de techo

Se suplirán todos los materiales, mano de obra y accesorios necesarios para construir los techos libres de filtraciones y defectos por mala manipulación. El calibre de la lámina deberá ser de Clase 26.

11.2.7 Acabado y pintado

Se le darán dos manos de pintura anticorrosiva color rojo, esperando que la primera seque completamente para aplicar la segunda capa, no se deberán dejar rebabas de pintura ni espacios sin pintar, la aplicación de estas capas debe ser pareja, de tal forma que se observe una capa lisa y uniforme de pintura y color. Donde se aplique soldadura se deberá pintar para evitar la corrosión en las uniones de elementos.

11.2.8 Piso

Este acápite implica el suministro e instalación de todos los materiales y mano de obra necesarios para la correcta instalación y acabado del piso.

La cubierta de piso consistirá en un cascote de concreto de 7.5 cm (3 pulgadas) de espesor, sin refuerzo.

11.3 Especificaciones de instalación de tuberías.

11.3.1 Excavación

11.3.1.1 *Trabajos iniciales*

El Contratista deberá verificar la existencia de infraestructura dentro del área de las tuberías a instalar, al mismo tiempo avisar y suministrar la información requerida al Ingeniero, para que este revise y dictamine sobre los cambios de alineaciones y niveles propuestos por el contratista. Todo aviso y notificación al respecto deberá hacerse por escrito, acompañado si fuere posible, con detalles constructivos. El Contratista deberá colocar en los lugares aprobados por el Ingeniero señalizaciones sobre precauciones que tanto conductores y peatones deben tomar al transitar libremente por el lugar sin tanto contratiempo.

11.3.1.2 *Dimensiones excavación*

El ancho de zanja a excavar será igual a 0.80m que permitan maniobrabilidad de los obreros, colocando la tubería al centro de la zanja, manteniendo la verticalidad de zanja

en toda su extensión. No se reconocerá al Contratista en la forma de pago, la ampliación de las zanjas hechas sin autorización del Ingeniero.

En general, a menos que los planos indiquen lo contrario, la profundidad de la zanja será de 1.5m.

El fondo de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado, sin protuberancias que afecten a la tubería a instalarse, de manera que el tubo descansa sobre el terreno.

En caso de que durante la excavación se presentasen terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos, entre otros) o arcillosos como el zonzocuite la zanja deberá profundizarse para estabilización de la misma como lo indique el Ingeniero, pero no menos de 30cm abajo del fondo previsto. El material excavado deberá reponerse por material aceptado por el Ingeniero dentro de las especificaciones señaladas en la sección de relleno especial.

Cuando la excavación sea en roca o en piedra cantera, se removerá está a una profundidad de 0.15m bajo la rasante de la línea inferior del tubo. Esta excavación comúnmente conocida como excavación adicional, se rellenara después con material aprobado por el Ingeniero de la manera descrita en la sección de relleno especial o como lo indique el Ingeniero.

11.3.2 Instalación de tuberías

11.3.2.1 Recursos y procedimientos

Los materiales, mano de obra, herramientas, equipos, entre otros, para dejar instalada y en completa operación la línea de agua potable, serán suministrados por El Contratista.

11.3.2.2 Cortes y rectificaciones en tubería

El contratista será controlado en esta actividad de cortes de tubería principalmente durante la instalación de accesorios o válvulas, a menos que sea necesario el corte o rectificación de tubería que ha sufrido algún daño en el transporte, manipulación o acarreo en el sitio de la obra. También pueden requerirse para efectuar curvas en el alineamiento; en tales casos, es preciso cortar la parte dañada o reducir un tubo normal

a la longitud requerida y rectificar luego los extremos del corte para proceder a efectuar las uniones.

11.3.2.3 Remoción de agua en las zanjas

El Contratista removerá inmediatamente toda agua superficial o de infiltración que pueda acumularse en las zanjas durante la excavación y la construcción, mediante la previsión de los drenajes necesarios o mediante bombeo o achicamiento. Se requiere que toda zanja se mantenga seca y no se permitirá que la tubería o alguna estructura sean colocadas en presencia de agua.

11.3.3 Instalación de tuberías

Las tuberías a instalar en la red de distribución y línea de conducción serán de PVC SDR-26, con diámetro de 75 mm (3").

Antes de instalarse, los tubos serán alineados a un lado y a lo largo de la zanja. Se deberán usar herramientas y equipos apropiados para manejar e instalar los tubos y accesorios en una forma segura y satisfactoria, siendo lo ideal el seguir las recomendaciones del fabricante. En el manejo debe evitarse el uso de métodos bruscos, tal como dejar caer los tubos. El almacenamiento de la tubería debe ser hecho sobre suelo llano, exento de piedras y de preferencia bajo cubierta y a la sombra.

Se revisará el interior de los tubos a instalarse, con el objeto de verificar su limpieza. Los accesorios a usarse en la tubería, serán igualmente revisados y sometidos a una limpieza general.

La rasante de los tubos y accesorios, deberá ser terminada cuidadosamente y se formara en ella una especie de media caña a fin de que una cuarta parte de la circunferencia de cada tubo y en toda su longitud quede en contacto con terreno firme.

Los extremos de los tubos que ya hayan sido instalados, serán protegidos con tapones de material aprobado por el Ingeniero, para evitar que tierra y otras suciedades penetren en los tubos.

En los pases a través de cauces y quebradas, la tubería será protegida con una camisa consistente en tubos de hierro fundido H°F° de 3" de diámetro.

En las zanjas con fuertes declives, será necesario anclar o asegurar los tubos que se van instalando, previendo que por su propio peso puedan deslizarse u originar defectos en sus uniones.

11.3.3.1 Instalación de válvulas y accesorios

Antes de proceder con la instalación de las válvulas y cualquier otro accesorio. El Contratista los examinará cuidadosamente, el accesorio encontrado defectuoso será separado para su correcta reparación o para su abandono.

Las válvulas serán inspeccionadas para comprobar la dirección de apertura, libertad de operación, la fijeza de los pernos, la limpieza de las puertas de la válvula y especialmente el asiento, daños por el manejo y grietas.

Las válvulas deberán ser instaladas en los lugares fijados por los planos o en los sitios indicados por el Ingeniero. Toda válvula deberá ser instalada de modo que su eje quede completamente vertical. Su instalación completa deberá comprender caja protectora, bloque de reacción y anclaje. Cuando se tengan uniones flexibles no es necesario el uso de estas pozas cortas. Las cajas de protección de las válvulas se instalaran a nivel con la superficie del terreno.

Se instalará una caja de válvulas por cada válvula a ser instalada de acuerdo con los detalles de los planos constructivos. Todas las cajas de válvulas deberán ser colocadas de manera que no transmitan impactos o esfuerzos a la válvula y deberán ser centradas y colocadas a plomo sobre la tuerca de operación de las válvulas.

a) Válvulas de compuerta

En los sitios indicados en los planos se instalarán válvulas de compuerta. Estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá ser instalada de tal forma que la

tuerca para operar quede en posición vertical. Las cajas de protección de las válvulas se instalarán a nivel con la superficie del terreno.

b) Válvula de Limpieza

En general la ubicación se realiza en el lugar indicado conforme a los planos y consiste en colocar una Tee en la línea, a la cual se conecta lateralmente un Niple y una válvula de compuerta y luego otro Niple, hasta el punto adecuado del desfogue.

11.3.4 Anclajes bloques de reacción

Accesorios en general como tees, codos, tapones y válvula; serán afianzados por medio de anclajes y bloques de reacción a fin de impedir su desplazamiento bajo la presión del agua. Estos serán construidos con concreto de 2000 psi, de acuerdo a las especificaciones detalladas en los planos para cada accesorio.

En las pendientes fuertes hay tendencia del relleno al deslizamiento y puede arrastrar consigo la tubería. En la mayoría de los casos, basta apisonar muy bien en capas de 10 cm hasta llegar al nivel natural del terreno o rasante. Si por alguna razón se tiene un deslizamiento, deben construirse bloques de anclaje de manera que queden apoyados en el terreno firme que ha sido excavado. Estos bloques de anclaje pueden construirse a cada tercer tubo.

11.3.5 Prueba de presión hidrostática y de estanqueidad

La finalidad de la prueba no es la de verificar una vez más la calidad de los materiales, sino hallar averías causadas por maltrato en la tubería o fallas en el montaje de las distintas partes de la línea. Es indispensable que el tramo que vaya a probarse se encuentre totalmente terminado, por tanto, debe verificarse que la tubería este totalmente soportada, los bloques de anclaje estén construidos y fraguados al igual que su funcionalidad sea la requerida.

La prueba de la tubería se realizara medida que la obra progrese y en tramos no mayores de 200 metros, aunque a criterio del Ingeniero podrá variarse la longitud por razones prácticas tales como las facilidades de aislamiento por válvulas y los tiempos de llenado y vaciado de las tuberías.

La tubería se someterá a una prueba de presión hidrostática equivalente a 1.5 veces la presión estimada de trabajo, no siendo inferior en ningún caso a 150 psi. Estas presiones de prueba deberán mantenerse por no menos de una hora. Los costos del agua que se utilice para realizar las pruebas deben ser integrados en los precios unitarios de la oferta.

11.3.6 Conexiones domiciliarias

La alineación de las conexiones deberá hacerse a 90° respecto a la tubería de alimentación de la conexión.

La perforación de la tubería de alimentación se hará en un costado del tubo. Antes de colocar la abrazadera o silleta el tubo debe limpiarse para dejar una superficie uniforme y lisa donde se ajuste completamente el accesorio. Las tuercas de la abrazadera deben presionarse uniformemente y lo suficiente para garantizar una conexión hermética, pero que no llegue a ocasionar ruptura de la tubería. Después de efectuada la perforación del tubo deberán removerse los restos de material que puedan haber quedado.

11.4 Relleno y compactación

Para toda zanja abierta para la instalación de tuberías o para otras actividades complementarias del proyecto, se requerirá de El Contratista el suministro de los recursos necesarios para efectuar adecuadamente el relleno y compactación de los mismos. El relleno y la compactación deben ser realizados adecuadamente para cerrar las zanjas. En general, esta actividad utiliza como material, el mismo que fue extraído de la zanja, libre de elementos inadecuados o agresivos con la tubería.

11.4.1 Requerimientos generales

A menos que se indique lo contrario o que circunstancias especiales así lo exijan, no se rellenarán las zanjas hasta que la tubería haya sido probada, desinfectada y lavada satisfactoriamente. Durante el relleno de las zanjas es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

- 1) Se iniciará el relleno con capas de 10 centímetros de espesor y material seleccionado aceptado por El Ingeniero, cuidadosamente apisonadas sobre y muy

particularmente, debajo del tubo y sus costados, hasta un nivel que corresponda a 1/4 del área del tubo. Al terminar el apisonado del fondo de la zanja, se usará un azadón de forma curva para proveer un apoyo uniforme y continuo para el cuadrante inferior de los tubos.

2) Se continuará compactando el relleno en capas no mayores de 10 centímetros hasta alcanzar un espesor de 30 cm arriba de la parte superior de la tubería.

3) Desde 0.30 metros sobre el tubo hasta el nivel de rasante, se rellenará con material de la excavación, pero escogido, colocado y apisonado en capas de 15 centímetros. Piedras de más de 10 centímetros serán excluidas de todo relleno.

4) Cada capa de material de relleno con una humedad aceptable, que no sea ni muy baja (falta de agua) ni excesivamente saturada (exceso de agua) será compactada adecuadamente con apisonadoras de barra hasta lograr una apariencia de compactación sólida y densidad uniforme.

11.4.2 Tipos de relleno

a) Relleno común

Consistente en material aprobado y seleccionado, sacado de la excavación de la zanja o de otra fuente, libre de terrones grandes, cenizas, rocas, basura, vegetación, hierbas u otros materiales degradables. El relleno deberá tener alrededor del 2% de agua natural, con relación al peso seco del suelo original.

b) Relleno especial

En vista que la norma requiere para rellenos de zanjas, cierto grado de calidad de material dependiendo de las condiciones específicas encontradas en el subsuelo, algunas veces se obligará el mejoramiento y/o la sustitución del material existente en la excavación, por otro catalogado como relleno especial, tales rellenos podrán ser: a) de material selecto para sustituir o para mezclar; b) material especial granular; c) material especial arenoso.

11.5 Especificaciones de tuberías y accesorios.

11.5.1 Tuberías

Todas las tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC) a ser suministradas deberán cumplir con la especificación estándar ASTM D 2241-89, la tubería de 3" deberá ser clase SDR-26, según la, del tipo de unión flexible, tipo PUSH-ON o TYTON o JUNTA RAPIDA, es decir, que en el interior de uno de sus extremos traerá incorporado un empaque de caucho o neopreno donde se insertará el extremo libre del otro tubo, haciendo un sello perfecto.

Las tuberías PVC de 4 y 6" a utilizar para la protección de válvulas serán clase SDR-41, mientras que las tuberías de 1/2" de diámetro a utilizarse en acometidas domiciliarias serán clase SDR-13.5 del tipo de unión cementada. Las propiedades físicas de la tubería serán probadas de conformidad a la última versión de las normas ASTM D2241, D1598 y D1599, para la presión sostenida, presión de estallido integridad hidrostática, aplastamiento y calidad de la extrusión.

Todas las tuberías PVC deberán llevar marcado lo siguiente:

- Marca del fabricante.
- Código de fabricación, designando como mínimo la fecha de fabricación.
- Diámetro nominal.
- Tipo, grado, valor SDR y la presión de servicio.
- ASTM D 2241.
- Sello o marca del laboratorio que certifica el producto para el transporte de agua potable.

La tubería de PVC será fabricada de compuestos vírgenes de clase igual o superior a las clases 12454-B, 12454-C, 14333-D, según lo define la especificación ASTM D 1784. Las tuberías deben ser diseñadas para una presión hidrostática de 2000 psi (14 MPa) para agua a 23° C, designadas como PVC1120, PVC1220 y PVC2120. Los compuestos usados en la fabricación de las tuberías y accesorios no deben contener ingredientes solubles en agua en una cantidad tal que su migración en determinadas cantidades en el agua sea tóxica y no permitida, según las normas de calidad OPS/OMS para el agua

potable. Es de hacer notar que no se aceptarán materiales que contengan plomo y sus derivados, o materiales solubles en agua u otros que perjudiquen la calidad específica de la tubería.

Dimensiones: Los diámetros, espesores de paredes y longitudes de la tubería serán determinados conforme a lo establecido por el método de prueba estándar ASTM D2122-88.

Longitudes estándares: La tubería debe suministrarse en longitudes estándares de 20 pies±1 pulgada (6.1 m±25 mm). Un máximo del 5% de la longitud de cada diámetro puede suministrarse en longitudes variables que no sean menores a los 10 pies (3 m).

Empaques de caucho y lubricantes: Los empaques y lubricantes proyectados para usarse con la tubería de PVC, deberán ser fabricados de material que sean compatibles el uno al otro con el material de plástico, cuando son usados juntos. El material no deberá soportar el crecimiento de bacterias ni adversamente afectar la calidad potable del agua que está siendo transportada.

11.5.2 Accesorios PVC

Todos los accesorios serán cédula 40, de extremos lisos (Slip x Slip) para junta cementada. Los adaptadores hembra (female adapter) y adaptadores machos (male adapter) de ½" tendrán un extremo liso y el otro extremo roscado S. T. (Slip x THREAD). Para el caso de las abrazaderas de 3" * 1/2", rosca recta en la boca de servicio, deberá cumplir la norma ASTM D-2466-74, para una presión de trabajo de 250 psi. Otros nombres utilizados para las abrazaderas son collares de derivación o silletas roscadas (threaded services addle). Los pernos y tuercas utilizados serán de bronce o acero con tratamiento especial anticorrosivo.

11.5.3 Pegamento PVC

El pegamento a suministrarse debe cumplir con la norma D-2564, la cual rige las especificaciones para cemento solvente. Esta es una solución de PVC clase 12454-B que debe suministrarse en recipientes de ¼ de galón o menor.

11.6 Especificaciones para válvulas de hierro fundido y bronce

11.6.1 Válvulas de pase de bronce (CURB STOP)

El material de fabricación de las válvulas será de una aleación de bronce, que contenga un 85% de cobre y un 5% de estaño, plomo y zinc, de acuerdo a los requerimientos mecánicos y químicos de ASTM B62 o ASTM B584. Serán diseñadas, fabricadas y probadas según la norma ANSI/AWWA C800, última revisión.

Las válvulas de 1/2" serán similares a los modelos FORD ZX11-111 y MUELLER H-10202. Las válvulas de 3" serán del tipo de bola, de 1/4 de vuelta, extremos roscados hembra, similares a los modelos FORD B11- 777 y MUELLER B-20283 o SIMILAR.

11.6.2 Válvulas de compuerta de hierro fundido

Serán fabricadas conforme a las Normas AWWA C-509-87. Las válvulas de compuerta ofertadas serán del tipo de cierre elástico de vástago no-levadizo (NRS RESILIENT SEATED GATE VALVE), con la compuerta o cuña de hierro fundido, encapsulada en elastómero, diseñadas para una presión de trabajo de 200 psi, vástago de bronce no levadizo, con cierre en sentido de las manecillas del reloj.

Las válvulas vendrán provistas de tuerca de operación de 3" x 3" con extremos con empaque de hule, con un diámetro interior igual al diámetro exterior del tubo suministrado (PVC SDR-17 o 26), llevarán interior y exteriormente un revestimiento protector. Las válvulas con extremos de bridas serán según especificaciones ANSI B-16.1, clase 125, con sus respectivos compañeros de brida de hierro fundido con rosca hembra I.P. (Female Iron Pipe Threads), pernos, tuercas y empaques.

11.6.3 Especificaciones para tuberías y accesorios de Hierro Galvanizado (HG)

La tubería de hierro galvanizado será del tipo estándar cédula 41, debiendo ajustarse a las especificaciones ASTM 120-65 y ASTM A 90-39. Será suministrada en longitud de 6 metros, con rosca estándar en cada extremo y las respectivas uniones. Esta última consistirá en una camisa de hierro galvanizado con rosca standard para roscarse en el extremo del tubo. Los accesorios de hierro galvanizado se ajustarán a las especificaciones ASTM, tendrán rosca hembra del tipo IRON PIPE (I.P.) y deberán ser diseñados para acoplarse a tubería de HG.

11.7 Especificación de tanque de almacenamiento.

11.7.1 Condiciones generales

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicadas en los planos obliga al Contratista a suplir e 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.

11.7.2 Movimiento do tierra

Consiste en la preparación del terreno, nivelación, excavación, relleno, tal como es descrito en los planos. Se removerán también del sitio de la obra, todas las piedras y cualquier obstáculo que pueda interferir con los trabajos de construcción. El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para no causar daño a terceros en la eliminación de los desechos provenientes de esta operación.

11.7.3 Concreto reforzado

Este acápite corresponde a la actividad de suministro, materiales, mano de obra y herramientas proporcionados por el contratista de acuerdo a estas especificaciones y a los detalles que aparecen en los planos. El concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días $f'c=3,000\text{psi}$. Para todo concreto la proporción de cemento, árido y agua 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.

11.7.4 Materiales

El cemento, agua, agregado grueso, agregado fino y acero de refuerzo, seguirá las especificaciones establecidas de este documento.

11.7.4.1 Acero de refuerzo

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación ASTM A-305 con un límite de fluencia $F_y = 40\text{ksi}$, 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.

11.7.4.2 Almacenaje de materiales

El cemento se almacenará en bodegas secas, 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 sellados. No se utilizará 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 e impurezas. Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

11.7.5 Colocación del acero de refuerzo

La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se harán 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 n°16, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente. No se dispondrá sin necesidad, el empalme de las varillas no señaladas en los planos sin autorización del Ingeniero.

11.7.6 Dosificación y mezcla

Las dosificaciones de cemento, agregados y agua utilizados deberán ser aprobadas por el Ingeniero. Se realizarán en base a 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 compresión ejecutadas en cilindros de este material, reventamiento 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 de reconocida competencia y pagadas por el Contratista. Informes certificados de las pruebas deberán ser presentados 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 y 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.

11.7.7 Colocación del concreto

El vertido 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 amplía. 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. No se permitirá la colocación de mezclas que muestren señales de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, firmes, libres de agua y nunca sobre lodo suave o tierra seca o porosa. El concreto debe ser colocado con la ayuda de equipo de vibración mecánica. La vibración deberá ser aplicada directamente al concreto a menos que el Ingeniero lo apruebe de otra manera. La intensidad de la vibración será lo suficiente como para causar el flujo y asentamiento del concreto en su lugar.

11.7.8 Curado del concreto

El Contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto. Una vez desencofrado cualquier miembro reciente, se mantendrá húmedo todo el día por un periodo de 7 días. En el 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.

11.7.9 Paredes de concreto ciclópeo

Los muros del tanque de mampostería serán construidos de piedra bolón de tamaño máximo de 4" a 10" de diámetro, estas piedras deberán ser de roca sólida, no se

permitirán bolones de piedras calizas, terrones o materiales fácilmente disgregables. El mortero a emplearse en la pegada de la piedra tendrá una proporción de una parte de cemento por cuatro partes (1:4) de arena colada con la malla n°16. El volumen de piedra bolón ocupara como máximo el 60% del volumen total del muro. La colocación de la piedra bolón se hará de manera que las juntas queden completamente llenas de mortero y no hagan espacios vacíos obteniendo así la conformación monolítica de la piedra con el mortero, deberá colocarse la piedra de forma estética, de manera que la apariencia de la pared presente un buen acabado.

11.7.10 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 Ingeniero 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 pagará el costo de su reposición si se pierde por su negligencia.

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las dimensiones y niveles indicados 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 efectuó los estudios y que se anexan a estas especificaciones. Si no se encontrara un subsuelo a la profundidad indicada en los planos de fundaciones con un soporte adecuado, el Contratista notificará inmediatamente al Ingeniero. 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 el pozo y zanjas de las cimentaciones libres de agua proveyendo en algunos casos el bombeo.

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.

11.7.11 Limpieza

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

11.7.12 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.

11.7.13 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.

11.7.14 Acabado de superficies expuestas

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

11.7.15 Trabajos defectuosos

Cualquier trabajo defectuoso que se descubra después que las formaletas hayan sido removidas, será reparado de inmediato después que el Ingeniero lo haya observado. Si las partes de concreto tuvieran abultamientos, irregularidades o marcas excesivas de formaleteado, cuyos defectos a criterio del Ingeniero no puedan ser reparados satisfechamente, entonces toda parte defectuosa será removida o reemplazada sin que

ello represente costo adicional para "El Contratante" por trabajos y materiales ocupados durante la remoción defectuosa.

11.7.16 Pruebas

Una vez que el tanque esté totalmente terminado se ejecutará una prueba de impermeabilidad, la cual se hará de la forma siguiente: Se debe llenar el tanque hasta la altura del rebosadero durante un periodo 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 Contratante".

11.7.17 Acabado interno de paredes

En la parte interior de las paredes se aplicará un repello de 1.6 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.

11.7.18 Accesorios del tanque

El contratista deberá suministrar los accesorios que se muestran en los planos constructivos o que aquí se especifican.

11.7.18.1 Tubería de llegada

La tubería de llegada al tanque proyectado será de PVC de 3", que previo a su entrada será convertida mediante un adaptador a tubería de H.G. de igual diámetro, contando además con válvulas de control de flujo (ver detalles en planos).

11.7.18.2 Tubería de salida

La tubería de salida será de H.G. de 3", provista de una válvula de compuerta del mismo diámetro de H.F., posterior a la válvula de compuerta será convertida en tubería de PVC de igual diámetro mediante un adaptador (ver detalles en planos).

11.7.18.3 Tubería de limpieza

Sera de 3" H.G. y está ubicada en el fondo de la unidad de almacenamiento. Cuenta para su operación con una válvula de compuerta de H.F. del mismo diámetro.

11.7.18.4 Tubería de ventilación

Consiste en tubería de material H.G. de 3", formando con codos del mismo material, una "U" invertida. La entrada será protegida con cedazo fino (ver detalles en planos).

11.7.18.5 Tubería de rebose

Consiste en tubería 3" de diámetro H.G., que descargara hacia un canal rectangular de 0.20x0.40 cm (ver detalles en planos).

11.7.18.6 Escalera Interior

Se deberá suministrar e instalar una escalera interior, construida con peldaños de acero de refuerzo galvanizado de 5/8" de pulgada de diámetro. Los peldaños tendrán un ancho de 0.40 metros, siendo el espaciamiento de los mismos de 0.30 metros.

11.7.18.7 Boca de inspección

Se construirá una boca de inspección de acceso en el techo, dicha boca de deberá construirse conforme al detalle mostrado en los planos constructivos.

CONCLUSIONES

En base al censo realizado tenemos un total de población beneficiada con el proyecto de 1,130 personas para el año en curso (2016), empleando para la proyección de la misma el método geométrico utilizando como fuente los datos brindados por el Ministerio de Salud (MINSa) y el censo antes mencionado obteniendo caudales de 2.77lps (caudal máximo día) y 4.62lps (caudal máxima hora).

Se ha proyectado todo el sistema para 20 años conformado por una fuente de captación subterránea, línea de conducción por bombeo, cisterna de rebombeo, línea de conducción por gravedad, tanque de almacenamiento de 15,000 galones y una red de distribución todo lo antes mencionado se calculó por métodos convencionales usando fórmulas de Hazen William y modelado en Epanet.

En base a las características físicas químicas realizadas por la empresa JEYASA a los pozos existentes se presentan con parámetros admisibles. Estas presentan valores que se encuentran dentro de los límites para aguas de consumo humano por lo cual se considera adecuado para someter las aguas a tratamiento básico con hipoclorito de calcio.

La línea de conducción por gravedad estará equipada con una válvula rompe presiones y tendrá un diámetro de 3 pulgadas siendo esta de PVC SDR 26.

Las redes de distribución tendrán como diámetro general 2 pulgadas de PVC SDR 26.

En conclusión el sistema propuesto es el más adecuado para su implementación ya que abordamos el sector socioeconómico donde los resultados satisfacen la realización del proyecto como tal.

RECOMENDACIONES

A fin de garantizar que el sistema funcione tal a como se ha proyectado se recomienda:

- Hacer una exploración hidrológica de la zona.
- Realizar un estudio de impacto ambiental.
- Realizar un estudio geotécnico del lugar donde se construirá el tanque de almacenamiento y donde se perforara el pozo.
- Revisar la parte eléctrica que conlleva la operación de la bomba y el dosificador con sus planos incluidos.
- El proyecto requiere un levantamiento topográfico detallado para la construcción de la línea de conducción.

BIBLIOGRAFIA

López, R. A. (1999). Diseño de acueductos y alcantarillados. Segunda edición. Bogotá, Colombia: editorial Alfa y Omega.

Organización panamericana de la salud, Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación COSUDE (2007). Guía para la selección de equipos de bombeo para sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento para el medio rural. Lima, Perú

Jessica Romero. (2007). Propuesta de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para las localidades de Casares y la boquita. Managua Nicaragua. Unan-Managua.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA (2001). *Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99)*. Nicaragua.

Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, ENACAL (1999). *Manual de Normas y Procedimientos Técnicos Para la Implementación de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento en el Sector Rural Disperso de Nicaragua*. Nicaragua.

Fondo de Inversión Social de Emergencia, FISE (2007). *Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM), Capítulo VII: Agua y Saneamiento Rural*. Nicaragua.

Fondo de Inversión Social de Emergencia, FISE (2007). *Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM), Capítulo II: Preinversión*. Nicaragua.

Organización Panamericana de la Salud, OPS (2006). *Criterios básicos para la implementación de sistemas de agua y saneamiento en los ámbitos rural y de pequeñas ciudades*. Lima.

Organización Panamericana de la Salud, OPS (2004). *Guía de diseño para líneas de conducción e Impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural*. Lima.

Organización Panamericana de la Salud, OPS (2005). *Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua*. Lima.

Piura, López, J. (2008). *Metodología de la investigación científica. Sexta edición*. Managua, Nicaragua: Xerox.

ANEXOS

Anexo 1

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA RECINTO UNIVERSITARIO RUBEN DARIO FACULTAD DE CIENCIA - DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
Nicaragua Diagnóstico Socioeconómico Rural Situación de Agua y Saneamiento	Localización	
	Región	
	Municipio	
	Ciudad	
	Comarca	

Encuestador:	Supervisor	No. de encuesta:
Fecha:	Hora inicio	Hora de fin

ENCUESTADOR: (Pedir hablar con el Jefe del hogar)

Buenos días / tardes, soy (decir nombre), Estamos realizando un estudio sobre los problemas existentes de abastecimiento de agua potable y saneamiento de la comarca y, como parte del estudio requerimos conocer su valiosa opinión sobre el tema y, para ese fin, hemos procedido a realizar esta encuesta, que es confidencial y, por lo mismo, lo que usted diga, sólo se utilizará para la realización del estudio. No existen respuestas correctas o incorrectas, su opinión es lo que nos interesa. Agradeceríamos nos responda esta encuesta; si tiene alguna duda en cualquier momento, le rogamos consultarnos.

I. Datos a ser llenados por el (la) encuestador(a)

1.1 Datos del entrevistado:

Nombre: _____ No. Cedula: _____

Sexo: M F Edad: _____

Parentesco: 1 Padre 2 Madre 3 Hijo(a) 4 Suegro(a) 5 Nuera/Yerno 6 Nieto(a)

7 Servicio Doméstico 8 Otro _____

1.2 Quien es el responsable del Hogar:

1 Padre 2 Madre 3 Otro _____

1.3 ¿Cuántas personas viven en esta casa? (Pasar a matriz de personas)

No.	Parentesco	Sexo		Edad						Nivel de escolaridad	Ocupación
		M	F	<1	1-5	6-15	16-25	26-60	+60		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

II. Condiciones de la vivienda

- 2.1. Uso de la Propiedad: a) Vivienda b) Vivienda/Negocio c) Otros_____
- 2.2. La vivienda es: a) Propia b) Prestada c) Alquilada_d) Administrada_____
- 2.3. Tipo de sistema constructivo: a) Mamposteria Confinada b) Mamposteria Reforzada _____
c) Madera d) Minifalda e) Otros_____
- 2.4. Las paredes son de: a) Bloque b) Ladrillo_c) Madera _d) Adobe_____
e) Minifaldia f) Zinc g) Otros_____
- 2.5. El piso es de: a) Madera__b) Tierra c) Ladrillo d) Otros_____
- 2.6. El techo es de: a) Zinc b) Teja c) Madera d) Palma_e) Otros_____
- 2.7. Cuantas divisiones tiene la vivienda: 1 [] Tres 2 [] Dos 3 [] No tiene []
- 2.8. Resumen del estado de la vivienda: 1 [] Buena 2 [] Regular 3 [] Mala

III. Acceso a Servicios Básicos y Egresos Mensuales

3.1 Servicios básicos:

- 3.1.1. Disponen de energía Eléctrica: 1 [] Si 2 [] No 3 [] Horas/Dia_____
- 3.1.2. Disponen de alumbrado público: 1 [] Si 2 [] No
- 3.1.3. Disponen de servicio de telecomunicación: 1 [] Si 2 [] No
- 3.1.4. Existe vía de acceso: 1 [] Si 2 [] No

3.2 Información de egresos de los miembros de la vivienda

- 3.2.1. Realizan pagos por energía eléctrica: 1 [] Si 2 [] No
- 3.2.2. Realizan pagos por alumbrado público: 1 [] Si 2 [] No
- 3.2.3. Realizan pagos por servicio de telecomunicación: 1 [] Si 2 [] No
- 3.2.4. Realizan pagos por servicios de TV: 1 [] Si 2 [] No
- 3.2.5. Realizan pagos por servicios de transporte colectivo: 1 [] Si 2 [] No
- 3.2.6. Realizan pagos por servicios de Salud (Exámenes, medicamentos, etc.): 1 [] Si 2 [] No
- 3.2.8. Realizan pagos por servicios de educación (útiles, uniformes, colegiatura, etc.): 1 [] Si 2 [] No

IV. Situación económica de la familia

- 4.1 ¿Cuántas personas aportan a los gastos del hogar?_____
- 4.2 De las personas que aportan al hogar, cuántas de ellas reciben ingresos en concepto de:
- 4.2.1. Actividad económica propia o negocia propio:_____

- 4.2.2. Apoyo económico de un familiar o amigo residente en el país o el extranjero: _____
- 4.2.3. Pensión de entidad pública o privada: _____
- 4.3 ¿Cuántas personas del hogar trabajan?
- 4.3.1. Dentro de la comunidad: 1 [] Hombres _____ 2 [] Mujeres _____ 3 [] Total _____
- 4.3.2. Fuera de la comunidad: 1 [] Hombres _____ 2 [] Mujeres _____ 3 [] Total _____
- 4.4 ¿Cuál es el ingreso económico del mes, en este hogar? 1 [] C\$ _____
- 4.5 ¿De cuánto fue el último pago de energía eléctrica realizado en el hogar? 1 [] C\$ _____
- 4.6 ¿En que trabajan las personas del hogar? 1 [] Ganadería 2 [] Agricultura
3 [] Jornaleros 4 [] Pesca 5 [] Otros, ¿Cuál? _____
- 4.7 ¿Que cultivos realizan? 1 [] Arroz 2 [] Frijoles 3 [] Maíz 4 [] Otros _____
- 4.8 ¿Tienen Ganado? 1 [] Si (pase a 4.9) 2 [] No (pase a 4.10)
- 4.9 ¿Cuánto? : 1 [] Vacuno _____ 2 [] Equino _____ 3 [] Caprino _____
- 4.10 ¿Tienen animales Domésticos? 1 [] Si (pase a 4.11) 2 [] No (pase a 5.1)
- 4.11 ¿Cuánto? 1 [] Cerdos _____ 2 [] Gallinas _____
- 4.12 ¿Los animales domésticos están? 1 [] Encerrados 2 [] Amarrados 3 [] Suelos
- 4.13 ¿Los animales domésticos se abastecen de agua en? 1 [] El Río 2 [] Quebrada 3 [] Pozo

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

- 5.1 ¿Con que tipo de servicio sanitario cuenta la vivienda?
- 1 [] Inodoro ecológico 2 [] Tanque séptico 3 [] Sumidero 4 [] Letrina 5 [] Otro _____
- 5.2 ¿En qué estado se encuentra su servicio sanitario?
- 1 [] Buena (pase a 4.4) 2 [] Regular (pase a 4.3) 3 [] Mala [verificar] (pase a 4.3)
- 5.3 De no tener servicio, ¿Estaría dispuesto(a) a construir su letrina? 1 [] Si 2 [] No
- 5.4 ¿Quiénes usan la Letrina? 1 [] Adultos: _____ 2 [] Niños(as): _____ 3 [] Otros familiares: _____
- 5.5 ¿Tipo de suelo en el que está construida la letrina? 1 [] Rocoso 2 [] Arenoso 3 [] Arcilloso
- 5.6 ¿Que hacen con las aguas grises de la casa? 1 [] La riegan 2 [] Las dejan correr
- 5.7 ¿Tienen zanja de drenaje? 1 [] Si (pase a 4.9) 2 [] No
- 5.8 ¿Tiene filtro para drenaje? 1 [] Si 2 [] No
- 5.9 ¿Existen charcas en el patio? 1 [] Si (pase a 5.10) 2 [] No (pase a 6.1)
- 5.10 ¿Como eliminan las charcas? 1 [] Drenando 2 [] Aterrando 3 [] Otros: _____

VI. Recursos y servicios de agua

6.1 ¿De dónde obtienen ustedes habitualmente el agua que utilizan para uso domésticos?

1 Cuentan con algún tipo de servicio 2 La acarrean 3 Pozo Propio

6.4 ¿Cuanto pagan de agua al mes? C\$ _____

6.5 Si la acarrean:

6.5.1 ¿Quién busca o acarrea el agua?

1 La mujer 2 El hombre 3 Los niños 4 Mujer/Hombre 5 Mujer/niños 6 Todos

7 Otros, ¿Quién? _____

6.5.2 ¿Cuántos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan? Cantidad _____

6.5.3 ¿Distancia de su casa al puesto de agua? Metros _____

6.5.4 ¿En que medio traslada el agua?

1 Caminando 2 En bestia 3 Bicicletas 4 Vehículo motorizado 5 Otros _____

6.6 Si es Pozo Propio:

6.6.1 ¿Cuántos días por semanas acarrea agua del pozo? Cantidad _____

6.6.2 ¿Cuántos baldes saca por día? Cantidad _____

6.6 ¿Cuántos baldes de agua consume diariamente? Cantidad _____

6.7 ¿En qué almacena el agua? 1 Barriles 2 Bidones 3 Pilas

6.8 ¿Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen? 1 Tapados 2 Destapados

3 Como_ [verificar]

6.9 ¿La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera? 1 Buena 2 Regular

3 Mala _____

6.10 ¿Qué condiciones tiene el agua que consumen? [Se puede marcar varias situaciones]

1 Tiene mal sabor 2 Tiene mal olor 3 Tiene mal color _____

6.11 **ENCUESTADOR:** Leer detenidamente y pedir atención del encuestado

ENACAL está preparando un proyecto de agua potable para esta comunidad, que le permitirá proveer el servicio de agua a cada vivienda mediante una conexión domiciliar. El proyecto suministrará agua de calidad, todo el tiempo y con presiones adecuadas, lo que contribuirá a mejorar la calidad de vida de la población. Sin embargo, al ejecutarse el proyecto se requerirá que las familias conectadas paguen una cuota mensual por el servicio recibido, por eso nos gustaría saber si:

¿Usted estaría dispuesto a pagar (mencionarla cantidad de abajo marcada con una "X") mensuales por el servicio de agua que se le será suministrado en su vivienda?

- C\$. 30.00 [Tarifa Alternativa 1]
 C\$. 60.00 [Tarifa Alternativa 2]
 C\$. 90.00 [Tarifa Alternativa 3]
 C\$. 120.00 [Tarifa Alternativa 4]
 C\$. 150.00 [Tarifa Alternativa 5]

1 [] Si (pase a 7.1) 2 [] No (pase a 6.12) 3 [] No sabe/rehúsa a responder (pase a 5.12)

6.12 ¿Cuál fue el principal motivo por el cual usted respondió que No o No sabe o No responde, estaría dispuesto a pagar mensualmente la suma indicada por utilizar el sistema de agua potable?

- 1 [] No tengo recursos para pagar esa cantidad
2 [] Esa cuota mensual es muy alta
3 [] Por el momento tengo otras prioridades
4 [] Estoy satisfecho con el servicio que recibo ahora
5 [] Otras: _____

6.13 Entonces, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar mensualmente?

1 [] C\$ _____

VII. Tratamiento de desechos sólidos

7.1 ¿Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

- 1 [] Poseen servicio de recolección 2 [] Depositán en botaderos públicos 3 [] La entierran
4 [] La queman 5 [] La tiran en un lugar cercano 6 [] Otra _____

VIII. Organización comunitaria

8.1 ¿Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización? 1 [] Si (pase a 8.2)

2 [] No (pase a 8.3)

8.2 ¿Qué tipo? 1 [] Productiva 2 [] Social 3 [] Religiosa 4 [] Otra (pase a 8.4)

8.3 ¿Porque? (pase a 8.5)

8.4 ¿Cuántos miembros del hogar participan en la organización comunitaria? 1 [] Hombres _____

2 [] Mujeres _____ 3 [] Total _____

8.5 ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad?

1 [] Si 2 [] No, ¿Por qué? _____

IX. Situación de salud en la vivienda

9.1 ¿Cuántas enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año?

Enfermedades	Grupos de edad				Observaciones
	<5 años	6-15 años	16-25 años	> 25 años	
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas(piel)					
Otras					

9.2. ¿Están vacunados los niños y niñas? 1 [] Si 2 [] No ¿Por qué? _____

9.3. ¿Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como Lavado de Manos?

1 [] Si 2 [] No, ¿Por qué? _____

9.4. ¿Las personas que habitan en esta vivienda hacen buen uso del Agua?

1 [] Si 2 [] No ¿Por qué? _____

9.5. ¿Las personas que habitan en esta vivienda hacen buen uso de la letrina?

1 [] Si 2 [] No ¿Por qué? _____

9.6 ¿Cuántos niños y niñas nacieron en este hogar, durante el año pasado?

1 [] Niñas ____ 2 [] Niños ____ 3 [] Total ____

9.7 ¿Cuántos niños y niñas fallecieron en este hogar, durante el año pasado?

1 [] Niñas ____ 2 [] Niños ____ 3 [] Total ____

Clasificar el grado de confiabilidad de las respuestas del encuestado (a criterio del encuestador)

1. Muy confiables [] 2. Algo confiables [] 3. Poco confiables [] 4. Nada confiables []

**PROPUESTA DE DISEÑO HIDRAULICO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMARCA "CUAJACHILLO #2"
MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO, DEPARTAMENTO DE MANAGUA, AGOSTO-NOVIEMBRE 2016.**

Anexo 2

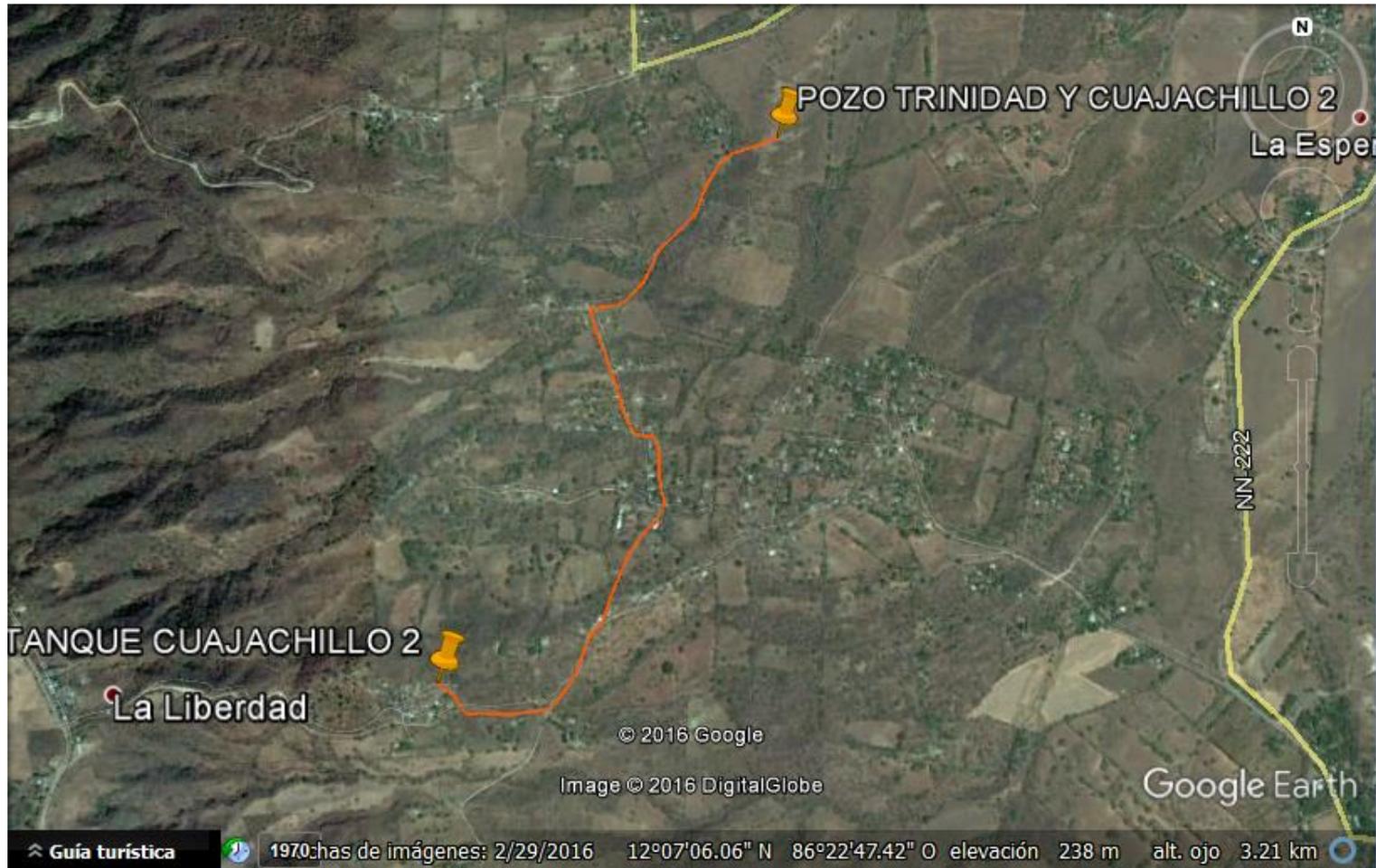
año	población		dotación		consumos medios																consumo máximo diario y horario			
	ciudad Sandino	Cuajachillo #2	GP	LPP	consumo domestico		Consumo comercial (7%)		Consumo institucional (7%)		Consumo industrial (2%)		consumo medio		perdidas del sistema 20%		consumo medio total		consumo máximo diario CMD		consumo máximo horario CMH			
	(habitante)	(habitante)	PD	D	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S
1963	20,400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	32,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	65,675	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	71,891	0	16	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	76,357	0	16	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	91,259	0	16	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	111,135	1,011	16	60	11.13	0.70	0.78	0.05	0.78	0.05	0	0.00	12.69	0.80	2.54	0.16	15.22	0.96	22.83	1.44	38.06	2.40		
2013	117,761	1,057	16	60	11.63	0.73	0.81	0.05	0.81	0.05	0	0.00	13.26	0.84	2.65	0.17	15.92	1.00	23.87	1.51	39.79	2.51		
2014	120,705	1,083	16	60	11.93	0.75	0.83	0.05	0.83	0.05	0	0.00	13.59	0.86	2.72	0.17	16.31	1.03	24.47	1.54	40.78	2.57		
2015	125,098	1,111	16	60	12.22	0.77	0.86	0.05	0.86	0.05	0	0.00	13.93	0.88	2.79	0.18	16.72	1.05	25.08	1.58	41.80	2.64		
2016	129,652	1,130	16	60	12.44	0.78	0.87	0.05	0.87	0.05	0	0.00	14.18	0.89	2.84	0.18	17.01	1.07	25.52	1.61	42.54	2.68		
2017	134,371	1,158	16	60	12.75	0.80	0.89	0.06	0.89	0.06	0	0.00	14.53	0.92	2.91	0.18	17.44	1.10	26.16	1.65	43.60	2.75		
2018	139,262	1,187	16	60	13.07	0.82	0.91	0.06	0.91	0.06	0	0.00	14.90	0.94	2.98	0.19	17.88	1.13	26.81	1.69	44.69	2.82		
2019	144,331	1,217	16	60	13.39	0.85	0.94	0.06	0.94	0.06	0	0.00	15.27	0.96	3.05	0.19	18.32	1.16	27.48	1.73	45.81	2.89		
2020	149,585	1,247	16	60	13.73	0.87	0.96	0.06	0.96	0.06	0	0.00	15.65	0.99	3.13	0.20	18.78	1.18	28.17	1.78	46.95	2.96		
2021	155,030	1,278	16	60	14.07	0.89	0.99	0.06	0.99	0.06	0	0.00	16.04	1.01	3.21	0.20	19.25	1.21	28.88	1.82	48.13	3.04		
2022	160,673	1,310	16	60	14.42	0.91	1.01	0.06	1.01	0.06	0	0.00	16.44	1.04	3.29	0.21	19.73	1.24	29.60	1.87	49.33	3.11		
2023	166,522	1,343	16	60	14.78	0.93	1.03	0.07	1.03	0.07	0	0.00	16.85	1.06	3.37	0.21	20.23	1.28	30.34	1.91	50.56	3.19		
2024	172,583	1,377	16	60	15.15	0.96	1.06	0.07	1.06	0.07	0	0.00	17.28	1.09	3.46	0.22	20.73	1.31	31.10	1.96	51.83	3.27		
2025	178,865	1,411	16	60	15.53	0.98	1.09	0.07	1.09	0.07	0	0.00	17.71	1.12	3.54	0.22	21.25	1.34	31.87	2.01	53.12	3.35		

**PROPUESTA DE DISEÑO HIDRAULICO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMARCA "CUAJACHILLO #2"
MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO, DEPARTAMENTO DE MANAGUA, AGOSTO-NOVIEMBRE 2016.**

año	población		dotación		consumos medios																consumo máximo diario y horario			
	ciudad Sandino (habitante)	Cuajachillo #2 (habitante)	GP PD	LPP D	consumo domestico		Consumo comercial (7%)		Consumo institucional (7%)		Consumo industrial (2%)		consumo medio		perdidas del sistema 20%		consumo medio total		consumo máximo diario CMD		consumo máximo horario CMH			
					G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S	G/m	L/S
2026	185,376	1,446	16	60	15.92	1.00	1.11	0.07	1.11	0.07	0	0.00	18.15	1.15	3.63	0.23	21.78	1.37	32.67	2.06	54.45	3.44		
2027	192,123	1,483	16	60	16.32	1.03	1.14	0.07	1.14	0.07	0	0.00	18.60	1.17	3.72	0.23	22.33	1.41	33.49	2.11	55.81	3.52		
2028	199,117	1,520	16	60	16.73	1.06	1.17	0.07	1.17	0.07	0	0.00	19.07	1.20	3.81	0.24	22.88	1.44	34.32	2.17	57.21	3.61		
2029	206,365	1,558	16	60	17.15	1.08	1.20	0.08	1.20	0.08	0	0.00	19.55	1.23	3.91	0.25	23.46	1.48	35.18	2.22	58.64	3.70		
2030	213,876	1,597	16	60	17.57	1.11	1.23	0.08	1.23	0.08	0	0.00	20.03	1.26	4.01	0.25	24.04	1.52	36.06	2.28	60.10	3.79		
2031	221,661	1,637	16	60	18.01	1.14	1.26	0.08	1.26	0.08	0	0.00	20.54	1.30	4.11	0.26	24.64	1.55	36.96	2.33	61.61	3.89		
2032	229,730	1,677	16	60	18.46	1.16	1.29	0.08	1.29	0.08	0	0.00	21.05	1.33	4.21	0.27	25.26	1.59	37.89	2.39	63.15	3.98		
2033	238,092	1,719	16	60	18.93	1.19	1.32	0.08	1.32	0.08	0	0.00	21.58	1.36	4.32	0.27	25.89	1.63	38.84	2.45	64.73	4.08		
2034	246,758	1,762	16	60	19.40	1.22	1.36	0.09	1.36	0.09	0	0.00	22.11	1.40	4.42	0.28	26.54	1.67	39.81	2.51	66.34	4.19		
2035	255,740	1,806	16	60	19.88	1.25	1.39	0.09	1.39	0.09	0	0.00	22.67	1.43	4.53	0.29	27.20	1.72	40.80	2.57	68.00	4.29		
2036	265,049	1,852	16	60	20.38	1.29	1.43	0.09	1.43	0.09	0	0.00	23.23	1.47	4.65	0.29	27.88	1.76	41.82	2.64	69.70	4.40		
2037	274,697	1,898	16	60	20.89	1.32	1.46	0.09	1.46	0.09	0	0.00	23.82	1.50	4.76	0.30	28.58	1.80	42.87	2.70	71.45	4.51		
2038	284,696	1,945	16	60	21.41	1.35	1.50	0.09	1.50	0.09	0	0.00	24.41	1.54	4.88	0.31	29.29	1.85	43.94	2.77	73.23	4.62		

Anexo 3

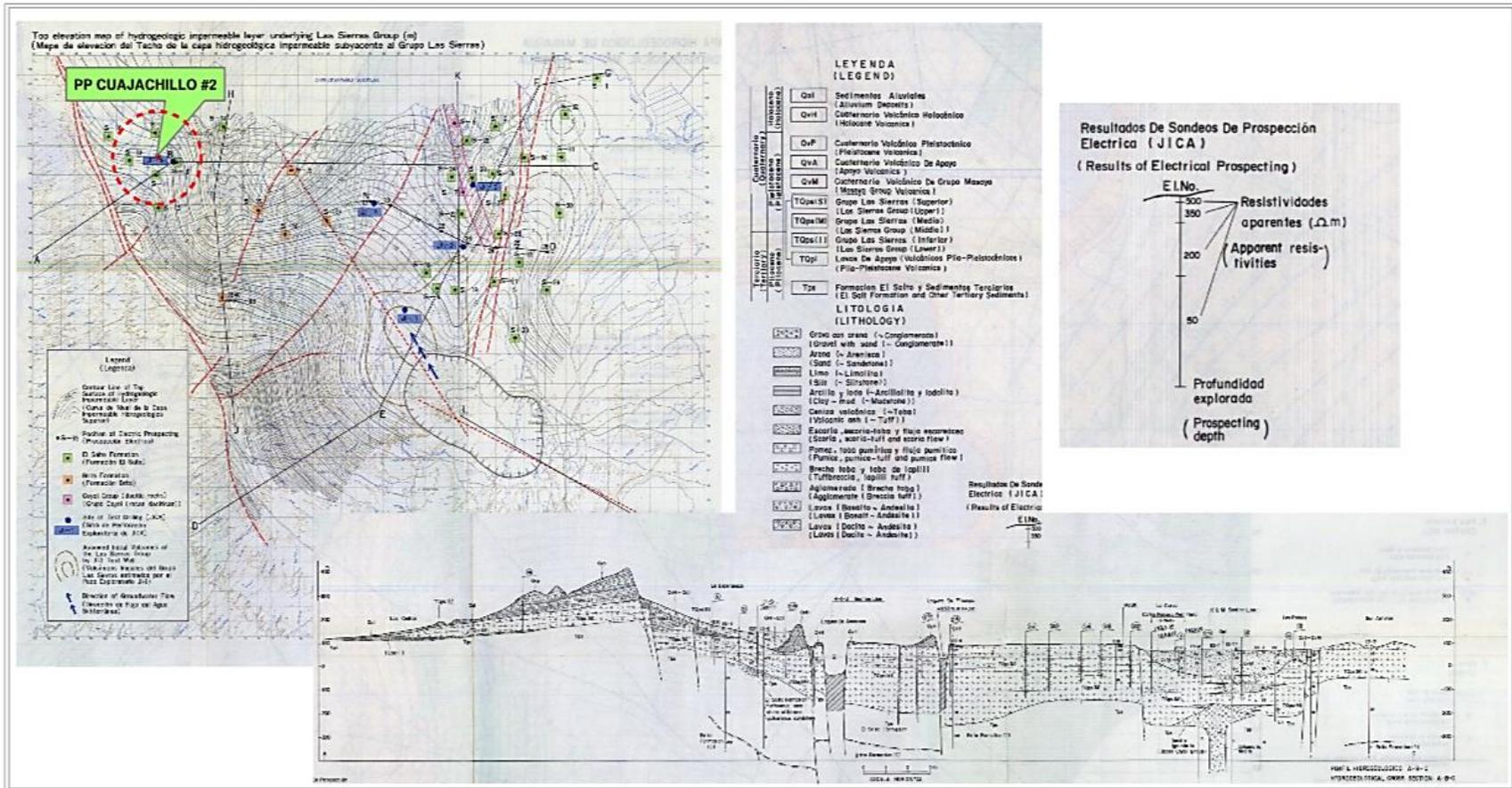
Localización de pozo, Cuajachillo #2



Registro de pozos aledaños



Anexo 4



SITIO

MAPA Y PERFIL DE LAS ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS -POZO PLUVIAL CUAJACHILLO #2 -

Anexo 5



una marca de



www.barnes.com.co

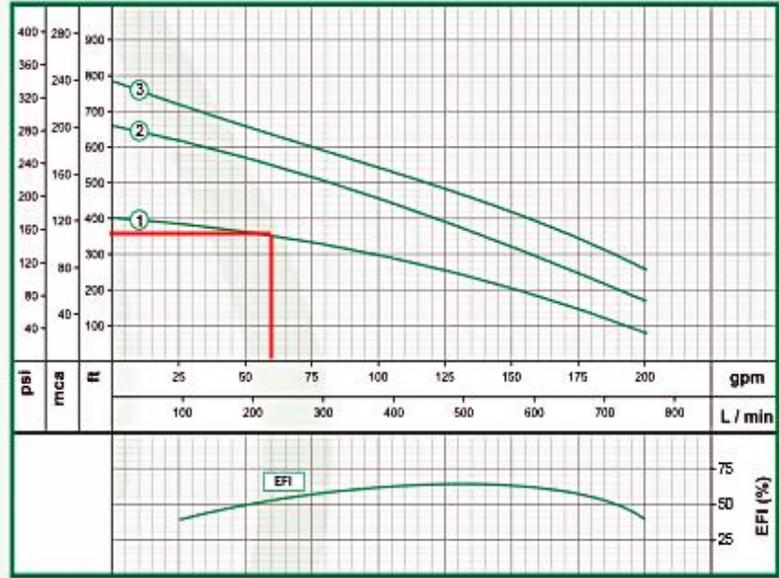
**Bombas Sumergibles
para Pozo Profundo**

**6SP 30A08
6SP 30A11
6SP 30A15**

Características de la bomba						Características del motor			
Tipo de bomba	Acoplamiento	Temperatura máx. líquido				Alimentación	Velocidad (rpm)		
Centrifuga	Monobloque	70°C (158°F) Continua				Eléctrica	3.600 (nominal)		
Modelo	Ref.	Ø Descarga	Etapas	H máx. (mca) *	Q máx. (gpm) **	Potencia mín. requerida (hp)	Fases	Voltaje	
1	6SP 30A08	E0319	3"	8	122	200	15,0	3	220
2	6SP 30A11	E0320	3"	11	201	200	20,0	3	220
3	6SP 30A15	E0321	3"	15	237	200	30,0	3	220

* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).
 ** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).

Curva de rendimiento



Aplicaciones

- Uso doméstico
 Sector agrícola
 Industria
 Construcción
 Institucional
- Aprovechamiento de aguas limpias
 - Bombeo de aguas limpias sin cuerpos abrasivos
 - Extracción de agua en pozos profundos
 - Llenado de tanques elevados
 - Llenado tanque bajo-tanque alto
 - Recirculación de agua en piscinas
 - Riego por aspersión



www.barnes.com.co

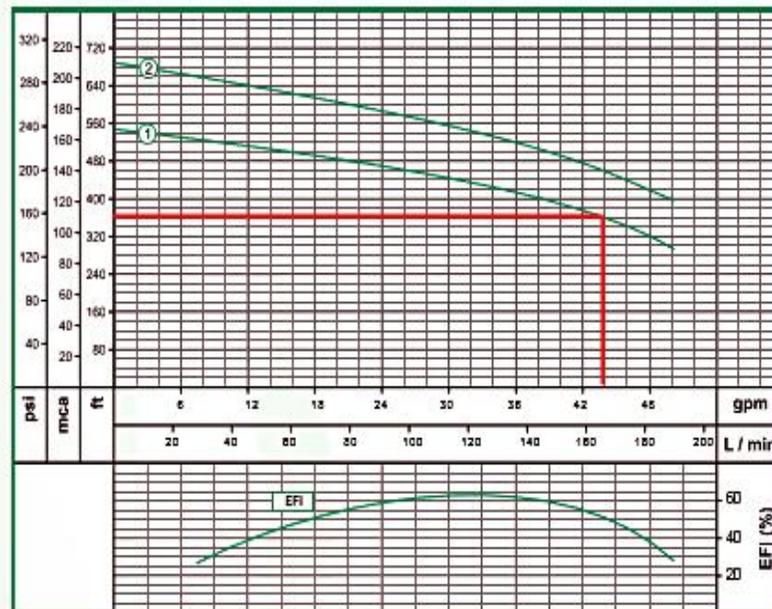
Bombas Sumergibles para Pozo Profundo

4SP 4021
4SP 4025

Características de la bomba							Características del motor		
Tipo de bomba		Acoplamiento		Temperatura máx. líquido			Alimentación		Velocidad (rpm)
Centrífuga		Monobloque		70°C (158°F) Continua			Eléctrica		3.600 (nominal)
Modelo	Ref.	Ø Descarga	Etapas	H máx. (mca) *	Q máx. (gpm) **	Potencia mín. requerida (hp)	Fases	Voltaje	
1	4SP 4021	ED310	2"	21	170	50	7,5	3	220
2	4SP 4025	ED311	2"	25	210	50	7,5	3	220

* La altura (H) máxima se logra con la válvula totalmente cerrada. (mca= metros columna de agua).
** El caudal (Q) máximo se logra con la válvula totalmente abierta. (gpm= galones por minuto).

Curva de rendimiento



Aplicaciones

Uso doméstico
Sector agrícola
Industria
Construcción
Institucional

- Aprovisionamiento de aguas limpias
- Bombeo de aguas limpias sin cuerpos abrasivos
- Extracción de agua en pozos profundos
- Llenado de tanques elevados
- Llenado tanque bajo-tanque alto
- Recirculación de agua en piscinas
- Riego por aspersión