



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN
COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE
CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO”.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Darwin Eliezer Mendoza Osorio

Tutor

M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González

Managua, Marzo 2022

Dedicatoria

El presente documento se lo dedico a mi familia, motor que impulsa a luchar día a día.

A mis padres, en especial a mi madre, que ha luchado para brindarme la oportunidad de estudiar, a mi padre Henri Pablo Orozco Urbina (q.e.p.d) quien hasta en sus últimos momentos brindo su amor y comprensión, siendo mi ejemplo a seguir como hombre y como padre.

Agradecimiento

Un profundo agradecimiento a mi familia que ha apoyado para la culminación de este estudio, y a mi tutor M.Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González que brindo sus conocimientos para el desarrollo de este documento.

Resumen ejecutivo

El presente documento contiene información referida al diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la lotificación Comandante Silvio Mayorga del programa Bismarck Martínez Fase II desarrollado en el municipio de Ciudad Sandino del departamento de Managua. El documento se desarrolla en seis capítulos abordando las generalidades del sitio, en un segundo capítulo se abordan las condiciones físicas de los pozos perforados cercanos al sitio de intervención, se elaboró un breve análisis socioeconómico de los beneficiarios al programa Bismarck Martínez con los parámetros establecidos en la encuesta familia de los formatos autorizados por el Nuevo Fise.

Se desarrolla un capítulo referido a los parámetros de diseño basado en lo establecido en las normativas obligatorias nicaragüense vigentes en el país, así como en las normas regionales, la metodología de cálculo hidráulico se basa en los libros de mecánica de fluidos y diseño de sistemas de abastecimiento de agua establecidos en el capítulo 4 de este documento.

Los cálculos y resultados presente se desarrollan con los criterios de diseño de sistemas de abastecimiento de agua desde la fuente, a la red y al tanque. el análisis del sistema se realizó asistido con el software EPANET V2.0, los planos constructivos elaborados en el software AUTOCAD 2019, en este se incluyen las estructuras operativas para el sistema de abastecimiento de agua en la lotificación Silvio Mayorga.

Índice

Capítulo I - Generalidades.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Justificación.....	5
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Objetivo general.....	7
1.4.2 Objetivos específicos.....	7
Capítulo II. Descripción del área de estudio	8
2.1 Ubicación.....	8
2.2 Clima	9
2.3 Población.....	9
2.4 Vivienda.....	9
2.5 Servicios básicos.....	10
2.5.1 Energía eléctrica	10
2.5.2 Agua potable	10
2.5.3 Drenaje pluvial.....	10
2.5.4 Alcantarillado sanitario	10
2.6 Instituciones y áreas de esparcimiento.....	11
2.6.1 Institución	11
2.6.2 Áreas de esparcimiento y recreación	11
Capítulo III. Marco teórico	12
3.1 Forma de abastecimiento	12
3.2 Criterios de diseño	15
3.2.1 Periodo de diseño	15
3.1.2 Población de diseño	16
3.1.3 Dotaciones y demanda de agua para el consumo	16
3.1.4 Fuentes de abastecimiento	19
3.1.5 Desinfección del agua	24
3.1.6 Almacenamiento.....	26
3.1.7 Estaciones de bombeo	27
3.1.8 Red de conducción.....	31

3.1.9 Red de distribución.....	33
3.1.10 Levantamiento topográfico	37
3.1.11 Modelación EPANET V2.0	38
Capitulo IV. Diseño metodológico.....	39
4.1 Levantamiento topográfico.....	39
4.2 Identificación de la fuente	40
4.3 Evaluación socioeconómica y censo poblacional	40
4.4 Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable.....	40
4.4.1 Periodo de diseño	41
4.4.2 Población de diseño	41
4.4.3 Proyección de demanda.....	41
4.4.4 Dotación y demanda de agua para consumo	41
4.4.5 Diseño de línea de conducción por bombeo	43
4.4.6 Propuesta de tipo de almacenamiento	43
4.4.7 Red de distribución.....	43
4.4.8 Casos de análisis	44
4.5 Elaboración de planos y especificaciones técnicas	44
4.6 Elaboración de presupuesto	44
Capitulo V. Cálculos y presentación de resultados.....	45
5.1 Estudio socioeconómico	45
5.1.1 Población.....	45
5.1.2 Distribución de la población por edad y sexo	45
5.1.3 Distribución de la población por educación	46
5.2 Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable	49
5.2.1 Proyección de población	50
5.2.2 Dotaciones y demanda de agua para consumo	50
5.2.3 Fuente de abastecimiento	52
5.2.4 Diseño hidráulico de la línea de conducción	67
5.2.5 Dimensionamiento de tanque de almacenamiento.....	70
5.2.6 Análisis de la calidad de agua	72
5.2.7 Red de distribución.....	74
5.2.8 Costo del proyecto	85

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones	86
6.1 Conclusiones	86
6.2 Recomendaciones	89
Bibliografía.....	90
Anexos	91

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Crecimiento geométrico	16
Ecuación 2. Consumo doméstico	18
Ecuación 3. Consumo especial	18
Ecuación 4. Consumo promedio diario	18
Ecuación 5. Caudal de fuga	19
Ecuación 6. Consumo máximo día	19
Ecuación 7. Consumo máximo hora	19
Ecuación 8. Peso del hipoclorito	25
Ecuación 9. Volumen de almacenamiento del tanque	27
Ecuación 10. Potencia de bomba	30
Ecuación 11. Potencia consumida	30
Ecuación 12. Presión en tubería	32
Ecuación 13. Tiempo de cierre	33
Ecuación 14. Energía cinética	33
Ecuación 15. Velocidad de admisión	54

Índice de tablas

Tabla 3.1.	
Periodos de diseño económico para las estructuras de los sistemas	15
Tabla 3.2.	
Dotación de agua por clasificación de barrios para la ciudad de Managua	17
Tabla 3.3.	
Dotación de agua por consumo comercial, industrial y público para la ciudad de Mangua y resto del país	17
Tabla 3.4.	
Dotaciones contra incendio (CI)	18
Tabla 3.5.	
Tabla de factores de máximas demandas	18
Tabla 3.6.	
Límites máximos para parámetros de calidad de agua	23
Tabla 3.7.	
Diámetro de ademe del pozo	28
Tabla 3.8.	
Diámetro de tubería para columna de bombeo	29
Tabla 3.9.	
Diámetro de sarta de conexión de bomba	29
Tabla 3.10.	
Válvulas de alivio	29
Tabla 3.11.	
Coefficiente de capacidad hídrica (C)	36
Tabla 5.1.	
Características de pozos cercanos	52
Tabla 5.2.	
Diámetros recomendados de pozo	54

Tabla 5.3.	
Áreas abiertas de rejillas Johnson del tipo telescópico	55
Tabla 5.4.	
Longitud equivalente por accesorio en sarta de bombeo	60
Tabla 5.5.	
Tabla de longitud equivalente por accesorio en línea de conducción	61
Tabla 5.6.	
Perdida de carga por accesorio	62
Tabla 5.7.	
Datos línea de conducción	67
Tabla 5.8.	
Parámetros de pozo subterráneo	72
Tabla 5.9.	
Parámetros físico químicos de pozo subterráneo	73
Tabla 5.10.	
Caudal en nodos	76
Tabla 5.11.	
Caudal máximo hora en nodos	77
Tabla 5.12.	
Datos de entrada del sistema	79
Tabla 5.13.	
Presión en nodos con consumo máximo hora con bomba encendida	79
Tabla 5.14.	
Consumo máximo hora con bomba encendida 80	
Tabla 5.15.	
Presión en nodos caso II	82
Tabla 5.16.	
Velocidad en red caso II	82

Tabla 5.17.

Presión en nodos con consumo cero con bomba encendida 84

Tabla 5.18.

Costo de proyecto 85

Índice de ilustraciones

Figura 2.1. Localización del área	8
Figura 3.1. Esquema MABE – Fuente – tanque - red	13
Figura 3.2. Esquema MABE – Fuente – red - tanque	14
Figura 4.1. Ubicación de fuentes cercanas al sitio de estudio	42
Figura 5.1. Distribución de la población por genero	45
Figura 5.2. Rango de edad	46
Figura 5.3. Rango educación	46
Figura 5.4. Rango de edad y escolaridad	47
Figura 5.5. Rango de edad laboral	48
Figura 5.6. Situación laboral	48
Figura 5.7. Promedio de ingreso mensual	49
Figura 5.8. Línea de conducción	58
Figura 5.9. Curva del sistema	63
Figura 5.10. Curva de familia (Bombas Franklin E)	64
Figura 5.11. Curva del grupo de bombas	65
Figura 5.12. Punto de operación de la bomba	66
Figura 5.13. Distribución de gastos en red	75
Figura 5.14. Sistema caso I	78
Figura 5.15. Sistema caso II	81
Figura 5.16. Sistema caso V	83

Capítulo I - Generalidades

1.1 Introducción

El derecho al agua y saneamiento es un derecho internacional reconocido y se fundamenta en el artículo 3 y 25.1, que recoge el derecho a la vida y a un nivel de vida adecuado (Declaración Universal de los Derechos Humanos, 1948). El gobierno de Nicaragua, interesado en mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, sigue con la labor de supervisar y rendir cuentas respecto al ejercicio de este derecho de cara a su realización progresiva, priorizando la no discriminación de las zonas rurales. Con el objetivo de cumplir las metas del Plan Nacional para el sector de agua y saneamiento, donde se establece como meta para el año 2030 el 100% de cobertura en agua potable en el sector rural (Plan Nacional de lucha contra la pobreza y para el desarrollo humano 2022-2026, 2021), las municipalidades trabajan de manera articulada con otras instituciones gubernamentales y no gubernamentales realizando trámites, estudios y la construcción de sistemas de agua potable en el sector rural.

El recurso natural agua es Patrimonio y le corresponde al Estado promover el desarrollo económico y social por medio de la conservación, desarrollo y uso sostenible del mismo (Ley 620 “Ley general de aguas nacionales”, 2020), evitando la privatización. Para ello, el ente regulador de las empresas de abastecimiento y suministro de agua potable es el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), para el sector urbano de los municipios, el agua potable es suministrada por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), sin embargo, por los altos costos de construcción, administración y operación para abastecer de agua potable en las zonas rurales, INAA reconoce y acredita a los Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) como los prestadores de servicio de agua potable, que con apoyo de las instituciones como INAA, ENACAL, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), Fondo de Inversión Social de Emergencia (NUEVO FISE)

y las ALCALDIAS, trabajan de manera articulada para garantizar el buen funcionamiento de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable (SAAP) administrados y operados por los CAPS.

En este estudio se desarrollará el diseño y los aspectos técnicos considerados para un sistema de abastecimiento de agua potable para la lotificación Comandante Silvio Mayorga del programa Bismarck Martínez Fase II desarrollado por la Alcaldía de Ciudad Sandino y garantizar a los habitantes de la lotificación el acceso al agua potable. El documento contiene información suministrada por la municipalidad (Estudio hidrogeológico, expedientes de familias beneficiadas en el programa Bismarck Martínez Fase II, Mosaico de lotificación Cdte. Silvio Mayorga, entre otros) y Nuevo FISE (Ficha encuesta a familia, formato Dods-Date “Inventario de fuentes”, entre otros); los datos actualizados de las familias, así como el levantamiento topográfico y datos de las fuentes subterráneas se obtuvieron con equipos facilitados por la municipalidad y Nuevo FISE. La información se estructuró de la siguiente manera:

Capítulo 1: Generalidades.

Capítulo 2: Descripción del área de estudio.

Capítulo 3: Marco teórico.

Capítulo 4: Metodología.

Capítulo 5: Cálculos y resultados.

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones.

1.2 Antecedentes

El agua ha constituido un factor fundamental en el desarrollo político y económico de los pueblos, considerándose uno de los elementos fundamentales para la vida. Debido a ello, desde la antigüedad, el ser humano ha aprovechado este recurso, por lo que tribus antiguas buscaban fuentes de abastecimiento de agua potable y se ubicaban en las zonas más cercanas a estas. En Nicaragua, la baja densidad de la población y su distribución dispersa, favorecían el uso de soluciones individuales para el abastecimiento de agua, donde una gran parte de la población se suplían de las aguas de los lagos Xolotlán y Cocibolca. Las primeras aguadoras datan de mediados del siglo XIX, las cuales brindaban servicio a León, Masaya y Masatepe hasta el año 1899, que se inauguró en Managua el primer servicio de abastecimiento de agua con niveles de servicio público y doméstico. La atención al sector rural se inició a brindar en 1977 con la colaboración de la OPS/OMS y USAID; para 1979 se crea INAA, atendiendo al sector rural disperso; para 1998 se trabajó en la modernización del sector agua, creando varias entidades como la Comisión Nacional de Agua y Saneamiento (CONAPAS), para normar y fiscalizar las actividades del sector agua, y ENACAL para proyectar, operar y administrar los acueductos y alcantarillados. Para el año 2006 se presenta la “Estrategia Sectorial de Agua Potable y Saneamiento 2005-2015” orientada a la privatización del agua, sin embargo, el Gobierno de Unidad y Reconciliación Nacional (GRUN) concibe el acceso al agua y al saneamiento como un derecho humano, e identifica la naturaleza del recurso agua como la de un bien público que debe ser proveído a través de un servicio público (Análisis sectorial de agua potable y saneamiento de Nicaragua, 2004).

Antes del 2007 se tenía una cobertura de agua potable del 65%, para el 2020 la cobertura está en un 90% en el sector urbano según datos de ENACAL, donde la mayor parte de los sistemas de abastecimiento de agua potable en el sector urbano son acueductos por bombeo. Por otra parte, en la zona rural, según el reporte del Sistema Internacional de Agua y Saneamiento Rural (Informe SIASAR,

2021) se cuenta con una cobertura a nivel nacional del 54.6%, de los cuales el 28.9% son abastecidos por un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), el 16.3% por mini acueductos por gravedad, el 5.5% por pozos artesanales, un 0.10% por sistemas SCALL (sistema de captación de agua de lluvia), el 3.8% por otro tipo de medio (Cisternas) y con una población sin atender del 45.4%.

Ciudad Sandino, desde su fundación se ha venido expandiendo hacia el sector suroeste del casco urbano, abarcando la zona rural del municipio con la migración poblacional, donde habitantes de otros departamentos, en búsqueda de mejorar la calidad de vida de sus familias optan por trabajar en la capital, lo que los obliga a buscar lugares cercanos para establecerse los días laborales y posteriormente regresar a su ciudad de origen. Esto ha dado pauta al surgimiento de urbanizaciones, lotificaciones y asentamientos humanos espontáneos en la zona rural del municipio, ocasionando un crecimiento de manera rápida y desordenada, aumentando con ello la demanda de servicios básicos.

La Alcaldía del Municipio de Ciudad Sandino desde el año 2019 trabaja en lineamiento con el gobierno central en la construcción de lotificaciones con el programa Bismarck Martínez, brindando a la población beneficiada los servicios básicos de energía eléctrica y agua potable.

1.3 Justificación

Nicaragua como miembro de las Naciones Unidas ha trabajado en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, en el cual, para el 2015 se estableció reducir al 50% el índice de desabastecimiento de agua y garantizar el 100% de cobertura de agua para el 2030, donde las instituciones involucradas trabajan de manera articulada para actualizar la demanda de agua, búsqueda de fuentes hídricas, capacitación a prestadores de servicio de agua potable, diseño de SAAP, búsqueda de financiamiento, entre otros.

No se puede obviar que Nicaragua, aun siendo un país con abundancia de recursos hídricos, el acceso a este viene vinculado con la calidad que presenta, donde las enfermedades relacionadas con el agua (Diarrea, infecciones en las vías urinarias, infecciones de la piel, dengue, insuficiencia renal) se estiman en un 30.31% según el Mapa Nacional de la Salud en Nicaragua 2020.

El incremento de la población ha obligado a la municipalidad de Ciudad Sandino, emplazar un proyecto habitacional a través del Programa Bismarck Martínez, donde se garantizará a sus habitantes un lote digno con acceso a los servicios básicos.

El proyecto habitacional Comandante Silvio Mayorga Delgado se encuentra localizado en la zona rural del municipio, en el sector suroeste de la cabecera municipal, en las coordenadas 569446.61 Este, 1340825.58 norte, sector abastecido con agua potable por el CAPS "Bendición de Dios a las Comunidades de Cuajachillo 2 y Trinidad Central", sin embargo, el sistema no cuenta con la capacidad requerida para satisfacer la demanda de la lotificación, que según lo proyectado por la dirección superior de la municipalidad se espera extenderse hasta unos 600 lotes para viviendas con el programa Bismarck Martínez.

Por su ubicación, este proyecto no cuenta con una conexión cercana a la red pública de ENACAL, por lo que la municipalidad proyecta la construcción de un pozo para abastecer a sus futuros habitantes, determinándose los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable con este estudio.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para el Proyecto Habitacional Comandante Silvio Mayorga Delgado de la comunidad de Cuajachillo 2 del Municipio de Ciudad Sandino.

1.4.2 Objetivos específicos

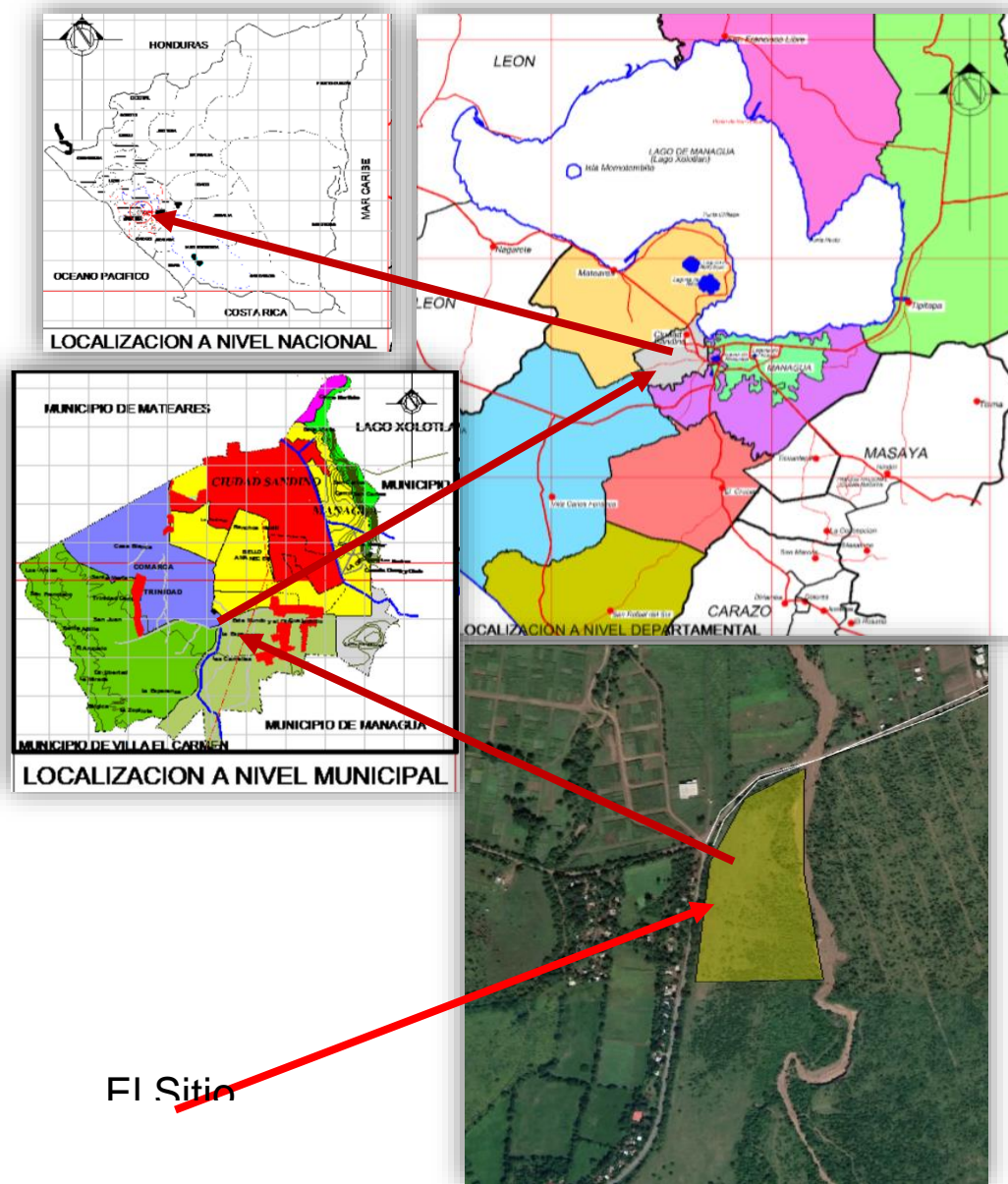
- Realizar el estudio socioeconómico de la población beneficiada.
- Evaluar la fuente de abastecimiento.
- Realizar levantamiento topográfico.
- Diseñar los componentes del SAAP aplicando las normativas nacionales e internacionales.
- Elaborar juego de planos y especificaciones técnicas del SAAP.
- Realizar el presupuesto del SAAP.

Capítulo II. Descripción del área de estudio

2.1 Ubicación

Figura 2.1

Localización del área



Fuente: Elaboración propia

El sitio en estudio se ubica en la zona rural municipio de Ciudad Sandino, con los siguientes linderos:

Norte: Lotificación Sueño Real.

Sur: Hacienda Las Camelias.

Este: Cauce de por medio.

Oeste: Cuajachillo 2 – El Tornillo.

Coordenadas UTM, WGS84 16N 569446.61 Este, 1340825.58 norte

2.2 Clima

El municipio de ciudad Sandino se caracteriza por ser una Zona sub - tropical de Sabana, con variaciones a sub - tropical, semihúmedo de la parte Norte hacia las Sierras de Managua, donde su temperatura oscila entre los 25° C y los 27° C. con una precipitación anual de 1300mm en las partes altas de los filos de Cuajachillo. La humedad relativa anual es del 63% con vientos variables de 12 a 15 km/hr.

2.3 Población

La siguiente información se obtuvo de la caracterización del Municipio de Ciudad Sandino elaborado en el año 2020, así como del Plan de Desarrollo Urbano de Ciudad Sandino del 2005-2025.

El municipio de Ciudad Sandino cuenta con una población estimada de 132,148 habitantes donde el 3.90% se ubica en el sector rural, correspondiente a 5,154 habitantes con una ubicación dispersa (Mapa de la salud, 2020). Para el año 2021, con la ejecución del Programa Bismarck Martínez Fase II se estima un incremento poblacional de 906 habitantes ubicados de forma concentrada y para inicios del 2023 se espera un incremento de 1030 habitantes centralizados.

2.4 Vivienda

En el sector se cuenta con viviendas de construcción mixta (concreto, madera, zinc, metal).

2.5 Servicios básicos

2.5.1 Energía eléctrica

El sector a intervenir cuenta con el servicio de energía eléctrica rehabilitada por la empresa ENATREL, legalizando las conexiones domiciliarias. Para el proyecto Comandante Silvio Mayorga Delgado, la municipalidad en coordinación con ENATREL realizarán los trabajos de construcción e instalación de la red de distribución eléctrica.

2.5.2 Agua potable

Según información del Comité de Agua Potable y Saneamiento que administra el SAAP que abastece a las comunidades de Cuajachillo 2 y Trinidad Central, se tiene una cobertura del 100%, sin embargo, por la capacidad del sistema, el CAPS no autoriza la conexión de la red de la lotificación Cdte. Silvio Mayorga, por lo que la municipalidad proyecta la construcción de un pozo para abastecer el proyecto.

2.5.3 Drenaje pluvial

En el sitio de estudio no se cuenta con conexión cercana a drenaje pluvial, sin embargo, este estudio no contempla la construcción de sistema de drenaje pluvial.

2.5.4 Alcantarillado sanitario

En el sitio de estudio no se cuenta con conexión cercana a drenaje sanitario, sin embargo, este estudio no contempla el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

2.6 Instituciones y áreas de esparcimiento

2.6.1 Institución

La municipalidad proyecta la construcción de una casa comunal para las actividades de la población, a la vez se contempla la construcción de una oficina administrativa para el SAAP a través de una empresa municipal que regulará, operará y dará seguimiento al funcionamiento del sistema.

2.6.2 Áreas de esparcimiento y recreación

Como proyecto habitacional, la municipalidad destinó un área de 3,302m², para el emplazamiento de un parque que servirá para uso y disfrute de la población del proyecto y sectores aledaños, en vista que el área de desarrollo no cuenta con áreas de comercio cercana, la municipalidad proyecta la creación de tramos comerciales y áreas destinadas para arrendamiento ubicados en área verde de la lotificación.

Capítulo III. Marco teórico

Este estudio desarrolla una guía metodológica para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en la lotificación Comandante Silvio Mayorga del municipio de Ciudad Sandino, cumpliendo con los criterios técnicos establecidos en las normas vigentes del país (Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua – “NTON 09 003-99”, Norma técnica obligatoria nicaragüense requisitos ambientales para la construcción, operación y cierre de pozos de extracción de agua – “NTON 09 006-11”, entre otras), y normas regionales (“CAPRE”: Calidad del agua para consumo humano), así como las teorías y diseño hidráulico (Abastecimientos de Agua, Simón Arocha Ravelo).

3.1 Forma de abastecimiento

Para definir los parámetros de diseño se requiere de la selección de la forma de abastecimiento:

Pozo excavado a mano (PEM): este tipo de abastecimiento es establecido para un mínimo de seis familias de seis personas por pozo.

Pozo perforado (PP) se establece para un servicio con mínimo de 100 personas por pozo.

Mini acueducto por gravedad (MAG): la población a abastecer estará en dependencia de las características de la población objeto de estudio, el tipo y configuración de la comunidad y características tecnológicas de las instalaciones a establecerse.

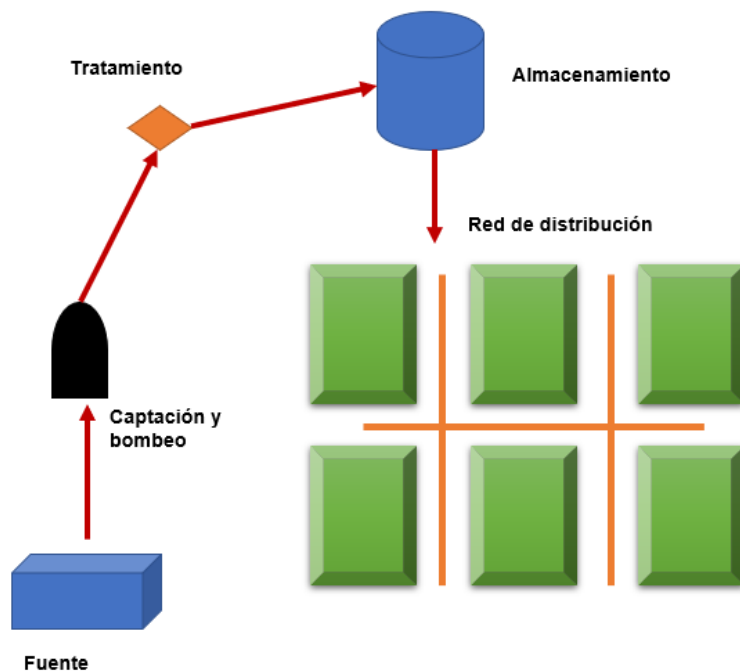
Captación de manantial (CM): son obras que se realizan para proteger a un manantial preservando la calidad del agua y que funcione como puesto público.

Captación de agua de lluvia (CALL o SCALL): o cosecha de agua de lluvia, es un conjunto de elementos o instalaciones que permiten el abastecimiento de agua potable utilizando las aguas pluviales captadas en el techo del establecimiento a través de infraestructuras básicas acondicionadas para tal fin.

Mini acueductos por bombeo eléctrico (MABE), utilizados para condiciones topográficas desfavorables donde se debe trasladar el agua de un punto bajo a uno más alto (hasta un tanque de almacenamiento o hasta las tomas domiciliarias), el funcionamiento de un acueducto por bombeo eléctrico está en función de las condiciones del sitio donde podemos encontrar una dotación de agua desde la fuente al tanque de almacenamiento y después a la red de distribución o un segundo caso desde la fuente a la red de distribución con el tanque de almacenamiento en un extremo de la red según como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3.1

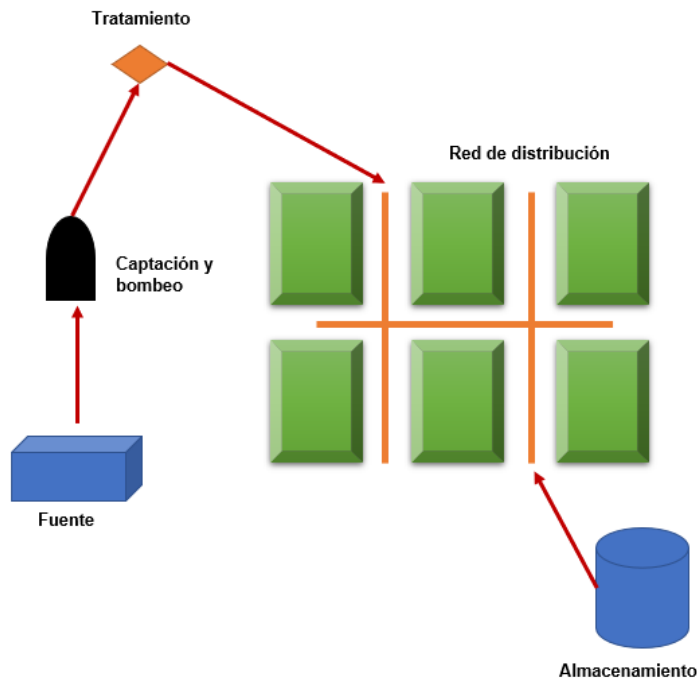
Esquema MABE – Fuente – Tanque - Red



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.2

Esquema MABE – Fuente – Red - Tanque



Fuente: Elaboración propia

Seleccionado el tipo de instalación para la demanda, se debe evaluar y seleccionar la fuente en base a los siguientes parámetros:

- Cantidad de agua que se puede obtener actualmente y a futuro.
- Calidad de agua.
- Condiciones climáticas.
- Problemas potenciales para construir una obra de toma.
- Seguridad de operación y suministro.
- Posibilidad de contaminación futuro de la fuente.
- Facilidad de expansión futura.

3.2 Criterios de diseño

3.2.1 Periodo de diseño

Para los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable se requiere la determinación de la vida útil de cada uno de estos, con el propósito de satisfacer las demandas futuras de la comunidad.

Tabla 3.1

Periodos de diseño económico para las estructuras de los sistemas

Tipo de estructuras	Características especiales	Periodo de diseño/años
Presas, ductos grandes	Difíciles y costosos de agrandar	25 – 50
Pozos, tanques, equipos de bombeo, plantas de potabilización de	a) Fáciles de ampliar cuando el crecimiento y las tasas de interés son bajas. Menor de 3% anual b) Cuando el crecimiento y las tasas de interés son altas. Mayor del 3% anual.	20 – 25 10 – 15
Tuberías mayores de 12” de diámetro.	Reemplazo tuberías pequeñas es más costoso a largo plazo	20 – 25
Laterales y tuberías secundarias menores de 12” de diámetro.	Los requerimientos pueden cambiar rápidamente en áreas limitadas	Para el desarrollo completo.

Fuente: NTON 0900399.

Este estudio contempla la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable que incluye, pozo, tanques, equipos de bombeo, planta de potabilización; para efectos de diseño se trabajó con un periodo de diseño de 25 años.

3.1.2 Población de diseño

De acuerdo a las normas, el sistema de abastecimiento debe tener la capacidad para atender durante un periodo de 25 años a la población dirigida, por lo cual es preciso definir la población de diseño para la cual se diseña el acueducto, así como la metodología de cálculo para la proyección de la población futura.

Basados en la NTON 09 003-99 en su artículo 1.3 establece seis (6) métodos de cálculo como son: Método aritmético, tasa de crecimiento geométrico, tasa de crecimiento a porcentaje decreciente, método gráfico de tendencia, método gráfico comparativo, método por porcentaje de saturación.

En este estudio se aplicará el método de tasa de crecimiento geométrico, considerando que el municipio de Ciudad Sandino es una ciudad que está en crecimiento año con año, se aplicará la fórmula siguiente:

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

Donde

P_n : Población del año "n".

P_o : Población inicial del periodo de diseño.

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

n: Número de años que comprenden el periodo de diseño.

3.1.3 Dotaciones y demanda de agua para el consumo

Una vez determinada la demanda a través del método de proyección adecuado para el sector, se procede a verificar los parámetros para obtener la dotación según los siguientes parámetros:

- Consumo de agua según la clasificación de barrios en la Ciudad de Managua o rango de población para el resto de ciudades del país.
- Consumo de agua comercial, industrial y público (agua para incendios).
- Agua para incendios según el rango de población.
- Pérdida de agua en el sistema (20% del consumo del día promedio acápite 2.6, NTON 0900399)
- Variaciones de consumo (Demanda del máximo día, y demanda de la hora máxima).

Tabla 3.2

Dotación de agua por clasificación de barrios para la ciudad de Managua

Clasificación de barrios	g/hab/día	L/hab/día
Asentamientos progresivos	10	38
Zona de máxima densidad y de actividad mixta	45	170
Zonas de alta densidad	40	150
Zonas de media densidad	100	378
Zonas de baja densidad	150	568

Fuente: Tabla 2 -1, NTON 0900399.

Tabla 3.3

Dotación de agua por consumo comercial, industrial y público para la ciudad de Managua y resto del país

Tipo de consumo	Para la Ciudad de Managua	Resto del país
Comercial (CC)	25.000 (g/hab/día)	94.625 (L/hab/día) 7%
Público o Institucional (CP)	De acuerdo al desarrollo de la población	7%
Industrial (CI)		2%

Fuente: Tabla 2.3.1, Tabla 2.3.2, NTON 0900399.

Tabla 3.4*Dotaciones contra incendio (CI)*

Rango de población	Caudales (gpm)	Caudales por toma
(0 – 5000)	-	-
(5000-10000)	(80 – 200)	1 toma de 150 gpm
(10000-15000)	(200-550)	1 toma de 250 gpm
(15000-20000)	(350-550)	2 toma de 250 gpm (c/u)
(20000-30000)	(550-1000)	3 toma de 250 gpm (c/u)
(30000-50000)	(1000-1500)	2 toma de 500 gpm (c/u)
(50000 - 100000 y más)	1500 y mas	3 toma de 500 gpm (c/u) de acuerdo a la importancia del lugar

Fuente: Tabla 2-5. NTON 0900399.

Tabla 3.5*Tabla de factores de máximas demandas*

Factor de máximas demandas	Ciudad de Managua	Resto del país
Demanda del máximo día	130% de la demanda promedio diaria	130% - 150% de la demanda promedio diaria
Demanda de la hora máxima	150% de la demanda promedio diaria	250% de la demanda promedio diaria

Fuente: NTON 0900399, acápite 2.5.

Con la información anterior podemos definir que:

$$CD = \frac{P_n \times \text{dotación}}{86400}$$

Ecuación 2. Consumo doméstico

$$C_{esp} = CD \times (CC + CP + CI)\%$$

Ecuación 3. Consumo especial

$$CPD = CD + C_{esp}$$

Ecuación 4. Consumo promedio diario

$$Q_{fuga} = 20\% \times CPD$$

Ecuación 5. Caudal de fuga

$$CMD = (CPD \times 150\%) + Q_{fuga}$$

Ecuación 6. Consumo máximo día

$$CMH = (CPD \times 250\%) + Q_{fuga}$$

Ecuación 7. Consumo máximo hora

3.1.4 Fuentes de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua se considera el elemento primordial en el diseño de un acueducto, se consideran dos tipos principales de fuentes (aguas superficiales y aguas subterráneas).

Como proyectista se debe de tener identificado y garantizado la fuente de abastecimiento para cubrir la demanda solicitada, de tal manera que la fuente cumpla con la cantidad, la continuidad y la calidad durante el periodo de diseño, suministrando el agua por gravedad o bien, mediante estaciones de bombeo dependiendo de las condiciones físicas del sitio o de la disponibilidad del agua superficial o subterránea.

La fuente debe de garantizar un caudal permanente y suficiente que satisfaga la demanda del consumo máximo día del año proyectado en el periodo de diseño en un rango mayor o igual a 1.5.

Como parte de los estudios preliminares para la fuente de abastecimiento, es necesario recopilar la siguiente información: Estudios hidrológicos, geológicos, calidad de agua, fuentes de contaminación, uso de las aguas que estén en conflicto, legislación sobre las aguas, propiedad de la tierra, planos topográficos, condiciones y calidad del terreno, transporte y comunicaciones, suministro de energía eléctrica, plano de servicios públicos y la disponibilidad de mano de obra local para la construcción.

3.1.4.1 Tipos de fuentes de abastecimiento de agua potable

Las distintas fuentes de las cuales podemos abastecer son las fuentes naturales, de acuerdo a la forma que se encuentran en la naturaleza tenemos las siguientes fuentes:

Aguas atmosféricas: Se incluye en esta clasificación las aguas de lluvias, sin embargo, no constituye una fuente de aprovechamiento constante.

Aguas superficiales: Se consideran los ríos, arroyos, quebradas, lagos y lagunas, sin embargo, estas aguas están sometidas a contaminación por el vertedero de afluentes donde fluyen sustancias orgánicas e inorgánicas.

Aguas sub - superficiales: Son las aguas que se infiltran en el subsuelo y que al desplazarse a través de las grietas llegan a los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forma de manantiales.

Aguas subterráneas: Se consideran aquellas aguas que se han filtrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo, hasta que alcanzan un estrato permeable. Estas aguas se pueden clasificar en dos categorías, la primera son las aguas encontradas a poca profundidad del nivel de terreno natural (10 metros) las cuales están poco protegidas y se encuentran sometidas a la contaminación biológica, y la segunda es cuando las aguas se encuentran a unos cien metros de profundidad.

3.1.4.2 Captación de aguas

Son todas aquellas que se constituyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es agrupar bajo cualquier condición de flujo durante todo el año de la captación de aguas previstas. Las obras de captación se

pueden hacer por gravedad aprovechando la diferencia de nivel del terreno, o por impulsión con bomba (eléctricas o de combustión).

Pozo: Un pozo es una estructura hidráulica, debidamente diseñada y construida que permite la extracción económica de agua de una formación acuífera, el tipo de obra a emplearse está en función de la característica de la fuente, la calidad, localización y magnitud; cumpliendo con los siguientes requisitos:

Ubicación del pozo según artículo 4 NTON 09 006-11. Áreas restringidas para el emplazamiento de pozos.

Limites o rangos máximos de parámetros para clasificar cuerpo de agua en Tipo 1. (NTON 05 007-98).

Cuando se cuenta con estructuras de pozo perforados debemos de obtener información del pozo como son profundidad del pozo, nivel estático del agua, calidad de agua, prueba de bombeo, para determinar la viabilidad de uso de la fuente. Para la obtención de estos parámetros contamos con herramientas especiales que facilitan la recopilación de la información como son: Sondas electrónicas para pozos, esta consiste en un cable eléctrico pot calibre 18 sin uniones, con un electrodo de acero refinado (Ver anexo A – Equipos y herramientas utilizadas. Imagen A -1); sonda: con este equipo obtenemos la distancia desde la base superior del pozo hasta el nivel estático del agua, así como la profundidad total del pozo; medidor multi -parámetros para calidad de agua: en este existen diferentes modelos, los cuales pueden determinar desde 1 parámetro hasta más de 17 parámetros, entre ellos físico químicos (Ver anexo A – Equipos y herramientas utilizadas. Imagen A 2 – Multi-parámetros), sin embargo, con la obtención de una muestra de agua embotellada y refrigerada a través de laboratorio se obtienen los parámetros que el diseñador considere necesario.

Parámetros para determinar los niveles de calidad exigibles de los cuerpos de agua de acuerdo con los usos: Con los parámetros obtenidos en sitio y de las muestras de laboratorio se revisan los tipos de usos de los cuerpos de agua y los rangos requeridos según su uso en base a la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense – Norma para la clasificación de los recursos hídricos NTON 05 007-98, artículo 2.

3.1.4.3 Tipo de Cuerpo de agua

Tipo 1: Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable.

Categoría 1-A: aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.

Categoría 1-B: Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y/o cloración.

Tabla 3.6*Límites máximos para parámetros de calidad de agua*

Parámetro	Límite o rango máximo	
	Categoría 1-A	Categoría 1-B
Oxígeno disuelto	> 4.0 mg/l (*)	> 4.0 mg/l (*)
Demanda de oxígeno (DBO5, 20)	2.0 mg/l	5.0 mg/l
pH	min 6.0 y máx. 8.5	min 6.0 y máx. 8.5
Color real	< 15 U Pt-Co	< 150 U Pt-Co
Turbiedad	< 5 UNT	< 250 UNT
Fluoruros	Min 0.7 y máx. 1.5	< 1.7 mg/l
Hierro total	0.3 mg/l	3 mg/l
Mercurio total	0.001 mg/l	0.01 mg/l
Plomo total	0.01 mg/l	0.05 mg/l
Sólidos totales disueltos	1000 mg/l	1500 mg/l
Sulfatos	250 mg/l	400 mg/l
Zinc	3 mg/l	5 mg/l
Cloruros	250 mg/l	600 mg/l
Organismos coliformes	Totales (**)	Totales (***)
Cianuro total		0.1 mg/l
Cobre total		2.0 mg/l
Cromo total		0.05 mg/l
Detergentes		1.0 mg/l
Dispersantes		1.0 mg/l
Dureza como CaCO3		400 mg/l
Extracto de carbono al cloroformo		0.15 mg/l
Fenoles		0.002 mg/l
Manganeso total		0.5 mg/l
Nitritos + Nitratos (N)		10.0 mg/l
Plata total		0.05 mg/l
Selenio		0.01 mg/l
Sodio		200 mg/l
Organofosforados y Carbamatos		0.1 mg/l
Organoclorados		0.2 mg/l
Actividad A	Max 0.1 bequerelio por litro (Bq/l)	
Actividad B	Max 1.0 bequerelio por litro (Bq/l)	

(+) También pueden ser como porcentaje de saturación y debe ser mayor de 50%

(**) Promedio mensual menor de 2000 NMP por cada 100ml

(**) Promedio mensual menor de 10000 NMP por cada 100ml

Fuente: NTON 05 007-98, acápite 3.1.1.

Con la inspección en sitio y recorrido por la comunidad se revisan los parámetros de distancia mínima entre los diferentes tipos de sistemas establecidos en la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense Requisitos ambientales para la construcción, operación y cierre de pozos de extracción de agua.

3.1.5 Desinfección del agua

Todo cuerpo de agua destinado para consumo de agua debe someterse a un proceso de potabilización incluyendo las aguas subterráneas para evitar cualquier contaminación durante su extracción, almacenamiento y distribución.

3.1.5.1 Tipo de cloro a utilizar

Cloro (Cl_2) es un gas tóxico, más denso que el aire, de color verde amarillento, es un producto oxidante, en presencia de humedad es corrosivo por lo que los elementos del sistema en contacto deben de ser de aleaciones especiales en caso de metales o PVC, el vapor de cloro es irritante por inhalación y puede causar heridas graves en caso de exposición a altas concentraciones, por estos motivos, es preferible utilizar hipocloritos en solución o en forma sólida.

Hipoclorito sódico (NaClO) en solución es un desinfectante, tras la reacción se obtiene una solución acuosa de color amarillo verdoso, es un oxidante potente e inestable, si se almacena durante 3 meses puede contener 90 gramos de cloro activo por litro.

Hipoclorito cálcico ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$), es un sólido blanco con contenido entre el 20 y el 70% de cloro activo, es muy corrosivo, sus ventajas es mayor contenido de cloro y su mayor estabilidad.

El cloro y sus derivados han demostrado en diversos análisis ser útiles como desinfectantes, control de olores y sabores, prevención de crecimiento de algas,

eliminación de hierro y manganeso, destrucción de ácido sulfhídrico, eliminación de colorantes orgánicos, entre otras. Sin embargo, una de las desventajas del uso de cloro y sus derivados es que reacciona con muchas materias orgánicas y dan lugar a trihalometanos (THM) los cuales en su mayoría son tóxicos y carcinogénicos, también influyen en la formación de cloro fenoles en aguas que contienen fenoles que generan malos olores. Por estos motivos se debe de tener control en el contenido de cloro a añadir para desinfectar por lo que es necesario determinar la demanda de cloro que se consume hasta la aparición del residual.

3.1.5.2 Dosificación de cloro

La dosificación de cloro y preparación de la solución madre o solución clorada requiere identificar los siguientes aspectos:

- Caudal de ingreso al reservorio (Q_i) para sistemas de abastecimiento continuo es igual al Caudal Máximo día (CMD).
- Caudal mínimo (Q_{min}) de solución clorada a ingresar al reservorio según el clima o temperatura de la zona.
- Periodo de recarga de la tecnología de cloración (T) determinada en días.
- Concentración de cloro a nivel de reservorio (C_2).
- Tipo de hipoclorito de calcio a utilizar: 70% el de mayor uso.
- Máxima concentración (C_1) de la solución clorada, valor a chequear y que no supere 5000p.

La preparación de la solución clorada está en función de la demanda diaria de agua que se desea clorar para un periodo de tiempo (Periodo de recarga: T), obteniéndose mediante la siguiente fórmula:

$$P_{gr} = \frac{Q_i \times T \times C_2}{10 \times \%cloro}$$

Ecuación 8. Peso del hipoclorito

Donde:

P_{gr} : Peso del hipoclorito (gramos)

Q_i : caudal de ingreso al reservorio, (lps)

T: Tiempo de recarga (Seg)

C_2 : Concentración de cloro a nivel de reservorio (del agua clorada en reservorio) en ppm o mg/l

%cloro: Concentración de hipoclorito de calcio (65 a 70)

10: Factor de conversión de unidades (para que P se obtenga en gramos)

3.1.6 Almacenamiento

Son considerados básicos para el diseño de un sistema de agua potable, garantizan mantener la presión de servicio en la red de distribución, almacenar agua para atender emergencias e interrupciones por daño en la tubería de conducción o de la estación de bombeo, a la vez de compensar las variaciones de consumo que se producen en el día.

Para el almacenamiento se debe de considerar tres aspectos importantes, la capacidad del tanque, la ubicación y el tipo de tanque. La capacidad del tanque de almacenamiento debe de considerar en su diseño la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, provisión de reserva para cubrir daños e interrupción en la línea de conducción o en la bomba.

La ubicación del tanque se determina principalmente por la necesidad y conveniencia por mantener presiones en la red dentro de los límites de servicio.

Tipo de tanque: Los tanques pueden ser construidos sobre la superficie del suelo o sobre torre; la estructura del tanque generalmente es de concreto reforzado o de metal, ya sea de forma circular o rectangular.

La capacidad de almacenamiento debe satisfacer las siguientes condiciones:

- Volumen compensador:
 - Poblaciones menores de 20,000 habitantes: 25% del consumo promedio diario.
 - Poblaciones mayores de 20,000 habitantes: Análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y producción del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.
- Reserva para eventualidades y/o emergencias: 15% del consumo promedio diario.
- Reserva para combatir incendios: 2 horas de acuerdo a la demanda de agua para incendio.

Con estas consideraciones podemos decir que:

$$Vol_{comp} = CPD \times 25\%$$

$$Vol_{reserva} = CPD \times 15\%$$

$$Vol_{alm} = 40\% \times CPD$$

Ecuación 9. Volumen de almacenamiento del tanque

Donde

V_{alm} : Volumen de almacenamiento

Vol_{comp} : Volumen compensador

Vol_{res} : Volumen de reserva para eventualidades y/o incendios

3.1.7 Estaciones de bombeo

Las estaciones de bombeo deben de considerar aspectos en su edificación tales como: Estructura con materiales a prueba de humedad e incendio, iluminación, ventilación y desagüe, espacios para sistemas de cloración y techos removibles en caso que la sarta esté a lo interno del edificio.

3.1.7.1 Estaciones de bombeo de pozos profundos

Las estaciones de bombeo para pozos profundos se caracterizan por usar equipos de bombas turbinas de eje vertical o de motor sumergible, se deben de considerar las siguientes recomendaciones establecidas en la NTON 09003-99:

- Nivel de bombeo.
- Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en verano e invierno.
- Sumergencia de la bomba.
- Factor de seguridad.

El diámetro de ademe del pozo debe estar relacionado al caudal a extraerse de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 3.7

Diámetro de ademe del pozo

Diámetro internos ademe o forro del pozo (pulg)	Caudal de bombeo gpm
6	160
8	240
10	400
12	630
14	950
16	1270
20	1900
24	3000
30	3000

Tabla 3.8*Diámetro de tubería para columna de bombeo*

Caudal (gpm)	Diámetro (pulg)
0 – 50	3
50 – 100	4
100 – 600	6
600 - 1200	8

Tabla 3.9*Diámetro de sarta de conexión de bomba*

Diámetro de sarta (pulg)	Rango de caudales (gpm)
2	80
3	80 – 200
4	200 – 400
6	400 – 900
8	900 – 1200
10	1200 - 1600

Tabla 3.10*Válvulas de alivio*

Diámetro de sarta	Rango de caudales
6	1000 – 2000
4	500 – 1000
3	250 – 500
2	60 – 250
1	- 60

La sarta debe llevar los siguientes elementos: Medidor de agua, manómetro de medición con llave de chorro 1/2", derivación de descarga para pruebas de bombeo y limpieza del mismo diámetro de la sarta, válvula check, válvula de ventosa, unión

flexible tipo dresser o similar. Se debe de tener en cuenta la fuerza que actúa en el sistema para evitar daños en los accesorios y revisar las especificaciones técnicas del fabricante de cada uno de ellos.

3.1.7.2 Equipos eléctricos

Los equipos eléctricos estarán en dependencia de las alternativas de fuente de energía eléctrica económica y eficiente para el funcionamiento del equipo de bombeo.

3.1.7.3 Bombas y motores

El equipo de bombeo es el mecanismo que se utiliza para impulsar líquido desde el nivel donde se encuentra agua hasta el nivel de la disposición final (Carga Total Dinámica CTD) y la cantidad que se requiere por unidad de tiempo (CMD).

$$P = \frac{CTD \times CMD}{550 \times E_b} \quad \text{Ecuación 10. Potencia de bomba}$$

P: Potencia de motor expresada en caballos de fuerza (hp)

CTD: Carga total dinámica (pies)

CMD: Consumo máximo día (gpm)

E_b: Eficiencia de la bomba y el motor

Si conocemos la potencia del motor expresada en caballos de fuerza, podemos determinar la potencia eléctrica en kilovatios (kW), como el motor tiene pérdidas internas, su rendimiento es menor y por tanto, la potencia consumida de la línea es mayor o igual a:

$$P = \frac{0.746 \times HP}{n} \quad \text{Ecuación 11. Potencia consumida}$$

Donde:

n: Rendimiento del motor expresado en decimales

P: Potencia activa consumida de la línea por el motor en kW

3.1.8 Red de conducción

Es la parte del sistema de agua potable constituida por el conjunto de conductos, estructuras de operación, protección y accesorios especiales destinados a transportar el agua desde el lugar de captación hasta el sitio de entrega. La línea de conducción debe garantizar el traslado del caudal máximo día, así como el cálculo de la línea piezométrica y la línea de gradiente hidráulico, a la vez se debe tener en consideración las especificaciones técnicas de la tubería para soportar la presión más alta que se pueda presentar en la línea.

3.1.8.1 Tubería y accesorios

Tubería: Las tuberías más usuales para la línea de conducción son de acero, hierro galvanizado, hierro fundido, PVC y cobre, cada tipo de tubería tiene características similares en diámetro, sin embargo, varía en la capacidad de soporte de presión, vida útil, costo de adquisición, instalación y mantenimiento. Para la selección de la tubería adecuada se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

1. El diámetro de la tubería debe transportar el flujo de diseño (Caudal máximo día).
2. Determinar el gasto teórico y compararlo con el gasto de diseño y ajustarlo hasta que el gasto calculado sea mayor que el gasto de diseño.
3. Verificar la velocidad máxima del flujo en la tubería con los límites permisibles.
4. Verificar que la línea piezométrica se localice al menos 4.0 metros por arriba del nivel de terreno y que las presiones máximas de operación deben ser menores a las que puede soportar la tubería.
5. Identificar posible formación de vacíos y el potencial de aplastamiento de la tubería.

6. Especificar la instalación de válvulas de admisión y expulsión de aire en los puntos altos de la línea para liberar aire atrapado.
7. Colocar desagüe en puntos bajos para permitir limpieza o drenado de la línea para reparaciones.

Válvulas: Son los dispositivos que permiten el control de flujo en la conducción para corte, acumulación de aire, llenado y vaciado de la línea de conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por apagado del equipo de bombeo, entre otras.

Accesorios: Para lograr la eficiencia en el sistema de agua potable se cuenta con una variedad de accesorios con los cuales se realizan cambios de dirección, derivaciones, reducciones de diámetros, acoples de tuberías de diferentes accesorios, entre otros elementos, sin embargo, estos elementos representan a la vez una reducción en la carga hidráulica disponible para el sistema por lo que se debe de calcular los efectos correspondientes por cada accesorio.

3.1.8.2 Sobrepresión o golpe de ariete

Es el choque violento que se produce en las paredes del conducto cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente transformando la energía cinética en energía potencial, a fin de disminuir la presión del golpe de ariete se emplean algunos dispositivos especiales como válvulas de alivio, chimeneas de equilibrio, cámaras de aire, válvulas de cierre lento.

El aumento de presión en la tubería se determina con la siguiente expresión:

$$p = M \times \frac{\delta v}{\delta t}$$

Ecuación 12 – Presión en tubería

Donde:

M: Masa de agua

$\frac{\delta v}{\delta t}$: Disminución de velocidad en un tiempo (t)

Donde t es determina con:

$$t_c = \frac{2L}{V_\omega} \quad \text{Ecuación 13 – Tiempo de cierre}$$

donde L: Longitud de tubería y V_ω es la velocidad de la onda de propagación. Si el tiempo de cerrado de la válvula es menor que el tiempo de ida y regreso de la onda de presión, la presión irá aumentando hasta el cierre completo de la válvula. Para determinar la presión en un tiempo menor o igual al tiempo de cierre crítico se puede aplicar la siguiente ecuación:

$$EC = \frac{1}{3} \times \frac{\omega}{g} \times A \times L \times V_0^2 \quad \text{Ecuación 14 – Energía cinética}$$

Donde:

ω : Peso específico (kg/m³)

g: Aceleración de gravedad (m/seg²)

A: Área de la tubería (m²)

L: Longitud de tubería (m)

V_0 : Velocidad de circulación del agua (m/seg)

3.1.9 Red de distribución

La red de distribución es el conjunto de tuberías y accesorios destinados para el suministro de agua durante el periodo de diseño. Se deben considerar las condiciones más desfavorables, por lo que se recomienda la aplicación de factores de seguridad al consumo máximo horario y en caso requerido, incluir el caudal contra incendio en dependencia de la zona y la demanda.

3.1.9.1 Tipos de redes de distribución

La selección adecuada de la red de distribución depende de la topografía y la forma de distribución de las viviendas en el sector a intervenir. Podemos establecer dos tipos de redes, tipo ramificado y tipo mallado.

3.1.9.2 Red de distribución ramificada: Son redes formadas por una línea central y una serie de ramificaciones que pueden constituir pequeñas mallas o por ramales ciegos.

Red de distribución en malla: Se consideran tipo mallado por estar constituida por tuberías interconectadas formando mallas, formando un circuito cerrado. Para determinar las dotaciones en cada parcela se pueden usar diferentes métodos, una de las alternativas es cuando se conoce la distribución de la edificación a construirse en ella y la otra alternativa es cuando no se conoce la distribución, para ello se tienen diferentes métodos, uno de ellos es el método de áreas, donde se determina el gasto para toda el área de influencia en cada nodo con su peso respectivo, con el objetivo de determinar la demanda unitaria. Otro método será el método de repartición media que consiste en repartir los gastos por mitad a ambos extremos de cada tramo.

3.1.9.2 Condiciones de trabajo u operación crítica de la red

En el diseño y análisis de la red de distribución se pueden considerar los siguientes aspectos o condiciones:

➤ Sistema por gravedad

Para que el sistema opere por gravedad se deben de cumplir las siguientes condiciones según NTON 09003-99:

- La red debe ser diseñada con el consumo máximo hora para el último periodo de diseño.
- La red de distribución debe de incluir el consumo coincidente que incluye la demanda máxima diaria y la demanda contra incendio en uno o varios puntos de la red de distribución.
- Demanda cero para analizar la máxima presión en la red.

➤ **Distribución por bombeo**

Para este análisis se consideran dos puntos:

- El sistema de bombeo contra el tanque de almacenamiento y del tanque de almacenamiento a red de distribución por gravedad.
- Sistema de bombeo contra la red de distribución, con tanque de almacenamiento dentro de la red o en el extremo de ella.

3.1.9.3 Parámetros de diseño

Una vez definido el tipo de red (malla y/o ramificado) y el tipo de operación (gravedad o bombeo) y los gastos correspondientes a cada nodo, se procede a la selección del diámetro de la tubería principal y determinar los gastos de tránsito. Según Simón Arocha Ravelo podemos proceder de la siguiente manera:

- Caso de análisis. Selección de los factores correspondientes.
- Determinación de los gastos de cada tramo para el caso de análisis.
- Determinación de gastos en los nodos o repartición de gastos.
- Asignación de los gastos de tránsito.

Se han desarrollado varios métodos de análisis para determinar el flujo que transita en la red, así como las presiones en los nodos, tal como el método de Hardy Cross y el método simplificado de Cross, los cuales son los más utilizados

y se han utilizado para su modelación computarizada tales como Watercad, NeatWork, Aqueductos, Loop y Epanet, software que se rigen por la fórmula para el cálculo de caudal, ecuación de continuidad, cálculo de pérdidas en tubería a través de las fórmulas de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning, así como el principio de Bernoulli para la energía que tiene el flujo a lo largo de su recorrido.

3.1.9.4 Coeficiente de capacidad hidráulica (C)

El coeficiente de capacidad hidráulica (C), en la fórmula de Hazen – Williams se tiene establecida en la siguiente tabla 3.11.

Tabla 3.11

Coeficiente de capacidad hídrica (C)

Material del conducto	Edad	
	Nuevo	Incierto
Cloruro de polivinilo (PVC)	150	130
Asbesto cemento	140	130
Hierro fundido corriente (interior y exteriormente)	130	100
Hierro fundido revestido de cemento o esmalte o bituminoso	130	100
Hierro dúctil	130	100
Tubería de hormigón	130	120
Duelos de madera	120	120

Fuente: NTON 09003-99, acápite 7.4.3.

3.1.9.5 Velocidad permisible

Para la red de distribución se permite la velocidad mínima del flujo no menor a 0.60 m/s pero no mayor a 2.0 m/s.

3.1.9.6 Presiones mínimas y máximas

En zonas urbanizadas la presión mínima residual en la red principal debe ser mayor a 14.00 metros de columna de agua (mca), pero no mayor a 50.00 metros de columna de agua.

3.1.9.7 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo en una red de distribución no deberá ser menor de dos pulgadas, revisando que la capacidad de la tubería sea mayor a la demanda máxima, se puede considerar en zonas donde se establezca que no habrá crecimiento en la densidad de población y en longitudes de tramo no mayor a cien metros (100.00mts) una tubería no menor de 1 ½" (37.5 mm).

3.1.10 Levantamiento topográfico

Los levantamientos topográficos garantizan al diseñador las herramientas de visualización de las condiciones físicas del terreno a través de la modelación alti - planimétrica del sector, para los proyectos de agua potable la topografía se involucra desde el inicio con el levantamiento de información alti - planimétrica y ubicación de las viviendas, garantizando plasmar los niveles o cotas de nivel, así como garantizar la recopilación de cada uno de los elementos que están en el contorno del proyecto.

Para el levantamiento topográfico se requiere una alta precisión, por lo que se recomienda la utilización de equipos como la estación total, que es un teodolito con distanciómetro integrado para medir distancias, ángulos, diferencia de alturas y coordenadas automáticamente. (Ver anexo A – Equipos y herramientas utilizadas. Imagen A3 – Levantamiento topográfico con estación Leica TS09), el levantamiento de información con estación total auxiliado con GPS brinda al diseño una mejor ubicación del área de influencia (Ver anexo A – Equipos y

herramientas utilizadas. Imagen A4 – GPS Garmin para georreferenciación de levantamiento topográfico).

En el proceso de ejecución, la topografía garantizará el trazo correcto de la red de distribución, así como de la línea de conducción y ubicar las cotas de desplante de las tuberías.

3.1.11 Modelación EPANET V2.0

En la actualidad existente una gama amplia de software para la modelación de sistemas de agua potable, donde su diferencia radica en la forma de ingreso y presentación de los resultados, sin embargo, los análisis se basan en las fórmulas básicas de hidráulica (ecuación de continuidad). El software EPANET V2.0 es una herramienta que brinda al diseñador de proyectos de agua potable herramientas básicas para la modelación de Sistemas de Agua Potable.

Para la modulación se requiere de la información básica antes determinada, como es la longitud de cada tramo de tubería, diámetro de tubería, definir la fórmula a utilizar para determinar las pérdidas (Hazen-Williams), especificar los nodos en la red con su respectiva cota de nivel y la demanda a servir, cota de embalse, así como la demanda máxima hora y la carga total dinámica.

Capítulo IV. Diseño metodológico

Para la obtención de datos de este estudio se realizarán visitas de campo al lugar, así como la obtención de información mediante las instituciones (Alcaldía Municipal de Ciudad Sandino, ENACAL, Nuevo FISE, entre otros).

4.1 Levantamiento topográfico

La alcaldía del municipio de Ciudad Sandino cuenta con el levantamiento topográfico del proyecto habitacional comandante Silvio Mayorga Delgado, el levantamiento realizado por la municipalidad contiene la información alti - planimétrica del terreno en estudio, así como los derechos de vías de las calles y caminos colindantes a la lotificación, ubicación de postes del servicio de energía eléctrica, bordes, entre otros detalles.

Debido a que la municipalidad realizó modificaciones en el área de influencia ampliando el área se procedió a realizar levantamiento topográfico con estación Leica TS06 plus vinculado con el levantamiento topográfico inicial.

Con el levantamiento topográfico inicial y el actualizado, se procederá a realizar la modelación tridimensional asistido con CIVIL 3D para la obtención de las curvas de nivel. Con la información de la distribución de la lotificación propuesta por la municipalidad, se ubicará en el plano de curvas de nivel y se obtendrán las distancias entre nodos y cotas de nivel en cada nodo.

Los detalles y planos de la lotificación se exportarán en formato “metafile” para su vinculación con la plataforma EPANET V2.0.

4.2 Identificación de la fuente

En el sector se cuenta con un pozo perforado, encontrándose abandonado debido a que las familias del sector Los López fue incluida por la municipalidad en el proyecto de construcción de red de distribución de agua potable en el año 2019, sin embargo, la administración del CAPS no permite la conexión de la lotificación a este red por la capacidad del sistema construido, proponiéndose la utilización de este pozo profundo como fuente de abastecimiento, según la información suministrada por la municipalidad (Estudio hidrogeológico de la comarca La Trinidad – Ciudad Sandino, 2016).

4.3 Evaluación socioeconómica y censo poblacional

Se utilizará el formato de encuesta familia proporcionada por el Nuevo FISE, a las municipalidades para la formulación de proyectos de agua potable y saneamiento a nivel nacional.

La encuesta familia que se utiliza por el Nuevo FISE implica realizar visita casa a casa para el llenado de este formato, sin embargo, debido a que en el área de influencia no se tiene vivienda construida, la municipalidad brindo los expedientes de los beneficiarios con el programa Bismarck Martínez Fase II, los cuales serán los que habitarán la lotificación para finales del año 2021.

4.4 Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable

Definida la red de distribución con la información de la lotificación y la topografía del terreno, se procederá a utilizar la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 09003-09.

4.4.1 Periodo de diseño

Se toma referencia de los datos de periodo de diseño económico para las estructuras de los sistemas de la norma técnica para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09003-99).

4.4.2 Población de diseño

El proyecto habitacional comandante Silvio Mayorga Delgado cumple con los requisitos del Programa Bismarck Martínez a nivel nacional, está destinado a familias de bajos ingresos económicos cuenta con 151 lotes habitacionales, área verde donde se emplazará un parque familiar, así como áreas de comercio y se contempla un lote para la construcción de casa comunal. Para este estudio la población de diseño es establecido por el núcleo familiar asignado por la municipalidad, donde los beneficiados deben cumplir con los requisitos del programa Bismarck Martínez.

4.4.3 Proyección de demanda

Se considera la aplicación de la proyección geométrica (Ecuación 1 – Crecimiento geométrico) para proyectar el consumo actual, referido al periodo de diseño establecido en los acápite anteriores.

4.4.4 Dotación y demanda de agua para consumo

En vista que el proyecto habitacional se encuentra ubicado en la zona rural del municipio, y que el proyecto está dirigido a familias de bajos ingresos económicos, se considera la aplicación de la tabla 1 – Dotación de agua por clasificación de barrios para la ciudad de Managua, zona de alta densidad con una dotación de 150 lpd. A la vez se considera un 7% del CPD como consumo público, debido a que en el área se destinará casa comunal y parque, así como un 7% del CPD

como consumo comercial, estos valores tomados de la tabla 3.2 – Dotación de agua por consumo comercial, industrial y público para la ciudad de Managua y resto del país. El censo poblacional elaborado por la municipalidad refleja una población menor a 5000 habitantes por lo que no se considera caudal contra incendio.

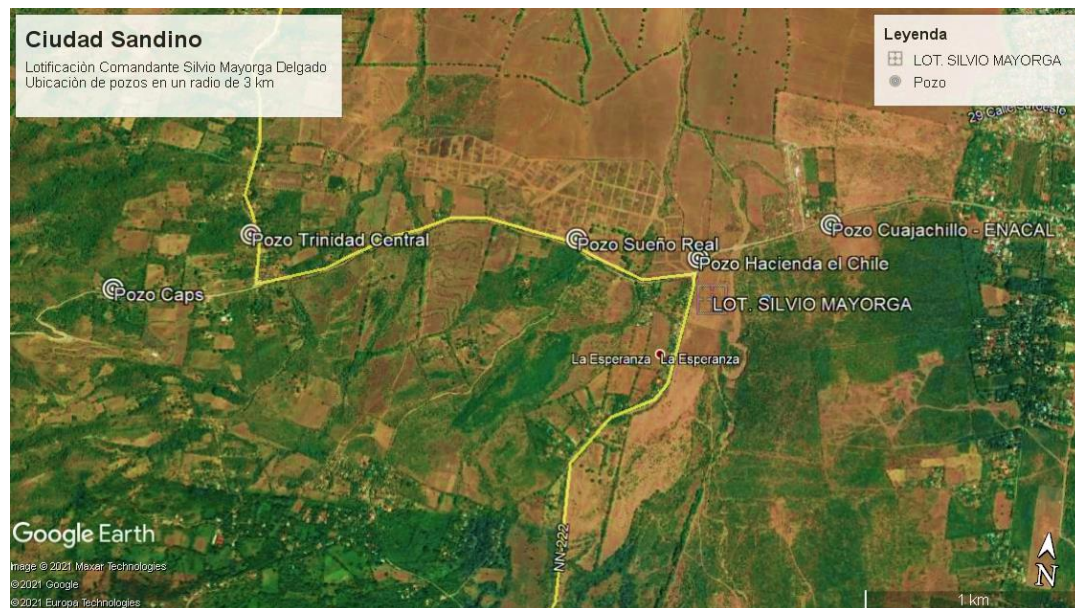
A la vez se incluirán los factores de máxima demanda (demanda máximo día y demanda de la hora máxima) tabla 3.4 – Tabla de factores de máximas demandas y las pérdidas en el sistema (Caudal de fuga).

4.4.5 Aforo y análisis de calidad de agua de la fuente

Con los equipos proporcionados por el Nuevo FISE (GPS, Sonda eléctrica y multiparámetro de 6 parámetros) se procedió a realizar visita a fuentes de abastecimiento en un radio no mayor de 3 (tres) kilómetros ubicados en el siguiente mapa.

Figura 4.1

Ubicación de fuentes cercanas al sitio de estudio



Fuente Google earth – ubicación fuente propia

4.4.5 Diseño de línea de conducción por bombeo

Se trabajará con la información obtenida de la comunidad y estudio hidrogeológico de la comarca La Trinidad –Ciudad Sandino 2016 realizado por ENACAL, se dejará calculado la sobrepresión en la tubería a causa del golpe de ariete, así como los elementos de la sarta y equipo de bombeo. Los diámetros de tubería, velocidad, pérdidas hidráulicas, gradiente hidráulico y presiones residuales se calcularán con el caudal del final del periodo de diseño.

4.4.6 Propuesta de tipo de almacenamiento

Se realizarán las consideraciones establecidas en los manuales de diseño de estanques de almacenamiento internacionales, para este caso se propone un tanque metálico apoyado sobre suelo, ubicado en el sector sureste de la lotificación. Para el dimensionamiento del almacenamiento se considera un volumen compensado del 25% del consumo promedio diario y el volumen de reserva equivalente al 15% del CPD.

4.4.7 Red de distribución

El trazo de la red de distribución se elaborará de tal manera que se obtenga la oferta más económica y eficiente, aplicando las fórmulas básicas de ingeniería y ecuación de continuidad. Para la asignación de gastos se utilizará el método de caudal unitario considerando que para este sistema se propone una distribución de bombeo a la red con tanque en uno de sus extremos (Fuente – Red - Tanque). El análisis hidráulico se realizó a través de método simplificado de Cross y se compararon los datos con los obtenidos en el software EPANET V2.0.

La red propuesta es de tipo mallado, esto por la distribución urbanística de la lotificación que cuenta con calles y avenidas.

4.4.8 Casos de análisis

Al tratarse de un sistema de abastecimiento para un proyecto habitacional, se realizará el siguiente análisis (NTON 09003-09, acápite 7.6.2.2):

- Caso I. Consumo máximo hora con bombeo para el último año del periodo de diseño.
- Caso II. Consumo máximo hora sin bombeo para el último año del periodo de diseño.
- Caso V. Bombeo del consumo máximo día sin consumo en la red.

4.5 Elaboración de planos y especificaciones técnicas

Con la obtención de los resultados del análisis hidráulico en la plataforma del sistema EPANET V2.0, se procede al dibujo técnico de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable cumpliendo con las normativas nacionales e internacionales de construcción de SAAP, los planos se presentarán en formato tamaño Tabloide. A la vez se incluye en los planos las especificaciones técnicas de los trabajos y materiales a utilizar para la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable.

4.6 Elaboración de presupuesto

Los alcances de obras se determinan en base a los planos desarrollados, el presupuesto para este estudio se presenta con el formato establecido por el departamento de formulación, seguimiento y evaluación de proyectos de la municipalidad de Ciudad Sandino; los precios de materiales, transporte y mano de obra son tomados del mercado actual en el municipio con el objetivo de dejar establecido a la municipalidad una proyección de costos para la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable.

Capítulo V. Cálculos y presentación de resultados

5.1 Estudio socioeconómico

5.1.1 Población

Con los datos obtenidos de los expedientes de protagonistas para el programa Bismarck Martínez fase II que serán los habitantes de la lotificación Cdte. Silvio Mayorga se determina que la población a habitar es de 151 familias, donde el núcleo familiar es de 3 a 4 integrantes, sin embargo, para garantizar el óptimo funcionamiento del sistema y tener un factor de seguridad en el sistema de abastecimiento se estable un índice de 6 integrantes por familia, para un total de 906 habitantes. A la vez podemos exponer la siguiente información.

5.1.2 Distribución de la población por edad y sexo

Figura 5.1

Distribución de la población por genero

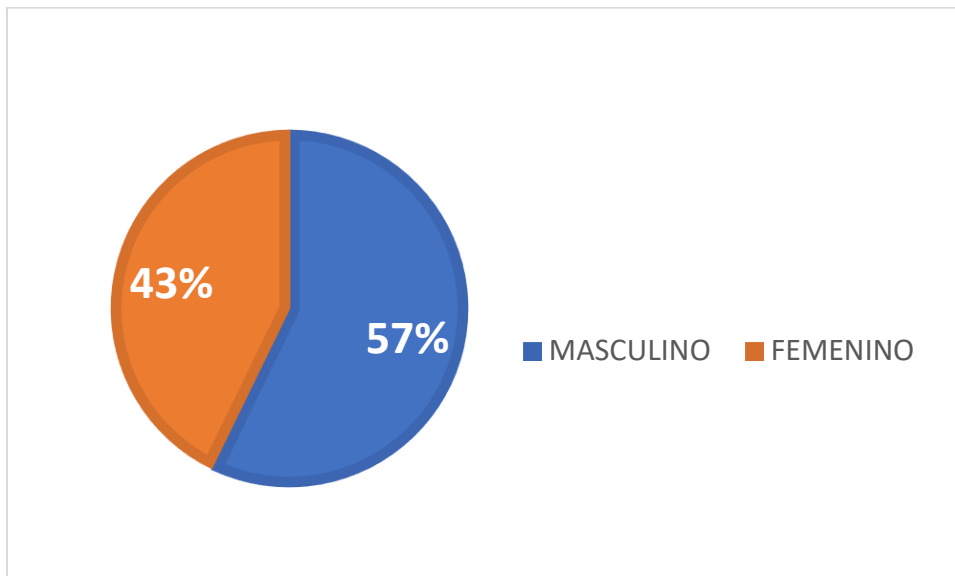
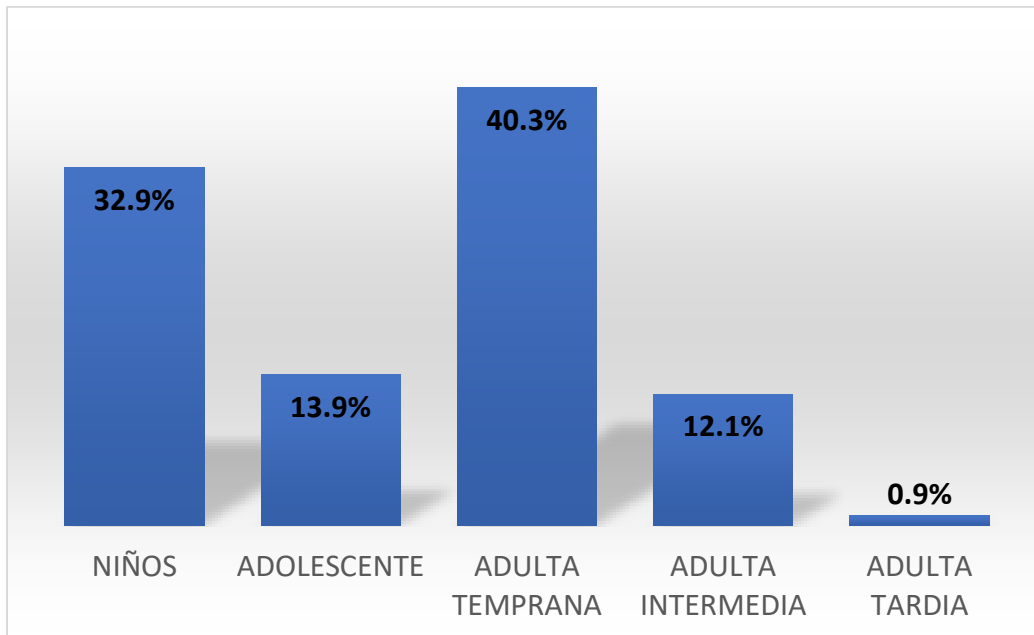


Figura 5.2

Rango de edad

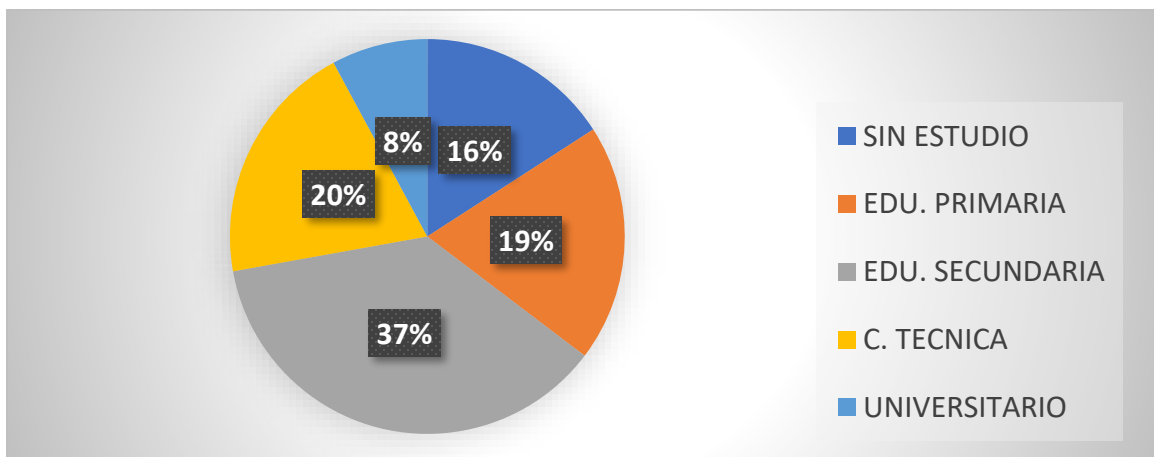


Se considera una distribución pareja con un total de 516 hombres y 390 mujeres. Los grupos mayores de habitantes corresponden a niños entre 0 – 12 años y adultez temprana entre 20 y 40 años.

5.1.3 Distribución de la población por educación

Figura 5.3

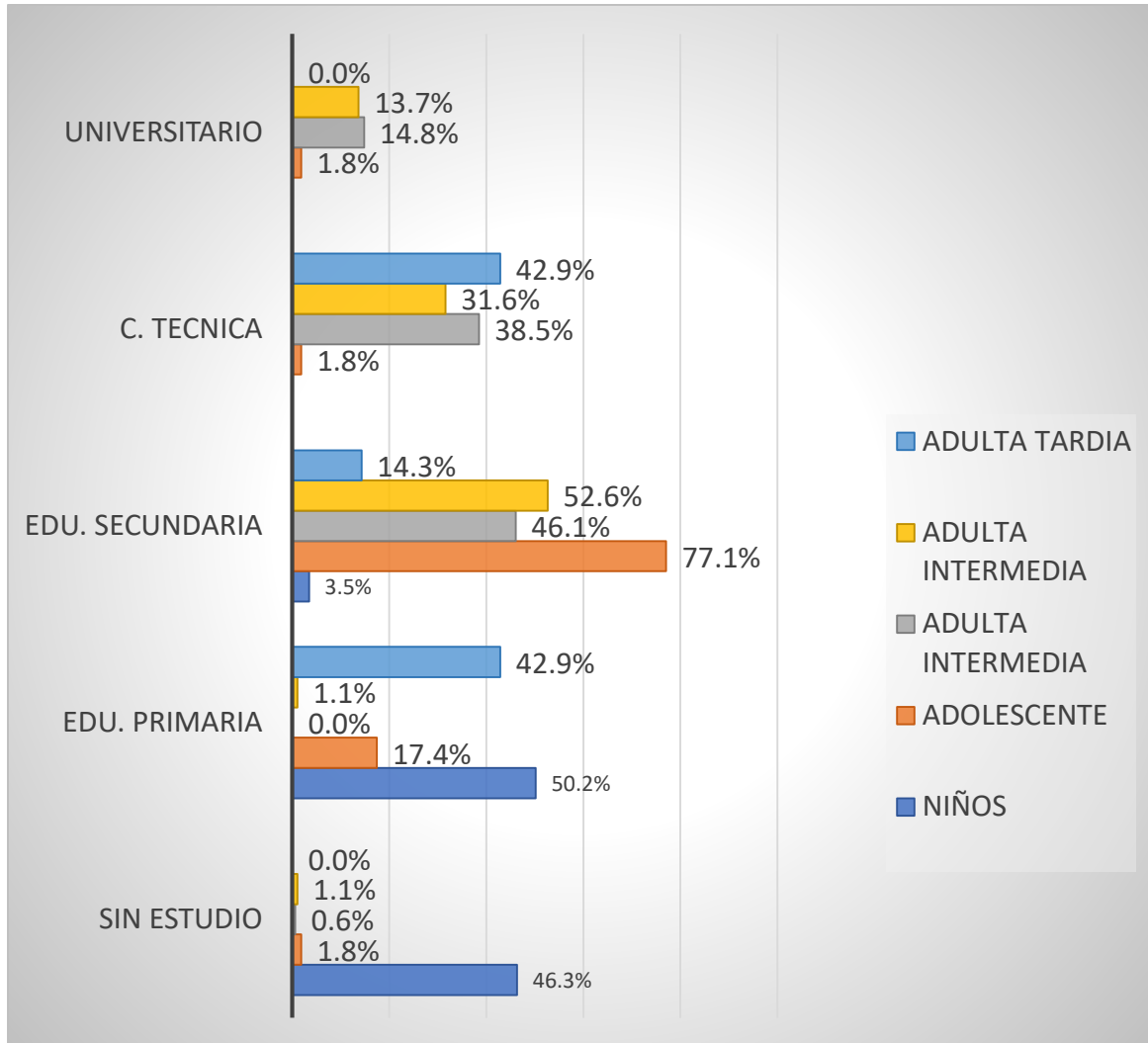
Rango educación



La grafica indica que un grupo mayor de pobladores correspondientes al 37% tienen una educación secundaria.

Figura 5.4

Rango de edad y escolaridad



Analizando el resultado de la gráfica con respecto a las encuestas realizadas se tiene que aclarar que el porcentaje de personas sin estudios correspondientes a niños conciernen a niños menores de 6 años. Por otra parte, el porcentaje de personas con estudios secundarios y estudiando actualmente, corresponde a un

77.1%, lo que indica que la mayor parte de los beneficiados adolescentes son estudiantes activos, también se determina que existe un porcentaje representativo de personas con carreras técnicas.

Figura 5.5

Rango de edad laboral

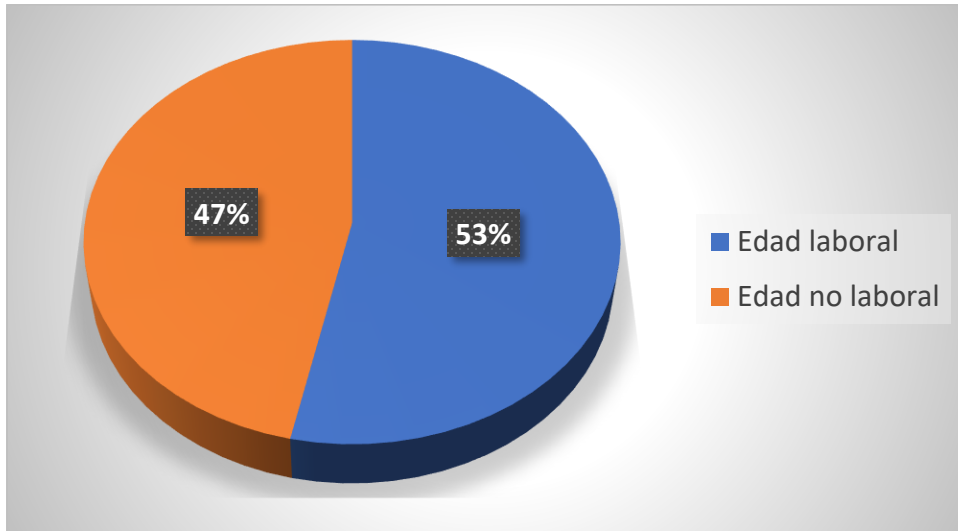


Figura 5.6

Situación laboral

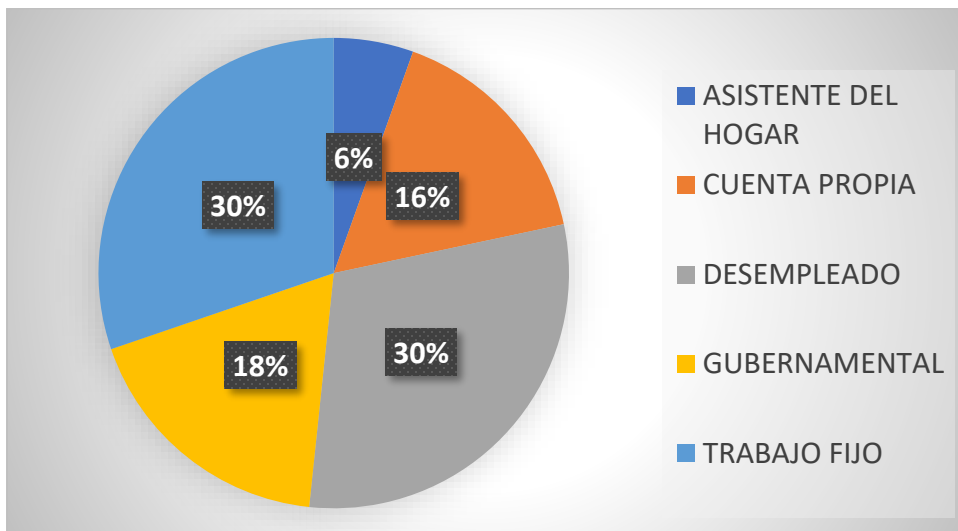
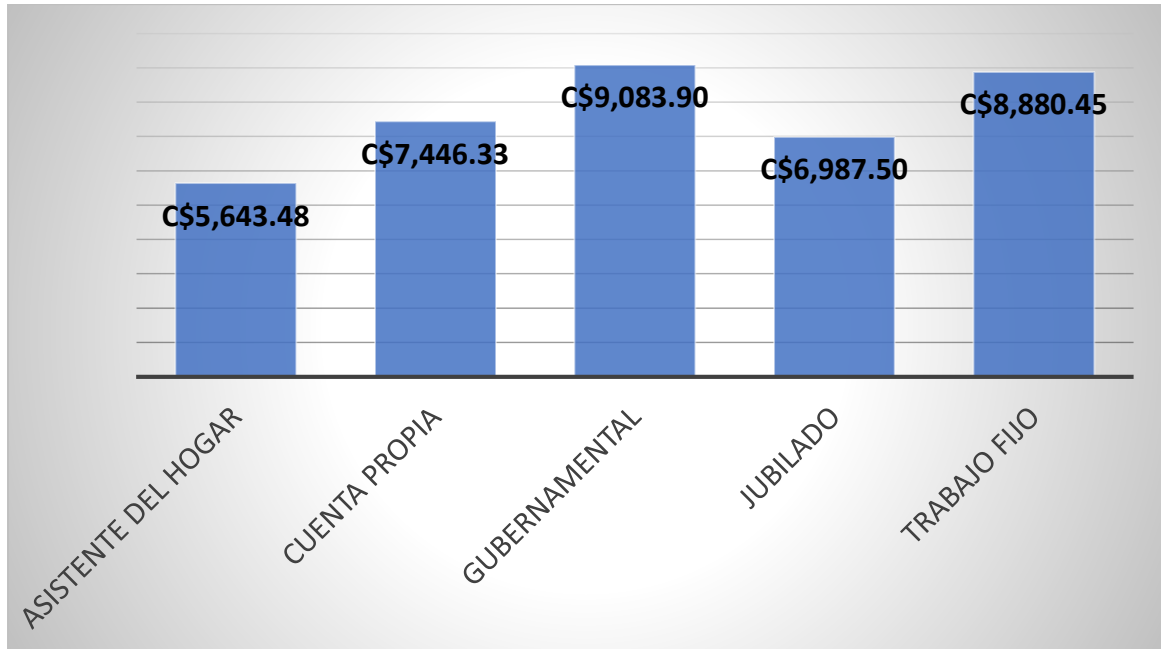


Figura 5.7

Promedio de ingreso mensual



Con las gráficas anteriores determinamos que el 53% de los encuestados cuenta con edad laboral, esto corresponde a 481 personas, de esta cantidad el 70% cuenta con un trabajo que les genera ingresos con un promedio mensual de C\$ 7,600.00 (Siete mil seiscientos córdobas).

5.2 Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable

A continuación, se procede a elaborar la memoria de cálculo para el sistema de abastecimiento de agua potable (fuente – red – tanque), para ello se detallará el cálculo descriptivo para el periodo final de diseño, y al final de este título se adjuntarán tablas de resumen de los cálculos realizados.

5.2.1 Proyección de población

Se aplica método de crecimiento geométrico con una tasa de crecimiento r : 4%, y un periodo de diseño de 25 años según Figura 2 – Periodo de diseño económico para las estructuras de los sistemas, sustituyendo estos datos en la ecuación 1 – proyección geométrica, obtenemos:

$$P_n = 906 \times (1 + 4\%)^{25} = 2,415 \text{ habitantes}$$

5.2.2 Dotaciones y demanda de agua para consumo

5.2.2.1 Consumo doméstico

Basados en la tabla 1 de este documento se establece para este estudio una dotación para consumo doméstico de 150 litros por habitante por día (150 l/hab/día), con el resultado de la ecuación 1- Proyección geométrica y sustituyendo en ecuación 2 – Consumo doméstico, obtenemos:

$$CD = \frac{2,415 \text{ hab} \times 150 \text{ l/hab/día}}{86400 \text{ día/seg}} = 4.19 \text{ lps}$$

5.2.2.2 Consumo comercial, industrial y público

Dado los datos de la tabla 2 de este documento se trabajará con un porcentaje del 7% del consumo doméstico para los datos de consumo comercial y público, por lo que sustituyendo en la ecuación 3 – Consumo especial, obtenemos:

$$C_{esp} = 4.19 \times (7\% + 7\% + 0) = 0.59 \text{ lps}$$

Nota: Consumo industrial no aplica, la lotificación no contempla áreas destinadas para el establecimiento de áreas industriales.

5.2.2.3 Agua para incendios

La proyección de población indica que se espera tener un crecimiento poblacional menor a 5000 habitantes por lo que basados en la tabla 3 del documento no se considera la aplicación del caudal para incendios en este estudio.

5.2.2.4 Consumo promedio diario

El consumo promedio diario corresponde a la suma del consumo doméstico, consumo especial (público, comercial), sustituyendo en la ecuación 4 – Consumo promedio diario, obtenemos:

$$CPD = 4.19 + 0.59 = 4.78lps$$

5.2.2.5 Caudal de fuga o pérdidas en el sistema

Este dato viene dado por un porcentaje indicado en NTON 0900399 art. 2.6 aplicado al consumo promedio diario, por lo que sustituyendo en ecuación 5 – Caudal de fuga, el resultado es:

$$Q_{fuga} = 20\% \times 4.78lps = 0.96lps$$

5.2.2.6 Factores de máximas demandas

El consumo máximo diario utilizado para determinar la producción de agua requerida que debe de brindar la fuente de abastecimiento para su selección, la potencia de la bomba a utilizar, la dimensión (diámetro) de tubería a utilizar en la línea de conducción lo obtenemos con la ecuación 6 – Consumo máximo día.

$$CMD = (4.78 \times 150\%) + 0.96 = 8.13lps$$

El consumo máximo horario determinado para la red de distribución lo obtenemos a través de la ecuación 7 – Consumo máximo hora.

$$CMH = (4.78 \times 250\%) + 0.96 = 12.91 lps$$

Se anexa tabla de cálculos donde se determina la proyección de población por año para un periodo de 25 años. (Ver anexo B – Tabla proyección de demanda y consumo).

5.2.3 Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento para este sistema es un pozo que será explotado por un sistema de bombeo eléctrico. El pozo a perforar está ubicado en las coordenadas UTM N: 569547, O: 1340704, con un caudal de bombeo en estación seca de 400gpm. Para este estudio se utilizó como referencia adicional las pruebas de bombeo y características de los pozos cercanos realizados por JICA para ENACAL en el 2015.

Tabla 5.1

Características de pozos cercanos

Pozo	Caudal	Descenso	NEA	NDA	CE	Distancia al pozo metros
	Gpm	Pies	Pies	Pies	Gpm/pie	
Cuajachillo #2	400	112	344	456	4.25	-
Cuajachillo #1	523	ND	ND	380	ND	875.76
Trinidad #1	709	44	219	263	16.11	2,943.08
Trinidad #1	691	30	247	277	23.03	2,556.20

Fuente: Informe de estudio hidrogeológico de pozo de Cuajachillo #2 (Enacal)-2015

5.2.3.1 Profundidad de perforación de pozo

La profundidad total de un pozo es la sumatoria de los siguientes parámetros

5.2.3.2 Profundidad del agua subterránea (Nivel estático)

La profundidad de las aguas en el sitio de estudio se encontró a **344 pies equivalente a 104.85m.**

5.2.3.3 Descenso del nivel de agua subterránea

Basados en el resultado de prueba de bombeo adjunto con un CE: 4.25 gpm/pie se establece el descenso de **30.35 pies equivalente a 9.25 m.**

5.2.3.4 Longitud de rejilla

La longitud de rejilla recomendada para pozos con un espesor de acuífero menor a 8 metros corresponderá a un 70% del espesor del acuífero, para un espesor entre 8 y 15 metros se enrejillará un 75%, para espesores de mayores de 15 se enrejillará no menos del 80%, por tanto, la longitud de rejilla recomendado es de 27.31 m equivalentes a 89.60 pies. Determinado el diámetro óptimo del ademe del pozo según la siguiente tabla.

Tabla 5.2*Diámetros recomendados de pozo*

Producción prevista del pozo (m³/min)	Diámetro nominal de los tazonos de la bomba en cm	Diámetro optimo del ademe del pozo en cm	Mínimo diámetro de ademe en cm
Menos que 0.4	10.0	15.0 ID	12.5 ID
0.3 a 0.7	12.5	20.0 ID	15.0 ID
0.6 a 1.5	15.0	25.0 ID	20.0 ID
1.3 a 2.5	20.0	30.0 ID	25.0 ID
2.3 a 3.4	25.0	35.0 OD	30.0 ID
3.2 a 5.0	30.0	40.0 OD	35.0 OD
4.5 a 6.8	35.0	50.0 OD	40.0 OD
6.0 a 12.0	40.0	60.0 OD	50.0 OD

Fuente: El agua subterránea y pozos, Tabla XXIII.

La longitud de rejilla se verifica con la velocidad de admisión, según el área de abertura de la rejilla a utilizar y el caudal de extracción, por tanto, al usar una rejilla #40 con un área de captación de **51 pulg²/pie equivalente a 0.108m²/m**, por tanto:

$$1.5\text{cm/seg} \leq v_e = \frac{q}{\text{área abierta total}} \leq 3\text{cm/seg} \quad \text{Ecuación 15 – Velocidad de admisión}$$

$$\text{área abierta total} = (0.108 \text{ m}^2/\text{m}) \times (27.31\text{m}) = 2.95\text{m}^2$$

$$v_e = \frac{0.0081 \text{ m}^3/\text{seg}}{2.95\text{m}^2} = 0.003 \text{ m/seg} \approx 0.3\text{cm/seg}$$

Se disminuye la longitud de rejilla hasta un 25% del espesor del acuífero para reducir el área de entrada, con una rejilla No. 10 dando como resultado

$$v_e = \frac{0.0081 \text{ m}^3/\text{seg}}{\left(\frac{0.059\text{m}^2}{\text{m}}\right) \times (34.14\text{m} \times 25\%)} = 0.0161 \text{ m/seg} \approx 1.60\text{cm/seg}$$

Por tanto, la longitud de rejilla es igual a **8.54m equivalente a 28ft.**

Tabla 5.3*Áreas abiertas de rejillas Johnson del tipo telescópico*

Diámetro de la rejilla en pulgadas	Área de captación por pie lineal de rejilla en pulgadas cuadradas						
	Abertura a No. 10	Abertura a No. 20	Abertura a No. 40	Abertura a No. 60	Abertura a No. 80	Abertura a No. 100	Abertura a No. 150
3"	10	19	32	42	43	55	65
4"	14	26	44	57	58	74	88
5"	18	33	55	72	73	94	112
6"	21	39	65	85	87	111	132
8"	28	51	87	113	116	131	160
10"	36	65	110	143	147	166	203
12"	42	77	130	170	174	180	223
14" OD	38	71	123	163	177	198	251
15" OD	39	76	132	175	190	217	268
16" OD	35	69	123	164	171	198	250
18" OD	39	78	139	186	193	224	283
20" OD	47	88	156	209	218	252	318
24" OD	46	87	158	217	266	307	389
26" OD	49	91	166	227	278	321	406
30" OD	57	108	192	268	239	379	480
36" OD	65	124	224	307	376	434	550

Fuente: Tabla XXV Johnson.

5.2.3.5 Descenso regional

No se tiene registro del descenso en periodo de invierno debido a que la prueba de bombeo se realizó en el mes de mayo. Por lo que estableceremos un descenso de **11 pies**. Esto referido a resultados de estudios de las “variaciones de los niveles estacionales del agua subterránea y propiedades hidráulicas de las unidades geológicas que se comportan como acuífero en el área oeste de Managua”, elaborado en 2012 en el departamento de Managua.

5.2.3.6 Variación estacionaria

Se toma del informe hidrogeológico de la comarca La Trinidad – Ciudad Sandino donde expresa una variación estacionaria de **5 pies equivalente a 1.52m**.

5.2.3.7 Sumergencia de la bomba

Para la ubicación del equipo de bombeo se proponen un descenso de **20 pies**.

5.2.3.8 Depósito sedimentador

Se ubicará un tramo de **20 pies** ubicado al final del pozo.

Con lo anterior descrito da como resultado la siguiente información (Ver Anexo C – Juego de planos - Detalle de sarta, pozo y perfil longitudinal de línea de conducción, hoja 03/06).:

Profundidad total del pozo de **458.4 pies equivalentes a 139.72m**.

Nivel Estático del agua (NEA): **344 pies equivalente a 104.85m**.

Nivel dinámico del agua (NDA): **399.35 pies equivalente a 121.72m**.

Nivel de bomba: **410.35pies equivalente a 125.07m**.

Con un régimen de bombeo de 16 horas y un caudal de 129Gpm tendremos un caudal de bombeo de:

$$Q_b = \frac{24}{16} \times 129Gpm = 193.50Gpm$$

Con este dato revisamos el descenso de abatimiento que sería igual a 45 pies.

Diámetro de descarga

Aplicando la fórmula de Bresse $D = 1.3 \frac{N^{1/4}}{24} \sqrt{Q}$

Dando como resultado un diámetro de

$$D = 1.3 \times \frac{16^{1/4}}{24} \times \sqrt{0.0081m^3/s} = 0.10m \approx \mathbf{4pulg}$$

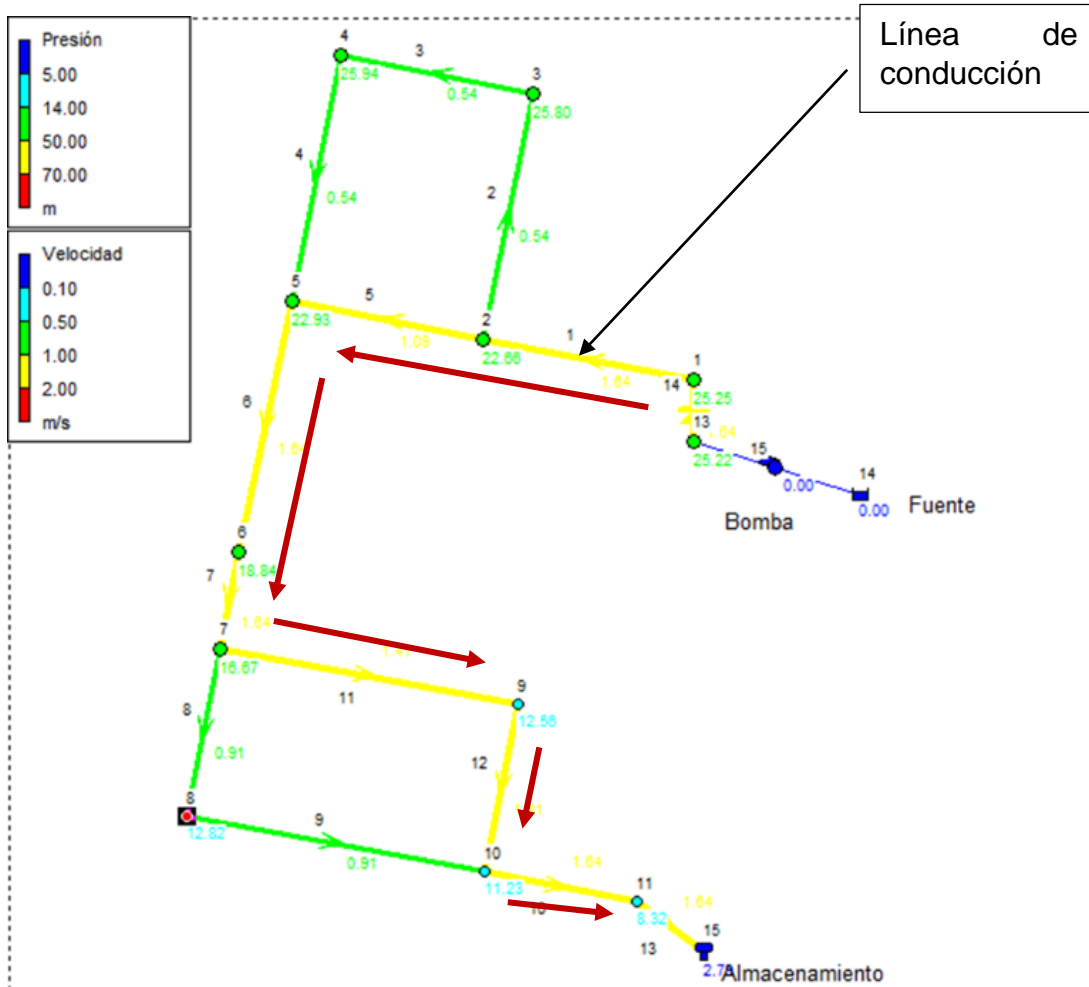
Basado en tabla 7 de este documento tenemos que el diámetro para la columna del pozo recomendado es de 6 pulgadas. Sin embargo, se realiza análisis de la línea de conducción y la carga total dinámica para verificar el diámetro óptimo de la columna de bombeo, sarta de bombeo y línea de conducción.

5.2.3.9 Carga total dinámica (CTD)

Haciendo un análisis preliminar asistido por el software EPANET V2.0, se obtiene la siguiente información.

Figura 5.8

Línea de conducción



Fuente: Elaboración propia

Definida la línea de conducción, sarta y columna de bombeo se determinan las pérdidas en columna de pozo, en la sarta de bombeo y en la tubería de la línea de conducción.

5.2.3.10 Pérdida de carga en columna de pozo

Tipo de material: Hierro fundido

C: 130. Tabla 10.

Diámetro de columna: 4 pulgadas.

Longitud de columna: 125.07 metros.

Con la fórmula de Hazen & Williams obtenemos el factor de pérdida de carga (m.c.a/m):

$$J = 10.665 \times \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.869}} = 0.0128 \text{ m.c.a./m}$$

Dando como resultado

$$h_{f_{col}} = 0.0128 \left(\frac{\text{m.c.a.}}{\text{m}} \right) \times 125.07 \text{ m} = \mathbf{1.60 \text{ m.c.a}}$$

5.2.3.11 Pérdida de carga en accesorio de sarta

La sarta a instalar se compondrá de elementos de hierro fundido con uniones roscadas.

Tipo de material: Hierro fundido

C: 130. Tabla 10.

Diámetro de sarta de bombeo: 4 pulgadas.

J= 0.0128 m.c.a/m

Los valores de longitud equivalente son seleccionados de la tabla 7.6 – longitudes equivalentes a pérdidas locales (en metros de tubería de hierro fundido), manual de hidráulica, Azevedo Netto, M. F y F. R. de Araujo.

Tabla 5.4*Longitud equivalente por accesorio en sarta de bombeo*

Accesorio	Cantidad (c.u)	Long. Equivalente (m)	Long. Total equivalente (m)
Curva larga 90°	01	2.10	2.10
Curva larga 45°	02	0.70	1.40
Medidor de flujo	01		
Tee	02	6.70	13.40
Válvula check	01	6.40	6.40
Válvula de compuerta (abierta)	01	0.70	0.70
Total, longitud equivalente (m)			24.00

Pérdida de carga de medidor de flujo: **0.71 m.c.a** (ficha técnica – Medidor de flujo, de hierro dúctil, diámetro 4 pulgadas, DN100).

$$h_{f_{\text{accesorios}}} = 0.0128 \left(\frac{m.c.a}{m} \right) \times 24.00m$$

$$h_{f_{\text{accesorios}}} = 0.31m.c.a + 0.71 m.c.a = \mathbf{1.02 m.c.a}$$

5.2.3.12 Pérdida de carga en línea de conducción

Con la línea de conducción definida se obtienen los siguientes datos:

Longitud de línea de conducción: 627.74m.

Material de tubería: PVC.

C: 150.

Diámetro: 4 pulg.

Con la fórmula de Hazen & Williams obtenemos el factor de pérdida de carga (m.c.a /m):

$$J = 10.665 \times \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.869}} = 10.665 \times \frac{0.0081^{1.852}}{150^{1.852} \times 0.10^{4.869}} = 0.0009 \text{ m.c.a/m}$$

Dando como resultado

$$h_{f_{col}} = 0.0009 \left(\frac{\text{m.c.a}}{\text{m}} \right) \times 627.74 \text{ m} = \mathbf{0.57 \text{ mca}}$$

5.2.3.13 Pérdida de carga en accesorios de línea de conducción

La línea de conducción se acoplará a la sarta de bombeo, y se instalarán accesorios PVC, con junta de campana cementada.

Tipo de material: PVC

C: 150. Tabla 10

Diámetro de línea de conducción: 4 pulgadas

J= 0.0009 m.c.a/m

A continuación, se detallan los tipos y cantidades de accesorio considerados en la línea de conducción.

Tabla 5.5

Longitud equivalente por accesorio en línea de conducción

Accesorio	Cantidad (c.u)	Long. Equivalente (m)	Long. Total equivalente (m)
Codo 90°	04	7.21	28.84
Codo 45°	03	3.18	9.54
Tee	02	14.20	28.40
Válvula de compuerta (abierta)	01	1.48	1.48
Total longitud equivalente (m)			68.26

$$h_{f_{\text{accesorios}}} = 0.0009 \left(\frac{\text{m.c.a}}{\text{m}} \right) \times 68.26\text{m}$$

$$h_{f_{\text{accesorios}}} = 0.061 \text{ m.c.a}$$

con los datos anteriores se define:

Tabla 5.6

Pérdida de carga por accesorio

Descripción	Pérdida de Carga
Pérdida de carga en columna de pozo	1.60 m.c.a
Pérdida de carga en accesorio de sarta	1.02 m.c.a
Pérdida de carga en línea de conducción	0.57 m.c.a
Pérdida de carga en accesorios de línea de conducción	0.06 m.c.a
Pérdida Total	3.25 m.c.a

Nivel de la bomba: 125.07m.

Altura geométrica: 18.88m.

Carga total dinámica: 125.07m + 18.88m + 3.25m

CTD: 147.20m equivalente a 482.94pies

5.2.3.14 Potencia de la bomba

Los equipos de bombeo se diseñan para una vida útil de diez a quince años, con un horizonte de diseño de 25 años, en este documento se propone determinar la potencia de dos equipos, el primero se determinará para el caudal de 4.51lps proyectado en el año 10, y el segundo equipo para el año 25 años con un caudal de **8.13lps**.

Determinando el caudal unitario, con un régimen de bombeo de 16 horas tenemos:

$$Q_{\text{unitario}} = \frac{24}{16} \times 8.13 \text{ lps} = 12.20 \text{ lps} \approx \mathbf{193.39 \text{ GPM}}$$

$$P_{\text{bomba}} = \frac{193.39\text{gpm} \times 482.94\text{pies}}{3960 \times 0.60} = \mathbf{39.31 \text{ HP}}$$

5.2.3.15 Potencia del motor

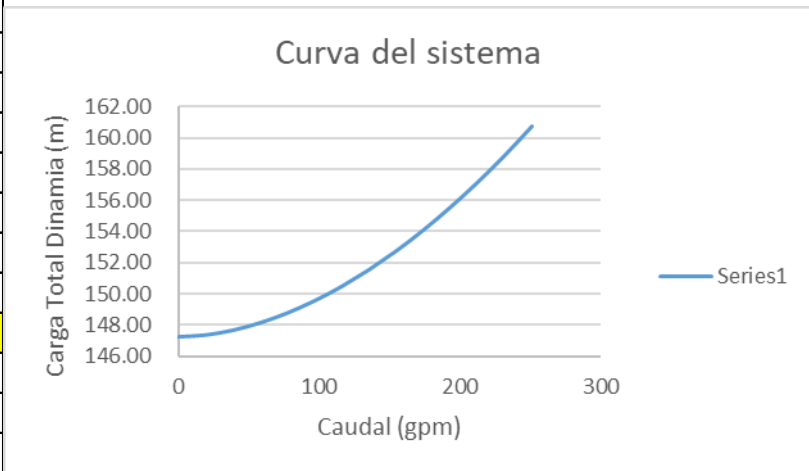
$$P_{motor} = 1.15 \times P_{bomba} = 45.21 \text{ HP} \approx 50\text{HP}$$

Con los datos anteriores procedemos a graficar la curva del sistema y la curva de la bomba para la selección de la bomba a utilizar.

Figura 5.9

Curva del sistema

H (m)	Q (gpm)
147.20	0
147.32	19.3395
147.62	38.679
148.10	58.01849
148.73	77.35799
149.51	96.69749
150.44	116.037
151.50	135.3765
152.71	154.716
154.05	174.0555
155.53	193.395
157.14	212.7345
158.88	232.074
160.74	251.4135

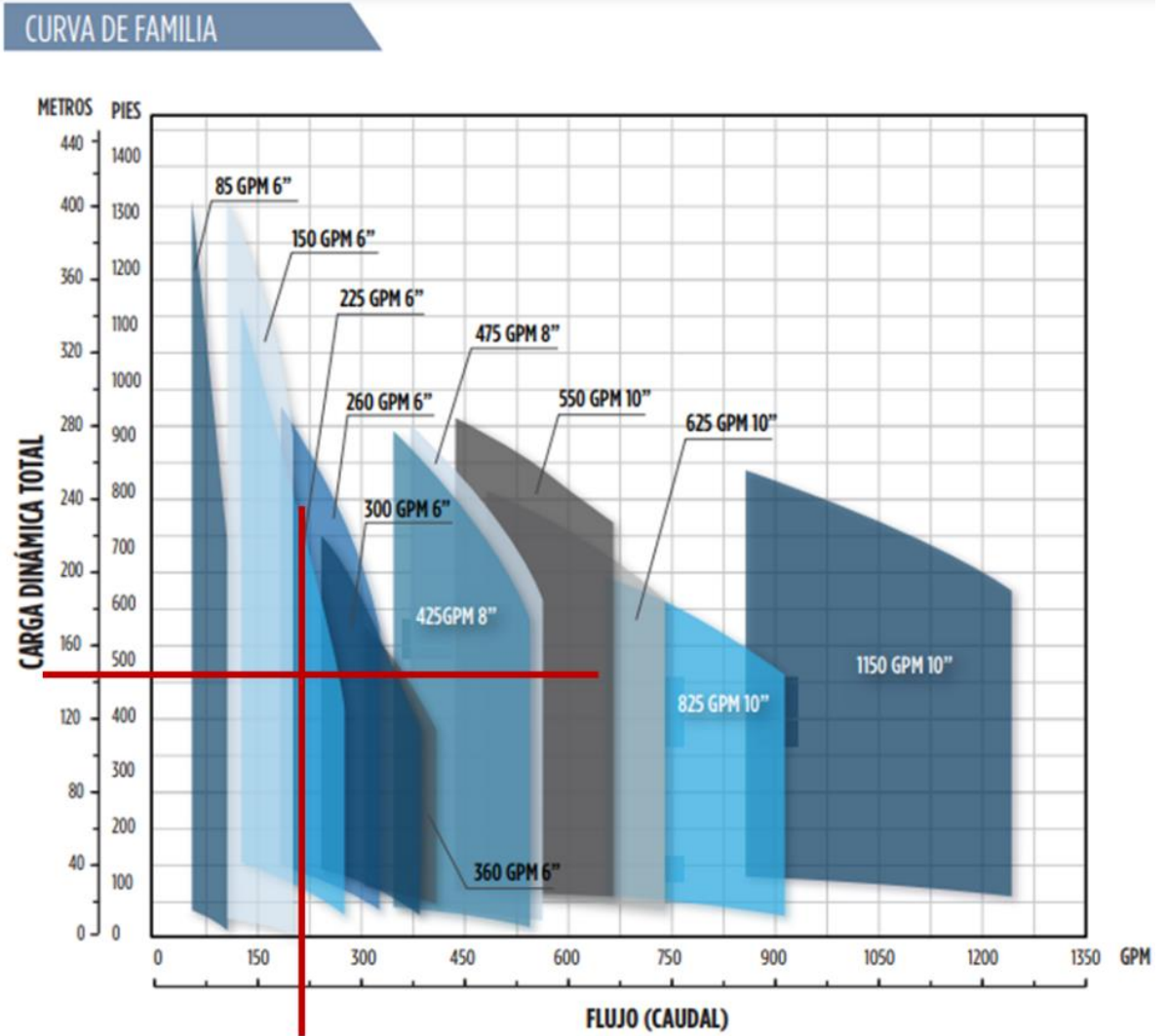


Fuente: Elaboración propia

Graficando en la curva de familias de bombas sumergibles (Catálogo Franklin Electric) se obtiene la familia de bomba sumergible recomendada.

Figura 5.10

Curva de familia (Bombas Franklin E)

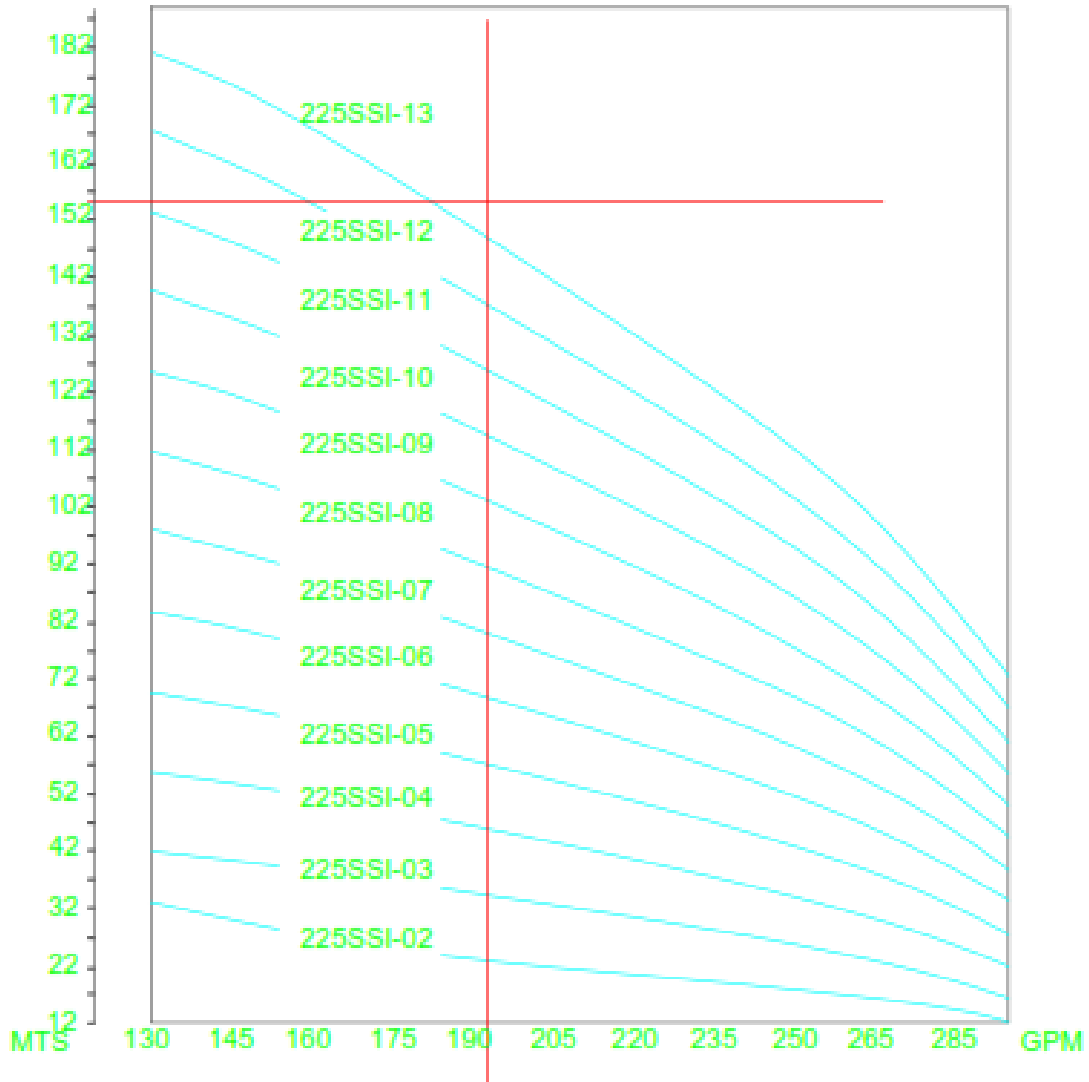


Fuente: Catálogo Franklin Electric

Seleccionamos la serie 225GPM6", y buscamos en la curva de la serie.

Figura 5.11

Curva del grupo de bombas

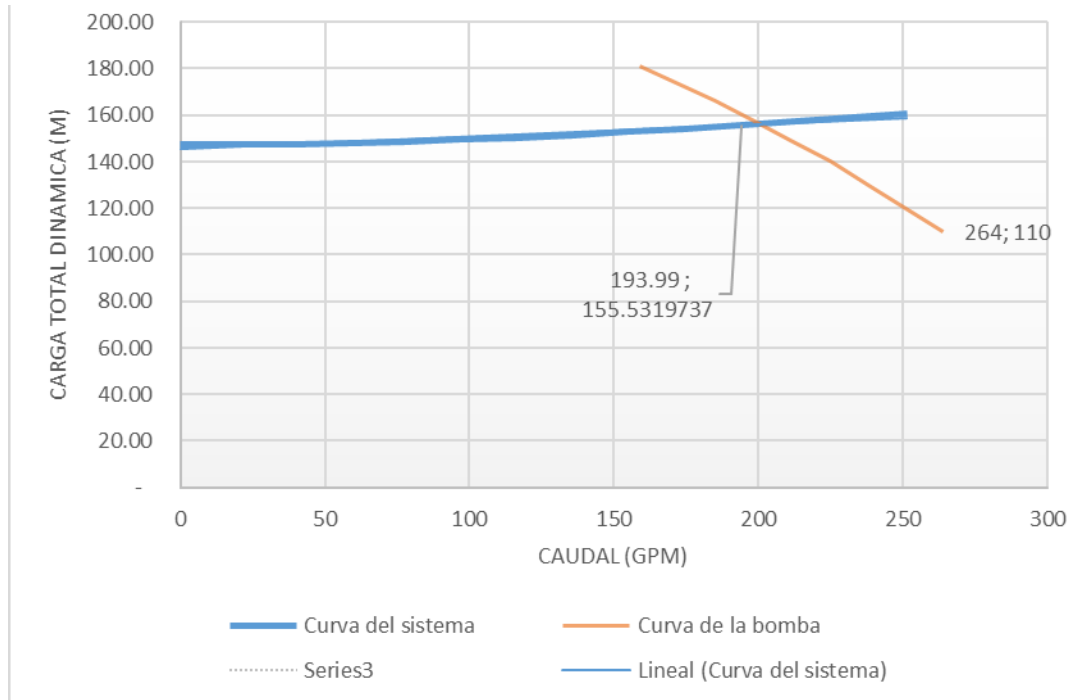


Fuente: Catálogo Franklin Electric

Graficamos la curva del sistema con la curva de la bomba para determinar el punto de operación de la bomba.

Figura 5.12

Punto de operación de la bomba



Fuente: Elaboración propia

La bomba con un caudal de bombeo de 194gpm, trabajando con una altura de 155.53m.c.a.

Utilizando el catálogo de bombas sumergibles Franklin Electric, seleccionamos la bomba 225SSI40F66-1464, con las siguientes características.

Modelo	225SSI40F66-1464	Potencia (HP)	40
D. descarga	4 pulg.	Etapas	14
H max (mca)	181.00	D. tazones:	6 pulg
H min (mca)	110.00	Q max (gpm)	264.00
		Q min (gpm)	159.00

Se adjunta datos de bomba sumergible a utilizar los primeros 10 años del proyecto.

Tipo de bomba		Potencia (HP)	20.00
Modelo	150SSI20F66-1363	Etapas	13
D. descarga	3 pulg.	D. tazones:	6 pulg
H max (mca)	160.00	Q max (gpm)	106.00
H min (mca)	98.00	Q min (gpm)	185.00

5.2.4 Diseño hidráulico de la línea de conducción

La línea de conducción parte de la estación de bombeo (sarta de bombeo) se interna en la red de distribución de la lotificación y se dirige hacia el tanque de almacenamiento, la tubería de la línea de conducción será PVC SDR 26, con un diámetro de cuatro pulgadas (4 pulg), definida la línea de conducción en el subtítulo anterior (Carga total dinámica) y con una longitud de 627.74 metros. A continuación, se revisan los criterios de velocidad y golpe de ariete.

Tabla 5.7

Datos línea de conducción

Concepto	Red - estación de bombeo
Longitud	627.74mts
Tipo de tubería	PVC
C (Hazen-William)	150
D. externo	114.30 mm
Espesor pared	4.39 mm
D. interno	109.91 mm
Área	0.0093 m ²
Presión hidrostática	160 psi

5.2.4.1 Velocidad

Con la ecuación de continuidad obtenemos la velocidad, definido el caudal de bombeo y el diámetro propuesto de la tubería.

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times (0.0122 \text{ m}^3/\text{seg})}{\pi \times 0.109^2} = 1.31 \frac{\text{m}}{\text{seg}} < 1.50 \text{ m/s ok}$$

Cumple con rango de velocidades permisibles de NTON 09003-99, art. 7.11.4

Velocidad mínima < 1.50m/s.

Velocidad máxima: 5.0 (PVC).

Velocidad mínima: 0.60m/s.

5.2.4.2 Golpe de ariete

El golpe de ariete se define con las siguientes fórmulas y datos:

Velocidad del flujo = 1.31 m/seg.

Constante de gravedad = 9.81 m/seg²

5.2.4.3 Celeridad (a)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.30 + K \times \frac{D}{e}}}$$

Donde:

Los valores de k se definen a continuación

K= 0.50	Tubos de acero	K= 5.00	Tubos de concreto armada
K= 1.00	Tubos de hierro fundido	K= 18.00	Tubos de plástico
K= 3.00	Tubos de asbesto cemento		

Sustituyendo tenemos:

$$a = 443.20 \text{ m/seg}$$

5.2.4.4 Velocidad de la onda

$$V_{\omega} = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{K \times d}{e \times E}}} = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{(2 \times 10^8) \times 0.1099}{0.0044 \times (2.81 \times 10^8)}}} = 327.695m/seg$$

5.2.4.5 Tiempo de parada

Determinamos el tiempo critico o tiempo requerido para el cierre de la válvula para evitar el golpe de ariete.

$$t_c = \frac{2L}{V_{\omega}} = \frac{2 \times 627.74m}{327.695m/seg} = 3.83seg$$

5.2.4.6 Longitud crítica

La longitud critica está en dependencia del tiempo y la celeridad a través de la ecuación de Michaud.

$$L_c = \frac{a \times t_c}{2} = \frac{443.20 \times 3.83}{2} = 848.73m$$

5.2.4.7 Carga por sobrepresión de golpe de ariete

Ya que $L < L_c$ calcularemos el golpe de ariete con la ecuación de Michaud.

Para un tiempo T definido con la ecuación de Mandiluce.

$$H_{golpe} = \frac{2 \times L \times V}{g \times T} = \frac{2 \times 627.74 \times 1.03}{9.81 \times 3.83}$$
$$H_{golpe} = 43.77 m$$

5.2.4.8 Altura geométrica

$$H_g = Cota_{tanque} - Cota_{estación\ bombeo}$$

$$H_g = 71.412 - 52.533 = 18.879m$$

$$\mathbf{H_g = 18.879m}$$

5.2.4.8 Altura manométrica

$$H_m = H_g + H_p \text{ línea conducción}$$

$$H_m = 18.879 + 0.63 = 19.509m$$

$$\mathbf{H_m = 19.509m}$$

5.2.4.9 Presión máxima

$$P_{max} = H_{golpe} + H_g + H_m$$

$$H_m = 43.77 + 18.879 + 19.509 = 82.16m$$

$$\mathbf{H_m = 82.16mca \approx 117.36psi}$$

Con este dato elegiremos la válvula de retención con un tiempo de cierre menor al tiempo de parada o tiempo crítico, para evitar el exceso de presión por golpe de ariete de 117.36 psi, a la vez se podemos utilizar tubería PVC SDR 26, con una resistencia mayor a la presión máxima determinada anteriormente.

5.2.5 Dimensionamiento de tanque de almacenamiento

Se utilizará un tanque sobre suelo, estará ubicado en la cota 180 del nivel de terreno, con las coordenadas 569500.60, 1340544.74.

5.2.5.1 Volumen del tanque

Para el dimensionamiento del tanque se consideraron los siguientes parámetros.

Volumen compensador para poblaciones menores a 20,000 habitantes.

$$V_{comp} = CPD \times 25\% = 4.78lps \times 25\% \times 86.4 = \mathbf{103.25m^3}$$

Volumen para reserva de eventualidades y/o emergencia

$$V_{reserva} = CPD \times 15\% = 4.78lps \times 15\% \times 86.4 = \mathbf{61.95m^3}$$

Para este sistema se contempló el uso de bomba sumergible con un régimen de bombeo de 16 horas, por tanto, el tanque de almacenamiento debe de garantizar cubrir la demanda de las horas faltantes del día, es necesario analizar el horario de bombeo, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

Régimen de bombeo de 16 horas comprendido entre las 4:00 am y las 8:00pm donde el consumo de agua equivale al 100% del consumo máximo hora.

Entre las 8:00pm y las 10:00pm (2 horas) se considera un consumo del 100% del máximo hora.

Entre las 10:00pm y las 4:00pm (6 horas) el consumo se considerará cero.

Estas tres consideraciones deberán ser analizadas con el sistema operando para graficar la curva de variaciones horarias y la curva de consumos acumulados para optimizar el sistema y tener referencia para futuros proyectos en la localidad.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores determinamos el volumen de almacenamiento para el tanque.

$$Vol_{8horas} = CPD \times (2 \text{ horas}) \times 86.4 = 4.18lps \times 2 \times 86.4$$

$$Vol_{8horas} = \mathbf{722.30m^3}$$

Por tanto, el volumen de almacenamiento es de

$$V_{alm} = 103.25 + 61.95 + 722.30 = \mathbf{887.50m^3} \approx \mathbf{234.48 galones}$$

Con fórmulas de figuras geométricas determinamos las dimensiones del tanque.

Área del círculo $A = \pi \frac{D^2}{4}$

Volumen de un cilindro $Vol_{cilindro} = h \times A$

Estableciendo que el tanque tendrá una altura de un tercio del diámetro obtenemos:

$$D_{tanque} = \mathbf{14.90m} \approx \mathbf{15.0m}$$

$$H_{tanque} = \mathbf{4.97m} \approx \mathbf{6.0m}$$

5.2.6 Análisis de la calidad de agua

La municipalidad cuenta con la información de calidad de agua elaborado por la gerencia ambiental de ENACAL, a la vez como parte de este estudio se realizó visita de campo con el acompañamiento del asesor regional que atiende la región III de Nicaragua, con el objetivo de realizar una actualización de algunos parámetros de calidad de agua, a continuación, se reflejan los siguientes datos del estudio elaborado por ENACAL y el realizado por mi persona:

Tabla 5.8

Parámetros de pozo subterráneo

Tipo de fuente	ENACAL	Propio
pH	7.70	7.64
T (°C)	30.30	30.50
CE μ S/cm	468.40	539.00
SDT (ppm)	244.89	375.00

Se utilizarán los resultados de análisis físico químico, absorción atómica y bacteriológico emitidos por ENACAL para comparar con los parámetros establecidos en norma CAPRE.

Tabla 5.9*Parámetros físico químicos de pozo subterráneo*

Parámetro	Unidades	Resultado	Rango
		ENACAL	Norma CAPRE
Temperatura	°C	30.30	18 – 32
Turbidez	UNT	0.27	5
pH	Unidad	7.70	6.5 – 8.5
Conductividad eléctrica	µS/cm	468.40	
Solidos disueltos totales	mg/L	244.89	1000
Color verdadero	UCV	0.27	15
Calcio	mg/L	40.55	100
Magnesio	mg/L	17.01	50
Sodio	mg/L	38.19	200
Potasio	mg/L	8.06	10
Cloruros	mg/L	18.60	250
Nitratos	mg/L	11.80	50
Sulfatos	mg/L	ND	250
Carbonatos	mg/L (CaCO ₃)	0.0	-
Bicarbonatos	mg/L (CaCO ₃)	197.59	-
Dureza total	mg/L (CaCO ₃)	171.27	400
Alcalinidad total	mg/L (CaCO ₃)	162.06	NE
Nitritos	mg/L		< 0.1
Hierro total	mg/L	0.04	0.30
Flúor	mg/L	0.01	0.70 – 1.50
Índice de saturación	%	14	< 10%
Arsénico	µg/L	2.02	10
Manganeso	µg/L	0.079	100 - 50
Coliforme total	UFC/1000mL	0	0
Coliforme fecal	UFC/1000mL	0	0
Escherichia coli	UFC/1000mL	0	0
Estreptococo fecal	UFC/1000mL	0	0

En el mercado nacional encontramos diversos tipos de productos, para el caso en estudio utilizaremos hipoclorito de calcio entre 60 y 70% de concentración de cloro, para ser diluido en un recipiente de 250 litros, inyectado a la sarta de bombeo.

5.2.6.1 Preparación de la solución madre

$$P = \frac{V \times C}{10 \times \%Cloro} = \frac{250\text{lbs} \times 5000\text{ppm}}{10 \times 70} = 1.785.7\text{gr} \approx \mathbf{2000\text{gr}}$$

5.2.6.2 Dosificación de la solución madre al sistema de agua potable

$$P = \frac{Q \times C}{10 \times \%cloro} = \frac{12.20\text{lbs} \times 1.5}{10 \times 70} = 0.0262\text{gr/seg} \approx \mathbf{1.57\text{gr/min}}$$

5.2.7 Red de distribución

El bombeo del sistema de abastecimiento atraviesa la red de distribución con tanque de almacenamiento en el extremo de ella, se analizará la red con los siguientes casos según NTON 09003-99:

Caso I. Consumo máximo hora con bombeo para el último año del periodo de diseño.

Caso II. Consumo máximo hora sin bombeo para el último año del periodo de diseño.

Caso III. Consumo máximo día más incendio, **(no aplica)** Se omite debido a que el sistema no considera el gasto por incendio.

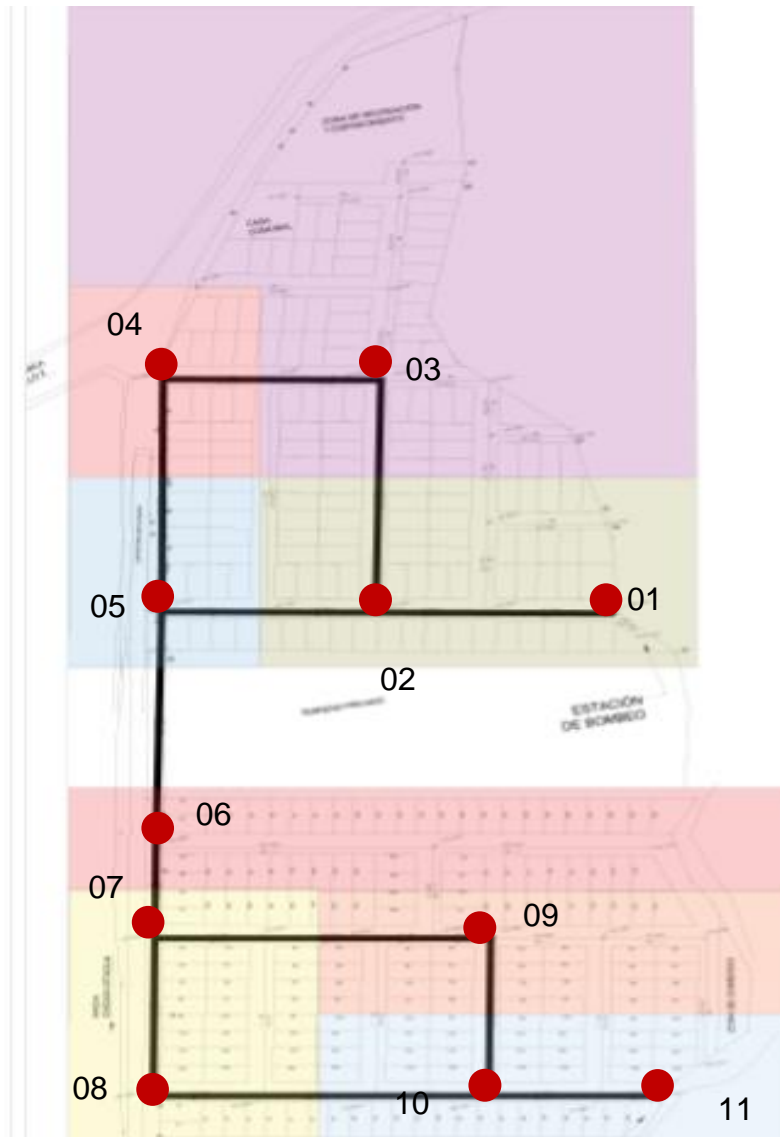
Caso IV. Consumo máximo día con bomba sin funcionar, **(no aplica)** Se omite debido a que el sistema no considera el gasto por incendio.

Caso V. Bombeo del consumo máximo día sin consumo en la red.

5.2.7.1 Distribución de gastos en la red de distribución

Figura 5.13

Distribución de gastos en red



Fuente: Elaboración propia

Con la información proporcionada por la municipalidad, se procedió a trazar la red de distribución para la fase II del programa Bismarck Martínez, a la vez se traza la red de distribución para la fase III que se proyecta a desarrollar según el plano mosaico de la fase II y fase III del programa Bismarck Martínez. (Ver anexo C –

Juego de planos). Definiendo los nodos en el área de estudio, procedemos a repartir los gastos en los nodos, (ver Figura 5.13)

Basados en la distribución de gastos por áreas en los nodos en la figura anterior establecemos lo siguiente.

Tabla 5.10

Caudal en nodos

Nodo	Vivienda (unidad)	Zona comercial	Sector publico	Consumo domestico lps	Consumo publico lps	CPD lps
10	42	si		0.547	0.148	0.694
9	44	si		0.573	0.148	0.720
8	20			0.260		0.260
7	19			0.247		0.247
6	46			0.599		0.599
5	18			0.234		0.234
4	14			0.182		0.182
3	60		si	0.781	0.295	1.076
2	59			0.768		0.768

$$C_{domestico} = 4.19 \text{ lps}$$

$$C_{comercial} = 0.295 \text{ lps}$$

$$C_{publico} = 0.295 \text{ lps}$$

Cantidad de viviendas= 322

$$Q_{uni} = \frac{4.19 \text{ lps}}{322 \text{ viviendas}} = 0.013 \text{ lps/vivienda}$$

Tabla 5.11

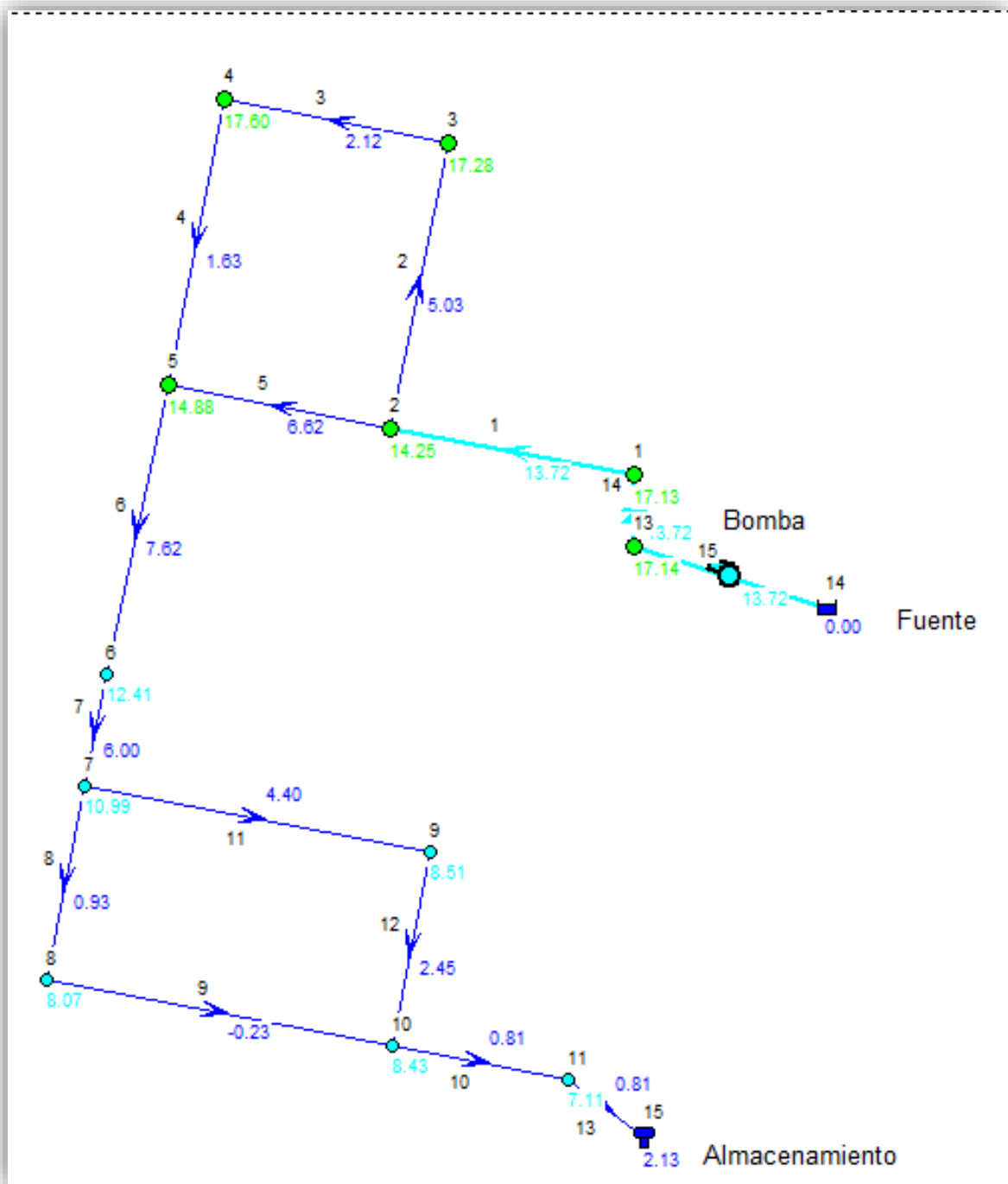
Caudal máximo hora en nodos

Nodo	CPD lps	Fuga (20%) lps	CMH lps
10	0.694	0.139	1.874
9	0.720	0.144	1.944
8	0.260	0.052	0.703
7	0.247	0.049	0.668
6	0.599	0.120	1.616
5	0.234	0.047	0.632
4	0.182	0.036	0.492
3	1.076	0.215	2.905
2	0.768	0.154	2.073
Total	4.780	0.956	12.906

Ingresando los datos de la tabla anterior y los valores en los nodos (elevación y longitud) optemos lo siguiente.

Figura 5.14

Sistema caso I



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.12

Datos de entrada del sistema

ID Línea	Nudo inicial	Nudo final	Longitud (m)	Diámetro (mm)
1	1	2	94.859	100
2	2	3	110.808	100
3	3	4	86.046	100
4	4	5	110.8	100
5	2	5	85.118	100
6	5	6	112.583	100
7	6	7	43.081	100
8	7	8	75.111	50
9	10	8	113.486	50
10	10	11	68.797	100
11	7	9	113.485	100
12	9	10	75.111	100
13	11	15	24.135	100
14	13	1	14.709	100
15	14	13	Sin Valor	Sin Valor Bomba

Tabla 5.13

Presión en nodos con consumo máximo hora con bomba encendida

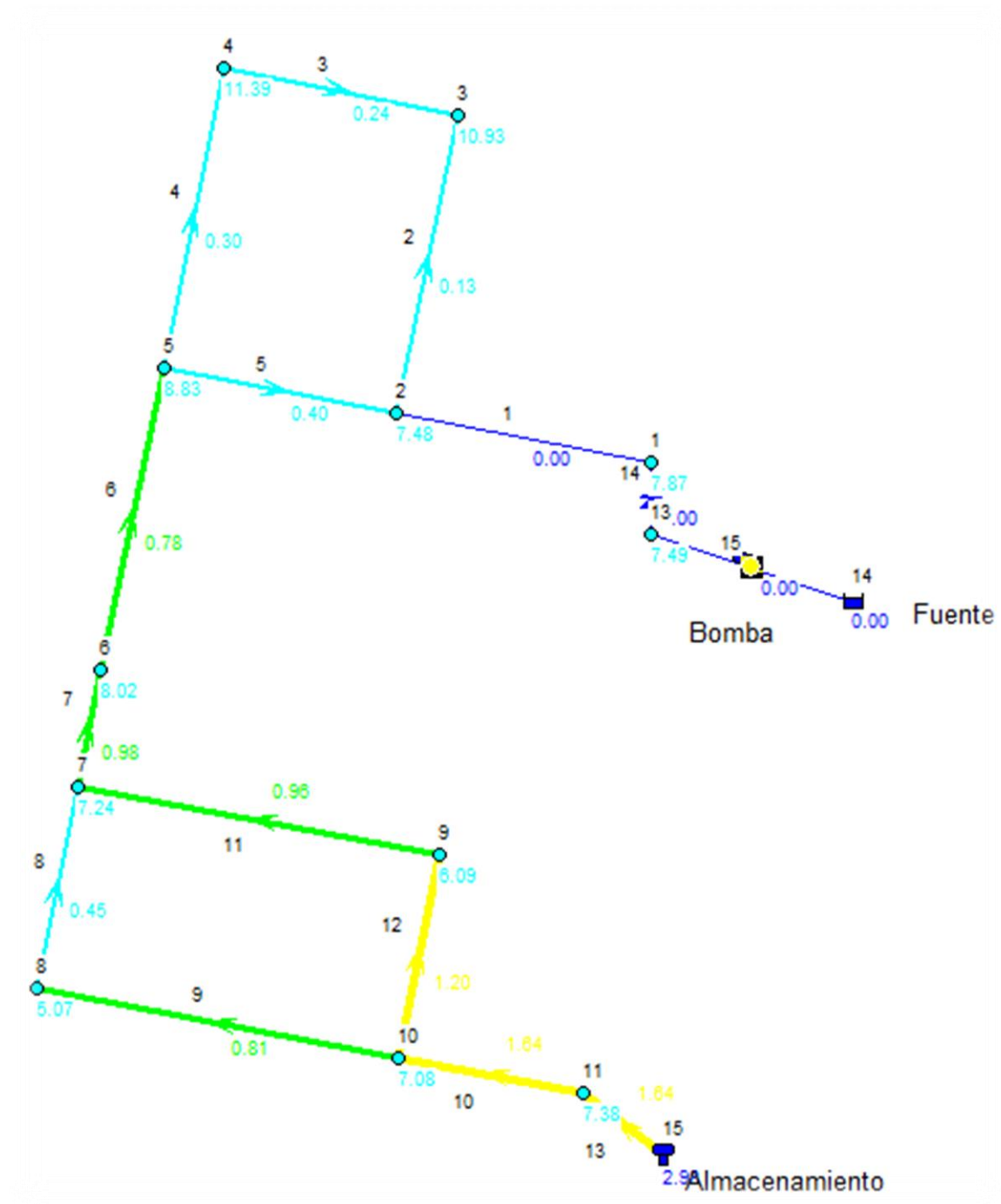
Id Nudo	Demanda (lps)	Altura (m)	Presión (m)	Calidad (mg/l)		Observación
				1hr	28hrs	
1	0	69.03	16.88	1	0.71	
2	2.07	66.53	13.99	0.99	0.71	
3	2.9	66.08	17.01	0.99	0.71	
4	0.49	66.00	17.34	0.98	0.70	Pmax
5	0.63	65.95	14.61	0.99	0.71	
6	1.62	64.95	12.14	0.98	0.70	
7	0.67	64.70	10.72	0.98	0.70	
8	0.7	64.61	8.10	0.98	0.70	
9	1.95	64.54	8.45	0.98	0.70	
10	1.87	64.53	8.43	0.97	0.70	
11	0	64.52	7.11	0.91	0.69	Pmin
13	0	69.42	16.89	1	0.72	
14	-13.74	-72.54	0.00	1	1	Embalse
15	0.82	64.52	2.14	0.6	0.06	Depósito

Tabla 5.14*Consumo máximo hora con bomba encendida*

Id línea	Caudal (lps)	Velocidad (m/s)	Perdida unit (m/km)	Estado	Observación
1	13.74	1.75	26.31	Abierta	Vmax
2	5.03	0.64	4.09	Abierta	
3	2.13	0.27	0.83	Abierta	
4	1.63	0.21	0.51	Abierta	
5	6.63	0.84	6.83	Abierta	
6	7.63	0.97	8.87	Abierta	
7	6.02	0.77	5.71	Abierta	
8	0.94	0.48	5.33	Abierta	
9	-0.23	0.12	0.41	Abierta	
10	0.82	0.1	0.14	Abierta	Vmin
11	4.41	0.56	3.21	Abierta	
12	2.46	0.31	1.09	Abierta	
13	0.82	0.1	0.14	Abierta	
14	13.74	1.75	26.31	Abierta	
15	13.74	0	-142.09	Bomba en marcha	

Figura 5.15

Sistema caso II



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.15*Presión en nodos caso II*

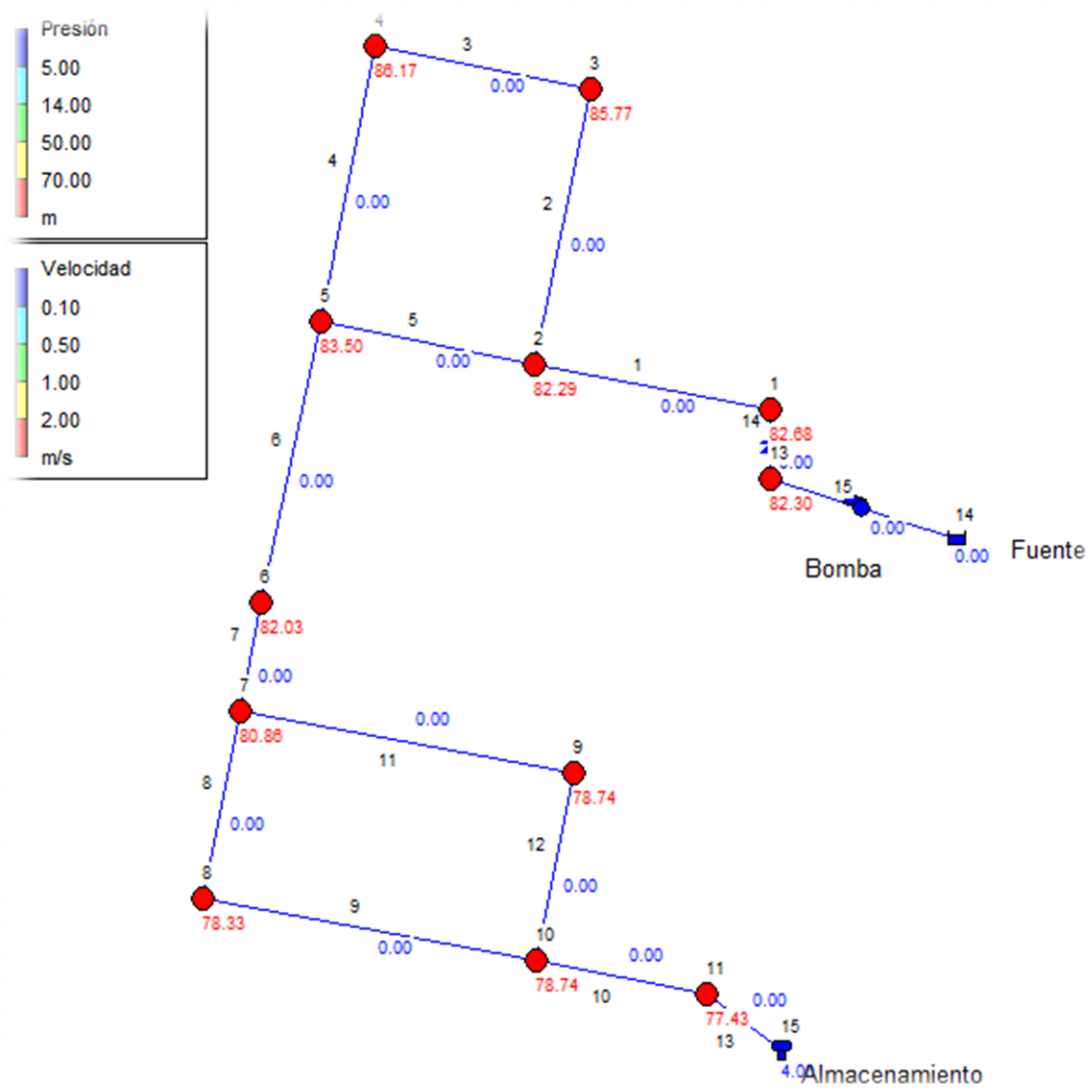
Id Nudo	Demanda (lps)	Altura (m)	Presión (m)	Observación
1	0	60.02	7.87	
2	2.07	60.02	7.48	
3	2.9	60	10.93	
4	0.49	60.05	11.39	Pmax
5	0.63	60.16	8.83	
6	1.62	60.82	8.02	
7	0.67	61.21	7.24	
8	0.7	61.57	5.07	Pmin
9	1.95	62.19	6.09	
10	1.87	63.18	7.08	
11	0	64.79	7.38	
13	0	60.02	7.49	
14	0	-72.54	0	
15	-12.91	65.36	2.98	

Tabla 5.16*Velocidad en red caso II*

Id línea	Caudal (lps)	Velocidad (m/s)	Perdida unit (m/km)	Estado	Observacion
1	0	0	0	Abierta	
2	1.04	0.13	0.22	Abierta	Vmin
3	-1.87	0.24	0.65	Abierta	
4	-2.36	0.3	1.01	Abierta	
5	-3.11	0.4	1.68	Abierta	
6	-6.1	0.78	5.86	Abierta	
7	-7.72	0.98	9.05	Abierta	
8	-0.88	0.45	4.78	Abierta	
9	1.59	0.81	14.14	Abierta	
10	-12.91	1.64	23.47	Abierta	Vmax
11	-7.5	0.96	8.59	Abierta	
12	-9.45	1.2	13.17	Abierta	
13	-12.91	1.64	23.47	Abierta	
14	0	0	0	Abierta	
15	0	0	0	Parada Bomba	

Figura 5.16

Sistema caso V



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.17*Presión en nodos con consumo cero con bomba encendida*

Id Nudo	Demanda	Altura (m)	Presión (m)	Observación
1	0	134.84	82.68	
2	0	134.84	82.29	
3	0	134.84	85.77	
4	0	134.84	86.17	Pmax
5	0	134.84	83.5	
6	0	134.84	82.03	
7	0	134.84	80.86	
8	0	134.84	78.33	
9	0	134.84	78.74	
10	0	134.84	78.74	
11	0	134.84	77.43	Pmin
13	0	134.84	82.3	
14	0	-72.54	0	
15	0	66.38	4	

5.28 Costo del proyecto

Para este estudio se realiza presupuesto de obras, con precios sugeridos por la municipalidad, considerando los siguientes puntos:

1. Mano de obra ejecutada por la municipalidad.
2. Costo de primera fase (pozo, bomba para primeros 10 años, red de conducción y red de distribución I fase, se incluirán accesorio para acoples futuros).
3. Costo de segunda fase (bomba para último año del proyecto, red de distribución II fase).

Tabla 5.18

Costo de proyecto

DESCRIPCION	I FASE	II FASE	COSTO TOTAL
Línea de conducción	C\$ 1,288,366.32		C\$ 1,288,366.32
Red de distribución	C\$ 1,280,370.63	C\$ 1,907,149.73	C\$ 3,187,520.35
Tanque de almacenamiento	C\$ 9,982,948.70		C\$ 9,982,948.70
Estación de bombeo	C\$ 1,513,066.88		C\$ 1,513,066.88
Planta de purificación	C\$ 810,601.21		C\$ 810,601.21
Conexiones	C\$ 1,622,468.57	C\$ 2,478,580.98	C\$ 4,101,049.55
Pozo perforado	C\$ 3,943,251.21	C\$ 8,019,399.79	C\$ 11,962,651.00
Costo total	C\$ 20,441,073.52	C\$ 12,405,130.50	C\$ 32,846,204.03

Ver tabla de take off en anexo D.

Capítulo VI. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

- La Lotificación Comandante Silvio Mayorga del municipio de Ciudad Sandino forma parte de los proyectos emblemáticos del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional, con este proyecto se benefician familias de bajos recursos económicos que no pueden optar a una vivienda en urbanizadoras privadas donde el costo de adquisición supera los U\$ 20,000.00 (Veinte mil dólares) con cuotas desde los C\$ 180.00 hasta los U\$ 250.00 dólares mensual o bien poder adquirir un lote habitacional donde los costos de adquisición superan los U\$ 6,000.00 dólares con cuotas mensuales de U\$ 100.00 hasta U\$ 150.00 dólares, a diferencia del Programa Bismarck Martínez donde las familias pueden optar a tener un lote por menos de U\$ 50.00 dólares mensual con un costo total de U\$ 2,400.00 dólares. Sin embargo, esto significa para las alcaldías garantizar a los beneficiarios el acceso a los servicios básicos (agua potable, energía eléctrica) y que los costos de adquisición sean accesibles para las familias.
- El censo poblacional realizado con los expedientes de cada beneficiario del programa Bismarck Martínez II fase (Lotificación Comandante Silvio Mayorga), permiten visualizar las condiciones económicas de las familias, la cantidad de personas por lote habitacional, lo que permitieron representar la demanda base para este estudio.
- Con la información previa del levantamiento topográfico y el mosaico de la lotificación de la fase II del programa Bismarck Martínez realizado por la municipalidad, se realizó la proyección de la red del sistema de abastecimiento de agua potable y las cotas de nivel en los puntos de interés.

- Con el segundo levantamiento topográfico ejecutado por mi persona, con el apoyo de técnicos de la municipalidad se garantizó obtener información del área de proyección del programa Bismarck Martínez, facilitando a este estudio la visión del área de proyección para establecer las condiciones de diseño a futuro, sin afectar la red inicial propuesta en este estudio.
- Por la ubicación y condiciones de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable, se propuso un sistema de bombeo del tipo fuente – red – tanque.
- Al realizar el análisis del sistema de abastecimiento de agua potable en el software EPANET V2.0, se obtuvieron los resultados expuestos en el capítulo anterior concluyendo lo siguiente:

Caso I. Consumo máximo hora con bombeo para el último año del periodo de diseño: se presenta presiones en los nodos 8, 9, 10, 11 por debajo del requerido para este tipo de sistemas. Se encuentran velocidades que están por debajo de lo requerido en la normativa en los tramos de tubería 2, 3, 9, 10, 11, 12, 13.

Caso II. Consumo máximo hora sin bombeo para el último año del periodo de diseño. Los nodos 1, 2, 5, 6 y 13 no cumplen con la presión mínima establecida en la normativa, los tramos de tubería 2, 3, 4, 5 y 8 presentan velocidades que no cumplen con lo establecido en la normativa.

Caso V. Bombeo del consumo máximo día sin consumo en la red. Se estiman presiones máximas en los nodos del sistema mayores a la presión permisible en este tipo de sistema.

Los valores de presión en los nodos que están por debajo del límite permitido en la norma urbana se dan a consecuencia que en los parámetros para la selección del equipo de bombeo se consideró una bomba que supera la pérdida de carga

mínima en el sistema y no la pérdida de carga para la presión mínima requerida (14 m.c.a) en los nodos, sin embargo, las presiones mínimas resultantes en los análisis del caso I y caso II es mayor a 5 m.c.a.

- En el análisis del caso I y caso II se obtuvieron velocidades por debajo del límite permitido en las normas urbanas, estas velocidades se reflejan en el tramo de tubería cercana a punto del tanque de abastecimiento, por tanto, se considera la instalación de válvulas de limpieza ubicadas en los puntos más bajos.
- Las presiones resultantes en el análisis del caso V, son mayores a las presiones permitidas en las normas urbanas, para evitar daños en el sistema se proyectó suministrar e instalar tubería PVC SDR 26 con una presión de trabajo de 160psi (112 m.c.a.).
- Las obras contempladas para este sistema de abastecimiento de agua potable (fuente – red – tanque) propuesto tienen un costo de C\$18,817,658.52 en su fase inicial, que garantizará el abastecimiento de agua a la demanda desde el primer año hasta el año diez de operación, durante este periodo la municipalidad debe de mantener un régimen de auto sostenibilidad y poder garantizar para el año 11 del sistema, aumentar la capacidad de bombeo y ampliar la red de distribución según lo proyectado en el crecimiento poblacional.
- El costo total de la obra propuesta asciende a los C\$ 32,846,204.03 para un crecimiento poblacional proyectado a 25 años.

6.2 Recomendaciones

- En referencia a las presiones por debajo del mínimo permitido en las normas urbanas, la municipalidad tiene que valorar el costo/ beneficio, se recomienda
- Incrementar la potencia de la bomba sumergible, o bien, la adquisición de un equipo hidroneumático en la salida del tanque de abastecimiento para garantizar las presiones mínimas en los nodos.
- Financiar a los propietarios de los lotes en los tramos de baja presión para la adquisición de un sistema de bombeo y tanque, con el fin de garantizar la presión mínima en cada lote de vivienda.
- Para reducir los costos de construcción se recomienda considerar normativas que regulen el servicio de abastecimiento por tramo, solo cuando la bomba se encuentre activa (16:00 horas) de las 4:00am hasta las 8:00pm.
- La municipalidad deberá de constituir una empresa municipal para garantizar un óptimo funcionamiento y operación del sistema de abastecimiento de agua potable, regulando los costos de operación de manera tal que se minimice el costo por metro cúbico de agua a las familias beneficiadas.

Bibliografía

- Arocha Ravelo Simón, 1977, Abastecimientos de agua, teoría y diseño.
- Coz Federico, 1995, Manual de mini y micro centrales hidráulicas
- Cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos de América, 2001, Evaluación de recursos de agua de Nicaragua.
- ENACAL, 2007, Plan de desarrollo estrategia sectorial, ENACAL.
- ENACAL, Fortaleciendo de las capacidades de técnicos y operadores de pozos que manejan sistemas de cloración, calidad del agua y cloración.
- Flores Oscar, Garcia-Moreno Paloma, Dalla Torre Harmhel, López Marina, Fernández Celia, 2015, Segundo informe sobre el derecho humano al agua potable y saneamiento en el ámbito rural de Nicaragua, ONGAWA y la Cuculmecca.
- Globalsiasar.org, 2021, Reporte de indicadores y sobre la situación de cobertura, agua y saneamiento a niveles departamentales y municipales, <https://siasar.FISE.gob.ni>
- Hernández Muñoz Aurelio, 2000, Abastecimiento y distribución de aguas, Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos, 4ª ed. Madrid
- INAA, 2000, Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua, (NTON 09 003-99).
- INAA, Manual de diseño de sistemas de agua potable con fuentes de abastecimiento por pozos profundos.
- Netto Azevedo, 1942, Manual de hidráulica, 8ª edición.
- Organización Panamericana de la Salud, 2005, Guía de diseño para captaciones especiales.
- Organización Panamericana de la Salud, 2005, Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua.
- Plan Maestro de desarrollo urbano de Ciudad Sandino, 2005-2025.
- Tercero Talavera Sergio, 1987, Estaciones y equipos de bombeo.

Anexos

Anexo A – Equipos y herramientas utilizadas para levantamiento de información de campo



IMAGEN A 1 – Sonda electrica



IMAGEN A 2 - Multiparametros



IMAGEN A 3 – Levantamiento topografico con estación total Leica TS09



IMAGEN A 4 – Gps Garmin para georeferenciación de levantamiento topografico

Anexo B

Tabla proyección de demanda y consumo

No años	Población (hab)	Dotación consumo doméstico (l/hab/día)	Consumo doméstico (lps)	Consumos especiales				
				Dotación para consumo comercial	Dotación para consumo público	Consumo comercial (lps)	Consumo público (lps)	Consumo especial (lps)
0.00	906	150.00	1.57	7.0%	7.0%	0.11	0.11	0.22
1.00	942	150.00	1.64	7.0%	7.0%	0.11	0.11	0.23
2.00	980	150.00	1.70	7.0%	7.0%	0.12	0.12	0.24
3.00	1,019	150.00	1.77	7.0%	7.0%	0.12	0.12	0.25
4.00	1,060	150.00	1.84	7.0%	7.0%	0.13	0.13	0.26
5.00	1,102	150.00	1.91	7.0%	7.0%	0.13	0.13	0.27
6.00	1,146	150.00	1.99	7.0%	7.0%	0.14	0.14	0.28
7.00	1,192	150.00	2.07	7.0%	7.0%	0.14	0.14	0.29
8.00	1,240	150.00	2.15	7.0%	7.0%	0.15	0.15	0.30
9.00	1,290	150.00	2.24	7.0%	7.0%	0.16	0.16	0.31
10.00	1,341	150.00	2.33	7.0%	7.0%	0.16	0.16	0.33
11.00	1,395	150.00	2.42	7.0%	7.0%	0.17	0.17	0.34
12.00	1,451	150.00	2.52	7.0%	7.0%	0.18	0.18	0.35
13.00	1,509	150.00	2.62	7.0%	7.0%	0.18	0.18	0.37
14.00	1,569	150.00	2.72	7.0%	7.0%	0.19	0.19	0.38
15.00	1,632	150.00	2.83	7.0%	7.0%	0.20	0.20	0.40
16.00	1,697	150.00	2.95	7.0%	7.0%	0.21	0.21	0.41
17.00	1,765	150.00	3.06	7.0%	7.0%	0.21	0.21	0.43
18.00	1,835	150.00	3.19	7.0%	7.0%	0.22	0.22	0.45
19.00	1,909	150.00	3.31	7.0%	7.0%	0.23	0.23	0.46
20.00	1,985	150.00	3.45	7.0%	7.0%	0.24	0.24	0.48
21.00	2,065	150.00	3.58	7.0%	7.0%	0.25	0.25	0.50
22.00	2,147	150.00	3.73	7.0%	7.0%	0.26	0.26	0.52
23.00	2,233	150.00	3.88	7.0%	7.0%	0.27	0.27	0.54
24.00	2,322	150.00	4.03	7.0%	7.0%	0.28	0.28	0.56
25.00	2,415	150.00	4.19	7.0%	7.0%	0.29	0.29	0.59

Tabla proyección de demanda y consumo

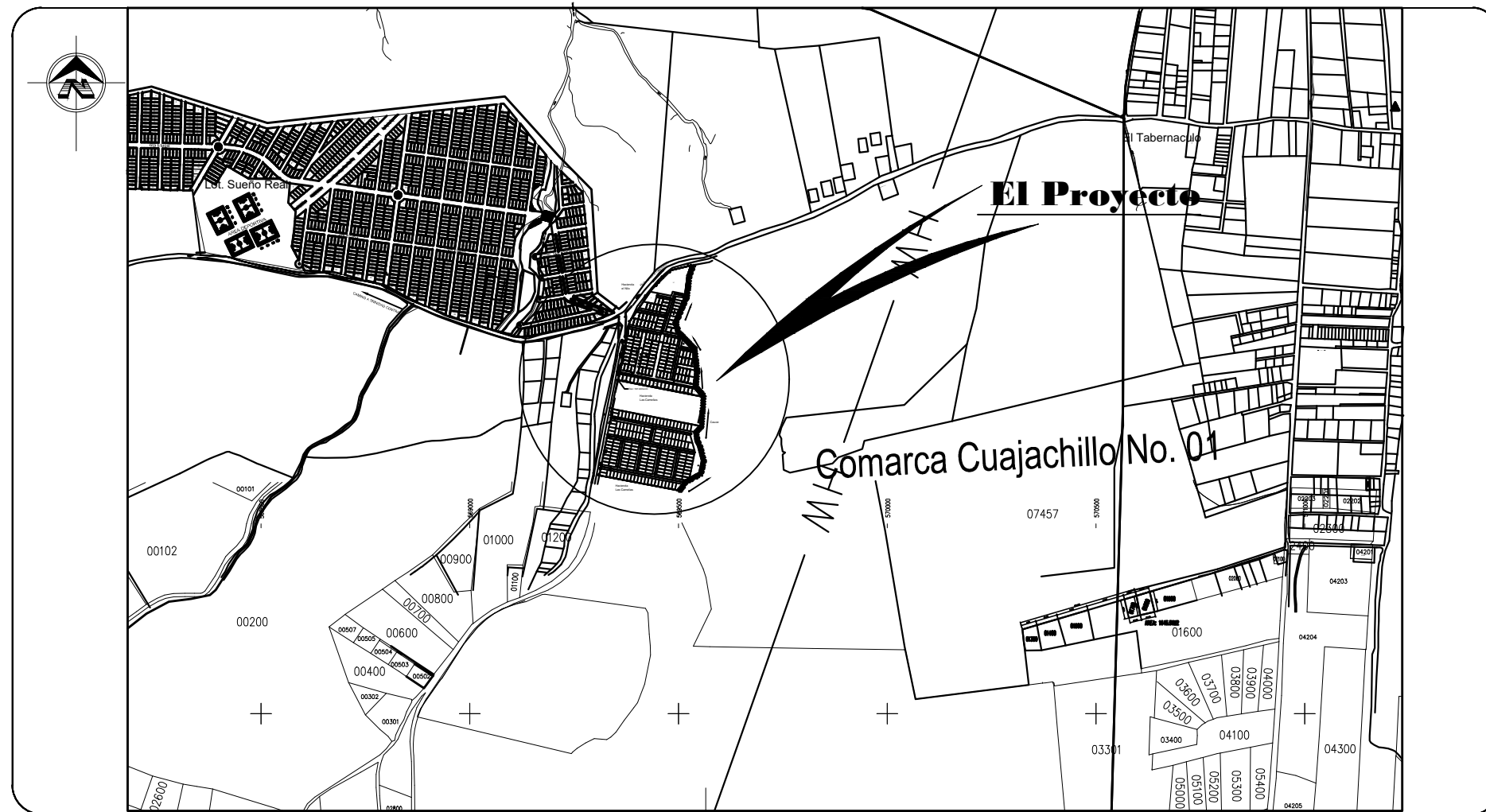
No años	Consumo promedio diario (lps)	Dotación para caudal de fuga	Caudal de fuga (lps)	Factores de máxima demanda	
				Consumo máximo día (lps)	Consumo máximo hora (lps)
0.00	1.79	20.0%	0.36	3.05	4.84
1.00	1.86	20.0%	0.37	3.17	5.04
2.00	1.94	20.0%	0.39	3.30	5.24
3.00	2.02	20.0%	0.40	3.43	5.45
4.00	2.10	20.0%	0.42	3.57	5.66
5.00	2.18	20.0%	0.44	3.71	5.89
6.00	2.27	20.0%	0.45	3.86	6.13
7.00	2.36	20.0%	0.47	4.01	6.37
8.00	2.45	20.0%	0.49	4.17	6.63
9.00	2.55	20.0%	0.51	4.34	6.89
10.00	2.65	20.0%	0.53	4.51	7.17
11.00	2.76	20.0%	0.55	4.69	7.45
12.00	2.87	20.0%	0.57	4.88	7.75
13.00	2.99	20.0%	0.60	5.08	8.06
14.00	3.11	20.0%	0.62	5.28	8.38
15.00	3.23	20.0%	0.65	5.49	8.72
16.00	3.36	20.0%	0.67	5.71	9.07
17.00	3.49	20.0%	0.70	5.94	9.43
18.00	3.63	20.0%	0.73	6.18	9.81
19.00	3.78	20.0%	0.76	6.42	10.20
20.00	3.93	20.0%	0.79	6.68	10.61
21.00	4.09	20.0%	0.82	6.95	11.03
22.00	4.25	20.0%	0.85	7.22	11.47
23.00	4.42	20.0%	0.88	7.51	11.93
24.00	4.60	20.0%	0.92	7.81	12.41
25.00	4.78	20.0%	0.96	8.13	12.91

Anexo C – Juego de planos

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO

PLANO DE UBICACIÓN

LOCALIZACION DEL PROYECTO

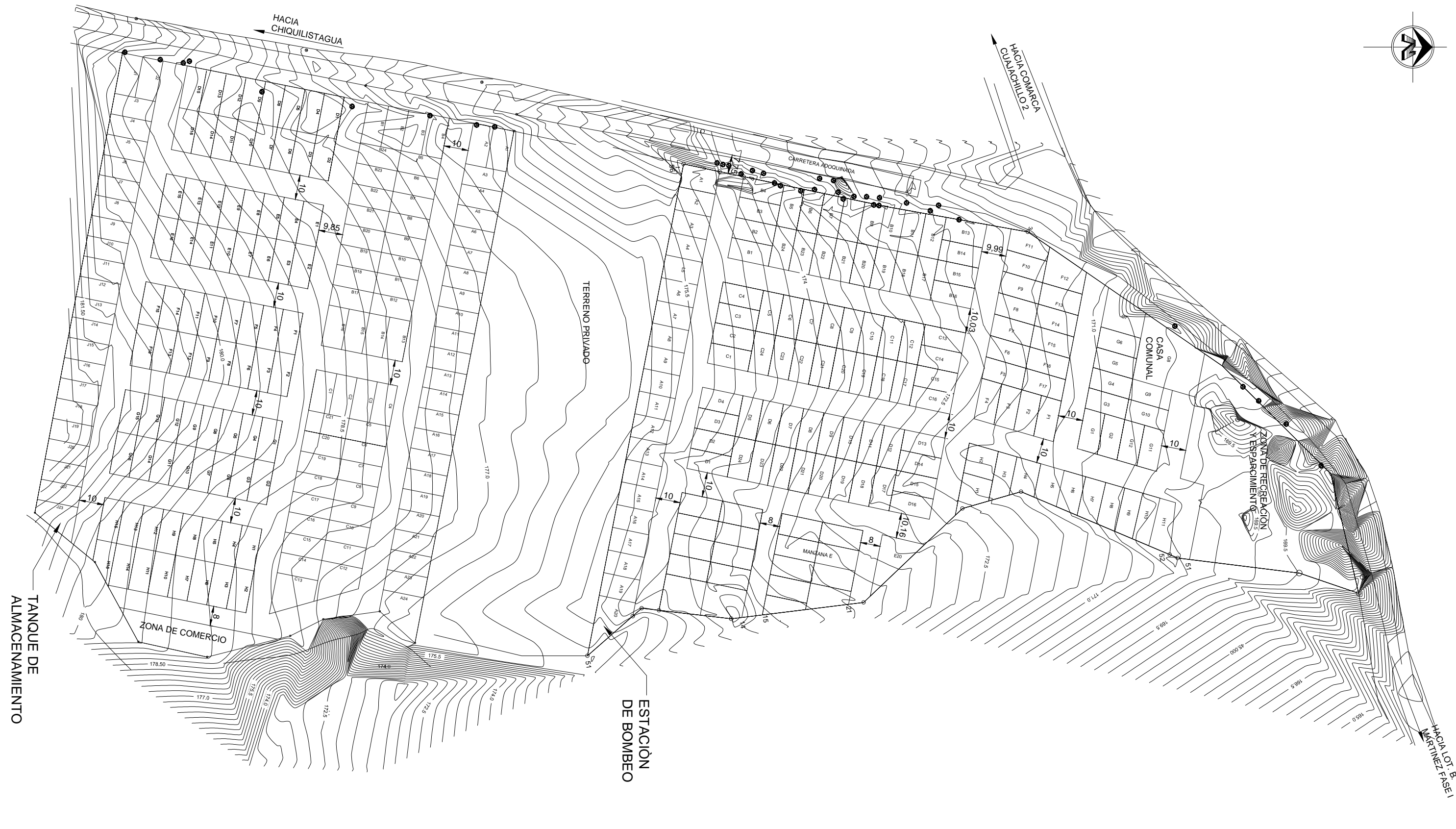
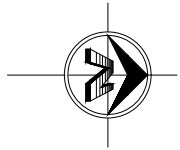


INDICE

HOJA N°	CONTENIDO
1)	MOSAICO Y CURVAS DE NIVEL DE LOTIFICACIÓN
2)	MOSAICO Y RED DE DISTRIBUCIÓN CUADRO DE ACCESORIOS
3)	DETALLES DE SARTA, POZO Y PERFIL LONGITUDINAL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
4)	DETALLES DE EXCAVACIÓN / DETALLES DE CONEXIÓN DOMICILIAR / NOTAS GENERALES
5)	CASETA DE VIGILANCIA / PLANTA ARQUITECTÓNICA / ESTRUCTURAL / ELEVACIONES
6)	OFICINA DE ADMINISTRACIÓN Y ESTACIÓN DE BOMBEO / ELEVACIONES ESTRUCTURALES

ELABORADO POR:
DARWIN ELIEZER MENDOZA OSORIO
REVISADO POR:
MSc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

MARZO 2022



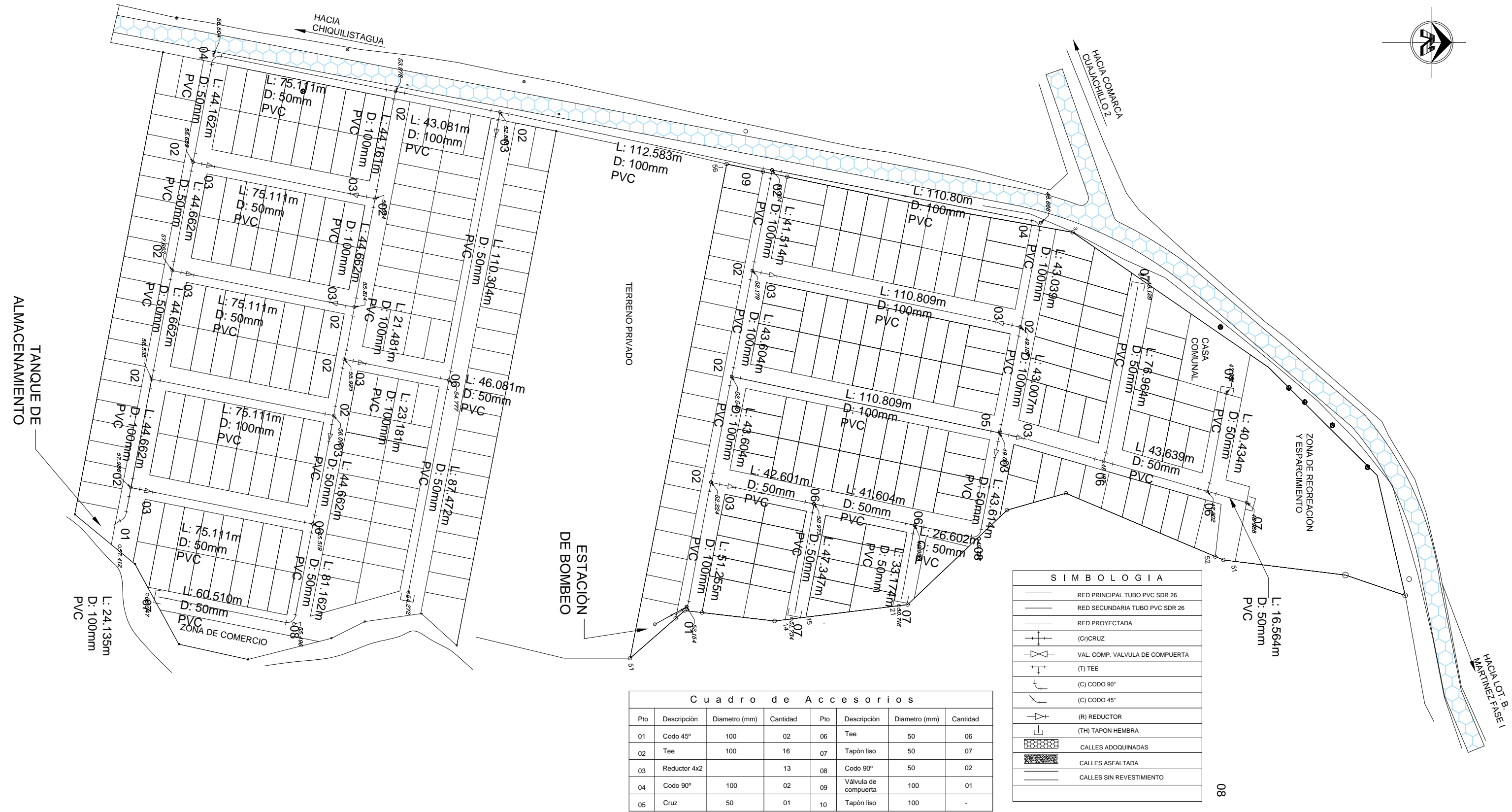
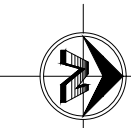
PROYECTO :
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO
 UBICACION : CIUDAD SANDINO, COMARCA CUAJACHILLO 1

CONTENIDO :
 MOSAICO Y CURVAS DE NIVEL DE LOTIFICACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 DIBUJO : DARWIN ELIEZER MENDOZA OSORIO
 REVISO : MSC. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

ESCALA : 1 : 1500
 FECHA : MARZO 2022

HOJA N°
 01
 DE :
 06



SIMBOLOGIA

	RED PRINCIPAL TUBO PVC SDR 26
	RED SECUNDARIA TUBO PVC SDR 26
	RED PROYECTADA
	(C) CRUZ
	VAL. COMP. VALVULA DE COMPUERTA
	(T) TEE
	(C) CODO 90°
	(C) CODO 45°
	(R) REDUCTOR
	(TH) TAPON HEMBRA
	CALLES ADOQUINADAS
	CALLES ASFALTADA
	CALLES SIN REVESTIMIENTO

Cuadro de Accesorios

Pto	Descripción	Diametro (mm)	Cantidad	Pto	Descripción	Diametro (mm)	Cantidad
01	Codo 45°	100	02	06	Tee	50	06
02	Tee	100	16	07	Tapón liso	50	07
03	Reductor 4x2		13	08	Codo 90°	50	02
04	Codo 90°	100	02	09	Válvula de compuerta	100	01
05	Cruz	50	01	10	Tapón liso	100	-



PROYECTO :
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO

UBICACION :
 CIUDAD SANDINO, COMARCA CUAJACHILLO 1

CONTENIDO :
 MOSAICO Y RED DE DISTRIBUCIÓN
 CUADRO DE ACCESORIOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DIBUJO : DARWIN ELIEZER MENDOZA OSORIO

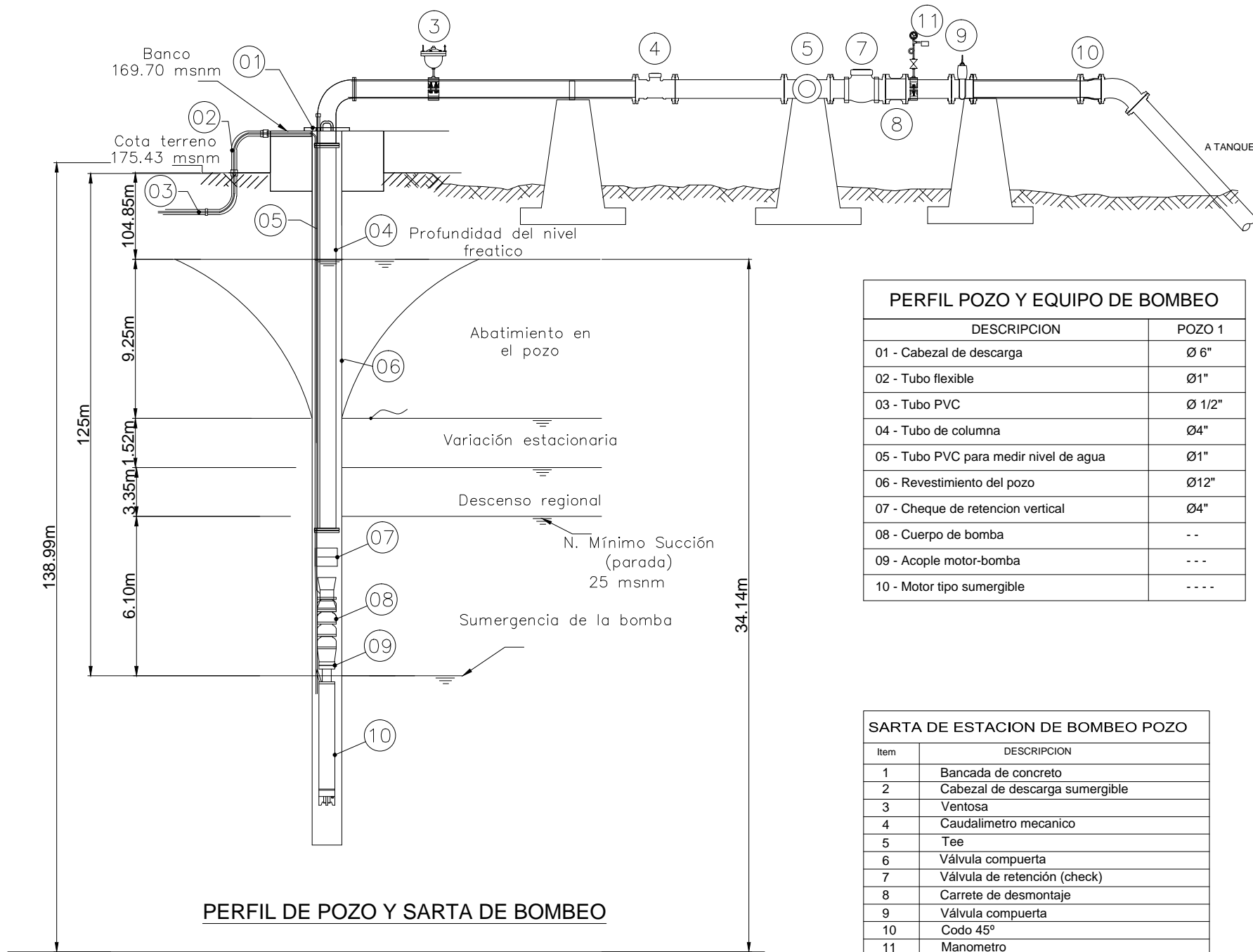
REVISO : MSC. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

ESCALA : LA INDICADA

FECHA : MARZO 2022

HOJA N°
02

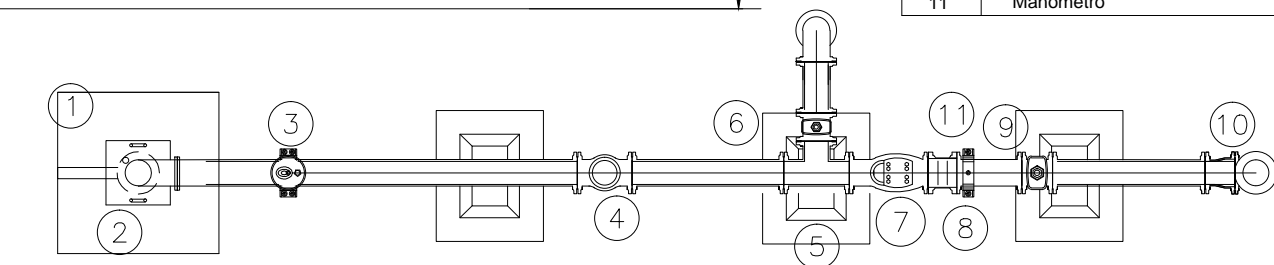
DE :
06



PERFIL DE POZO Y SARTA DE BOMBEO

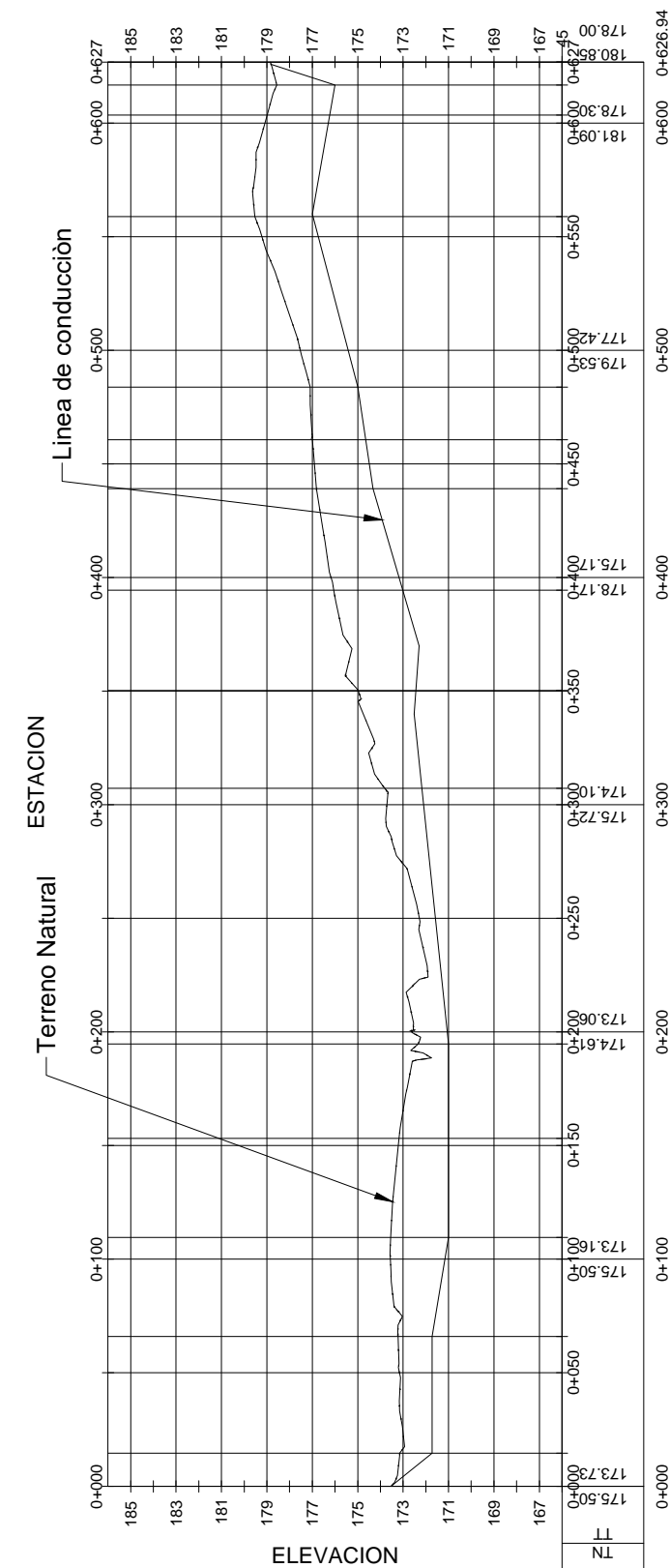
PERFIL POZO Y EQUIPO DE BOMBEO	
DESCRIPCION	POZO 1
01 - Cabezal de descarga	Ø 6"
02 - Tubo flexible	Ø1"
03 - Tubo PVC	Ø 1/2"
04 - Tubo de columna	Ø4"
05 - Tubo PVC para medir nivel de agua	Ø1"
06 - Revestimiento del pozo	Ø12"
07 - Cheque de retencion vertical	Ø4"
08 - Cuerpo de bomba	--
09 - Acople motor-bomba	---
10 - Motor tipo sumergible	----

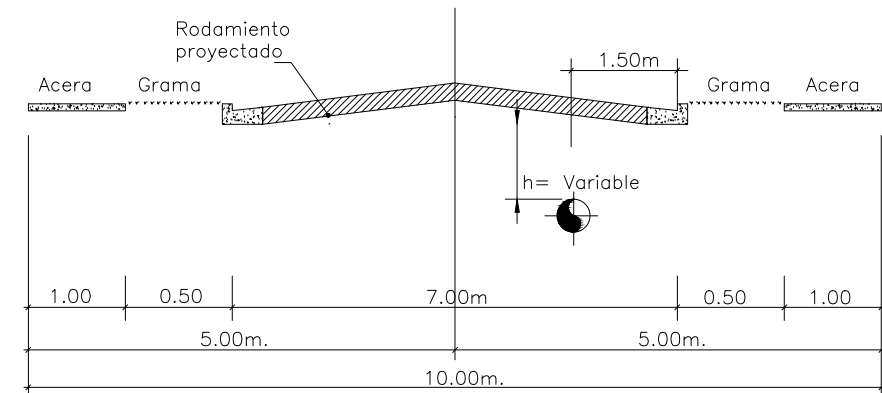
SARTA DE ESTACION DE BOMBEO POZO	
Item	DESCRIPCION
1	Bancada de concreto
2	Cabezal de descarga sumergible
3	Ventosa
4	Caudalimetro mecanico
5	Tee
6	Válvula compuerta
7	Válvula de retención (check)
8	Carrete de desmontaje
9	Válvula compuerta
10	Codo 45°
11	Manometro



ELEMENTOS DE LA SARTA DE BOMBEO

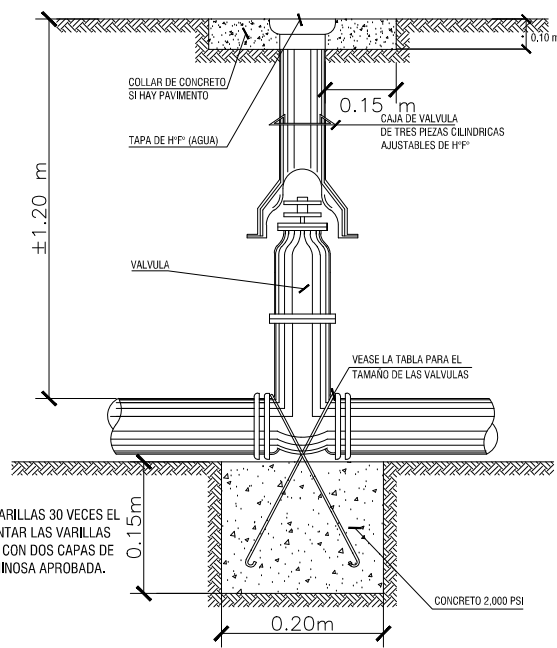
PERFIL - LINEA DE CONDUCCIÓN



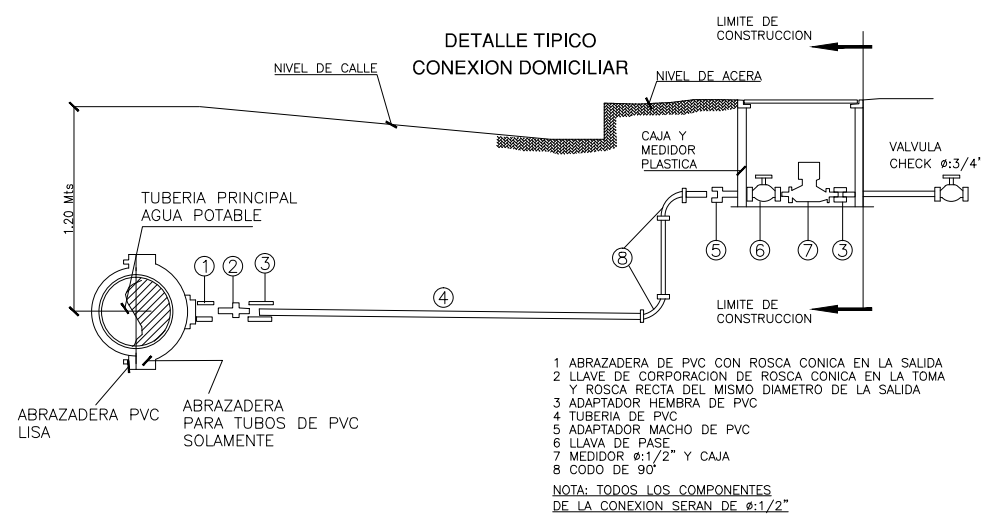


RUTA CON DERECHO DE VÍA DE 10M.

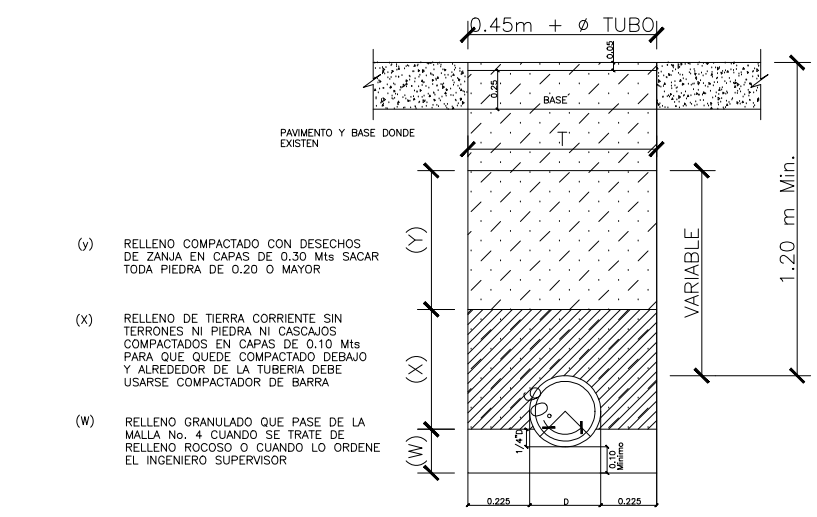
DETALLE DE CONEXION DE VALVULA DE COMPUERTA DE Ø=4"



NOTA: EMBUTIR LAS VARILLAS 30 VECES EL DIAMETRO Y PINTAR LAS VARILLAS DESCUBIERTAS CON DOS CAPAS DE PINTURA BITUMINOSA APROBADA.

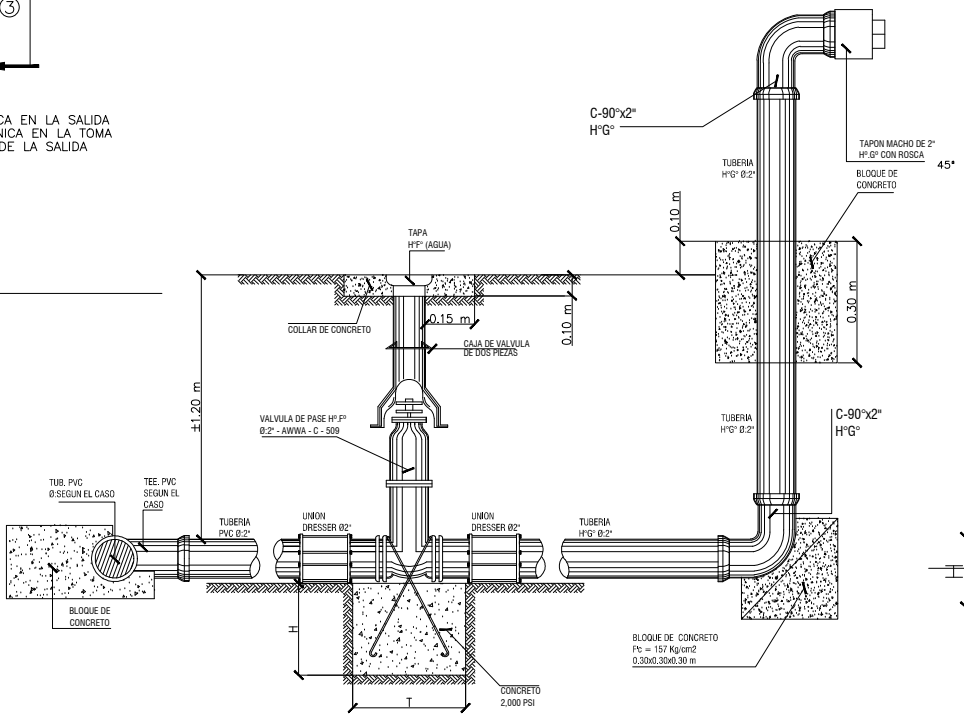


- 1 ABRAZADERA DE PVC CON ROSCA CONICA EN LA SALIDA
 - 2 LLAVE DE CORPORACION DE ROSCA CONICA EN LA TOMA Y ROSCA RECTA DEL MISMO DIAMETRO DE LA SALIDA
 - 3 ADAPTADOR HEMBRA DE PVC
 - 4 TUBERIA DE PVC
 - 5 ADAPTADOR MACHO DE PVC
 - 6 LLAVE DE PASE
 - 7 MEDIDOR Ø1/2" Y CAJA
 - 8 CODDO DE 90°
- NOTA: TODOS LOS COMPONENTES DE LA CONEXION SERAN DE Ø1/2"



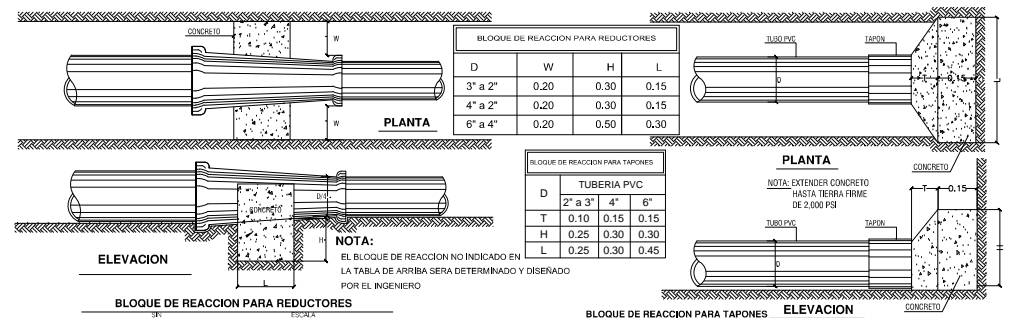
DETALLE TIPICO DE ZANJA

DETALLE DE CONEXION DE VALVULA DE LIMPIEZA DE Ø=2"

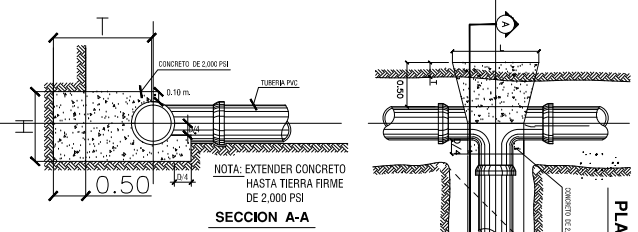


NOTAS GENERALES

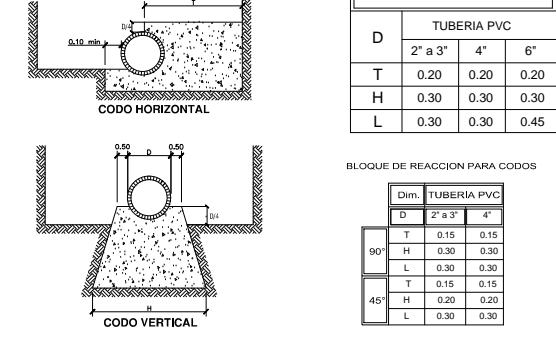
1. - UBICACION DE TUBERIAS
 - ? LA TUBERIA DEBE INSTALARSE A 1.20 m. DE PROFUNDIDAD ENTRE EL NIVEL DE TERRENO NATURAL Y LA PARTE SUPERIOR DE LA TUBERIA.
 - ? EL EJE DE LA TUBERIA SE UBICARA A 1.50 m. DE LA CUNETTA, EN LAS BANDAS SUR Y ESTE RESPECTIVAMENTE.
 - ? LAS ZANJAS DEBERAN EXCAVARSE DE MANERA QUE SE ASEGURE QUE LAS PAREDES PERMANEZCAN ESTABLES BAJO CUALQUIER CONDICIÓN DE TRABAJO.
 - ? DEBE ABRIRSE UNICAMENTE LA LONGITUD DE ZANJA QUE PUEDA MANTENERSE BAJO CONDICIONES SEGURAS Y ESTABLES.
 - ? EN PROFUNDIDADES MAYOR DE 2.00m Y EN SUELOS INESTABLES, SE DEBERÁ DAR PROTECCIÓN ADICIONAL A LAS PAREDES DE LAS ZANJAS.
 - ? EL ANCHO MINIMO DE LAS ZANJAS SERÁ CONFORME Y DE ACUERDO A LAS RECOMENDACIONES DE LA NORMA ASTM D-2321.
2. - CARACTERISTICAS DE MATERIALES
 - ? LA TUBERIA SERA DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC.) CEDULA SDR-26, PRESION DE TRABAJO DE 160 PSI.
 - ? EL TIPO DE UNION SERA PUSH-ON PARA TUBERIA CON DIAMETROS MAYORES O IGUALES A 75 MM.
 - ? EL TIPO DE UNION SERA ESPIGA Y CAMPANA PARA TUBERIA CON DIAMETROS MENORES A 75 MM.
 - ? LOS ACCESORIOS PVC. DEBERAN SER CEDULA C-40 EN TIPO DE UNION SIMILAR AL DESCRITO PARA TUBERIA.
 - ? LAS VALVULAS SERAN DE H. FO. CON EXTREMOS BRIDADOS Y SE AJUSTARAN A LA NORMA AWWA C-509-71 Y UNIDOS A LA TUBERIA PVC. MEDIANTE ADAPTADORES FLANGES DE PVC, SEGUN EL DIAMETRO REQUERIDO, COMO SE MUESTRA EN HOJA DE DETALLES.
 - ? EL HIDRANTE SE AJUSTARA A LA NORMA AWWA C-502 TODOS LOS ACCESORIOS SERAN DE PVC. A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 - ? TODAS LAS ACOMETIDAS DOMICILIARES A INSTALAR SERAN DE Ø3/4" PVC SDR-17.



BLOQUE DE REACCION PARA TEES



BLOQUE DE REACCION PARA CODOS



PROYECTO :
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO

UBICACION :
 CIUDAD SANDINO, COMARCA CUAJACHILLO 1

CONTENIDO :
 DETALLES DE EXCAVACIÓN
 DETALLES DE CONEXIÓN DOMICILIAR
 NOTAS GENERALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DIBUJO : DARWIN ELIEZER MENDOZA OSORIO

REVISO : MSC. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

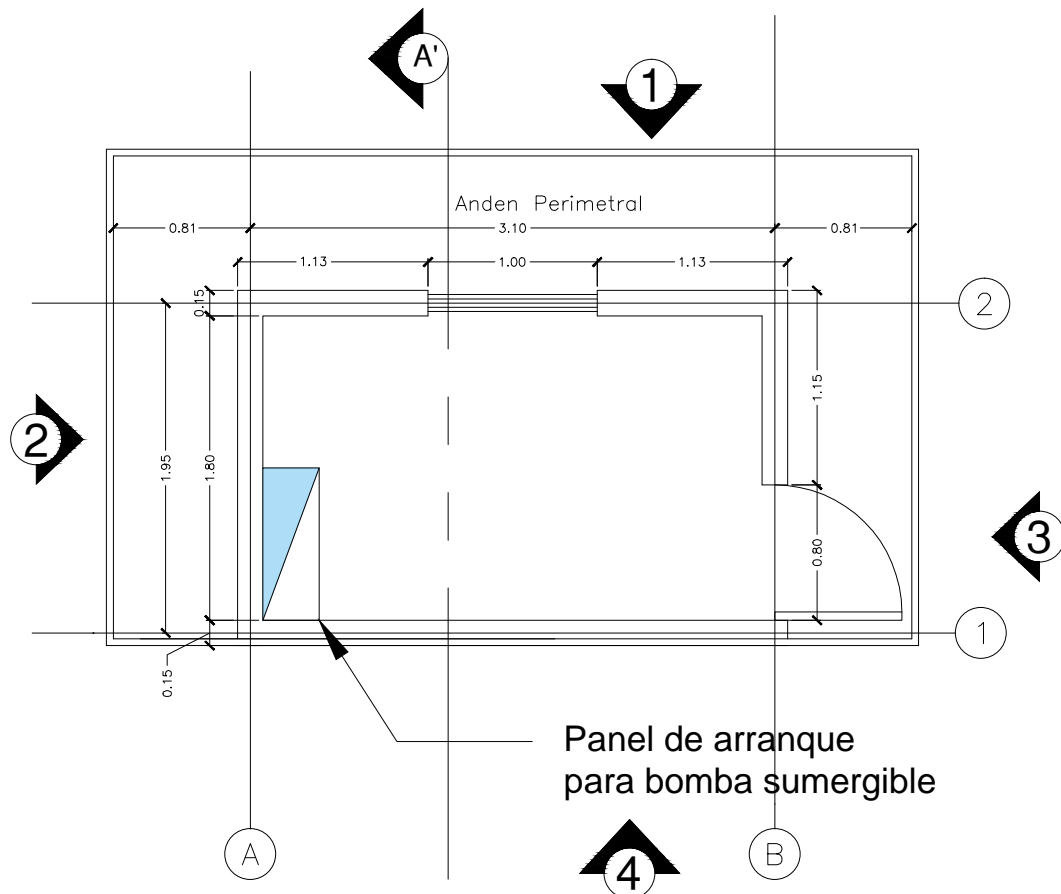
ESCALA : LA INDICADA

FECHA : MARZO 2022

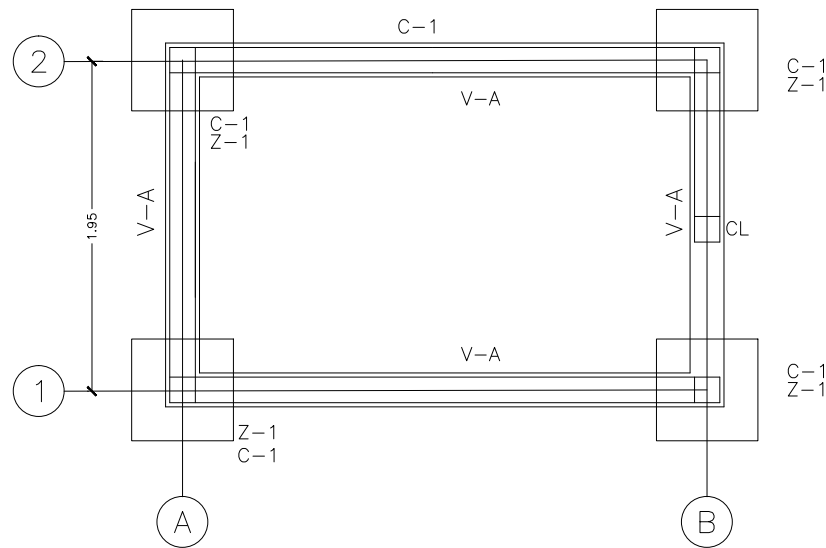
HOJA N°
04

DE :
06

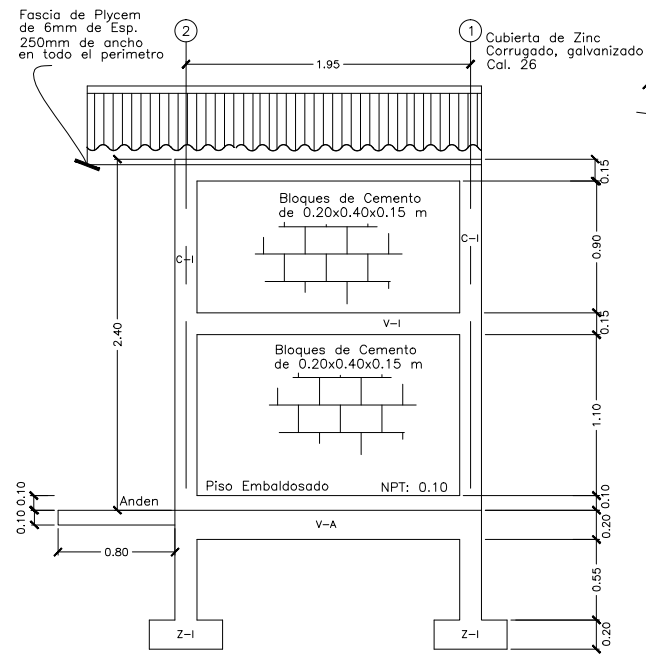
DETALLE DE CASETA DE OPERADOR Y ESTACION DE BOMBEO



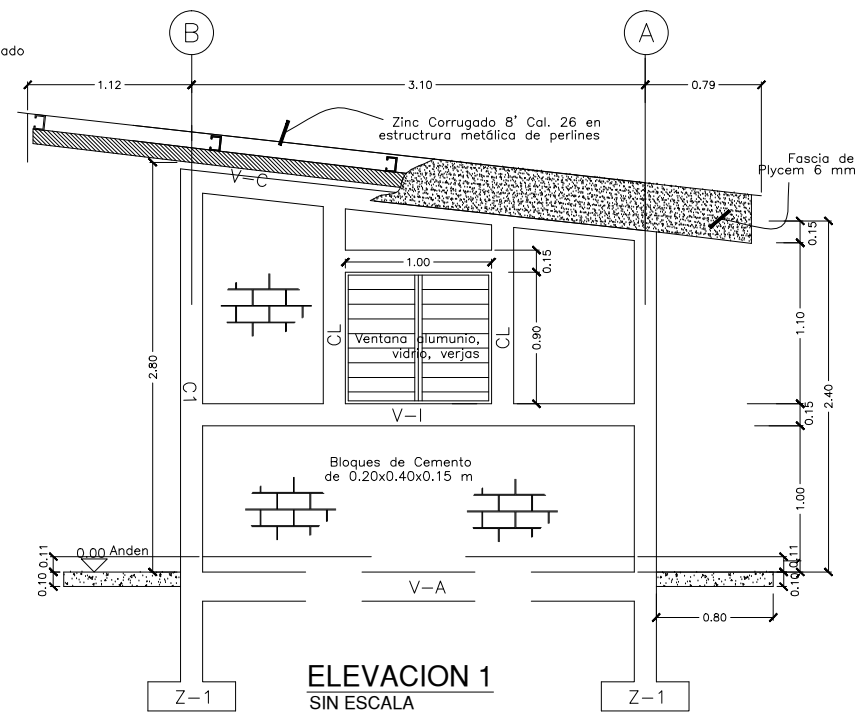
PLANTA ARQUITECTONICA SIN ESCALA



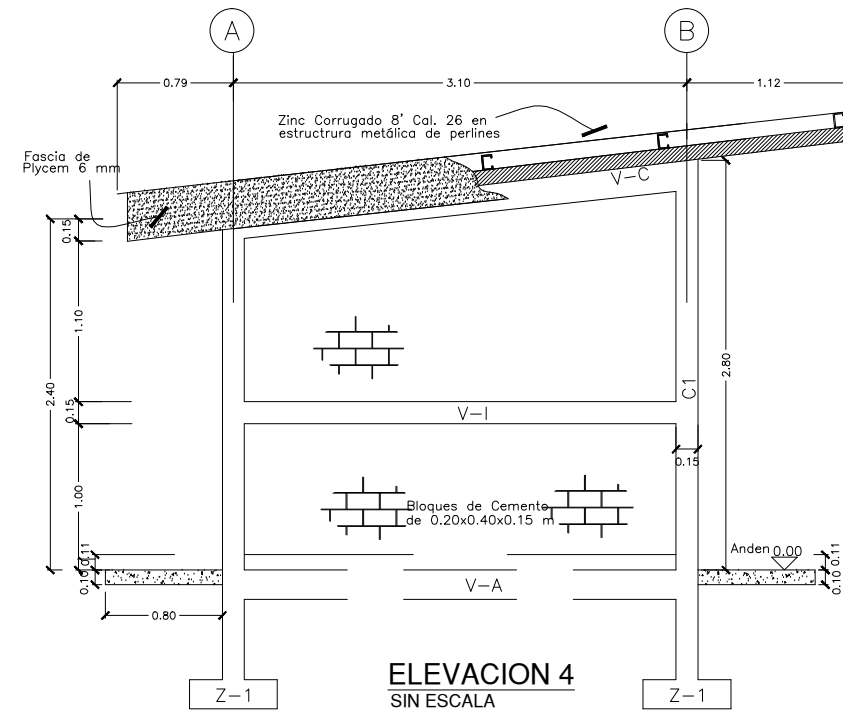
PLANTA DE FUNDACIONES SIN ESCALA



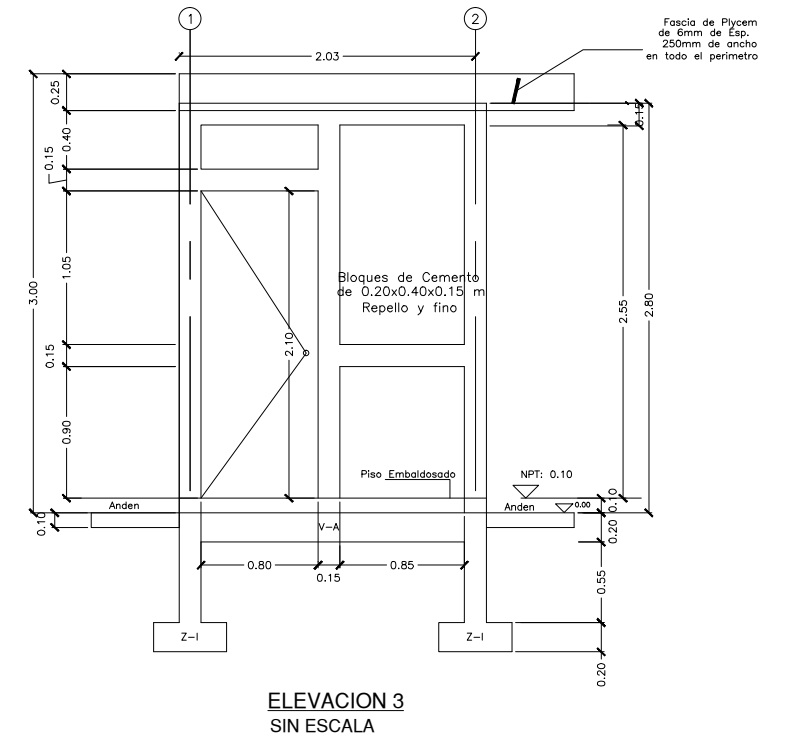
ELEVACION 2 SIN ESCALA



ELEVACION 1 SIN ESCALA



ELEVACION 4 SIN ESCALA



ELEVACION 3 SIN ESCALA



PROYECTO :
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO
 UBICACION : CIUDAD SANDINO, COMARCA CUAJACHILLO 1

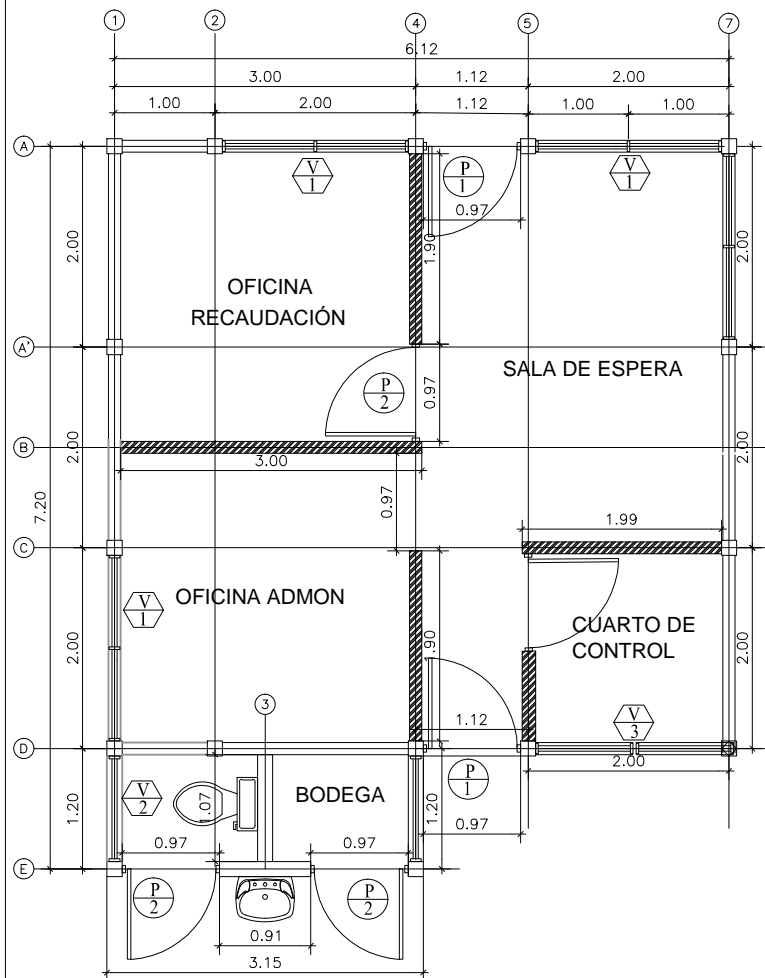
CONTENIDO :
 CASETA DE VIGILANCIA
 PLANTA ARQUITECTÓNICA /
 ESTRUCTURAL / ELEVACIONES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

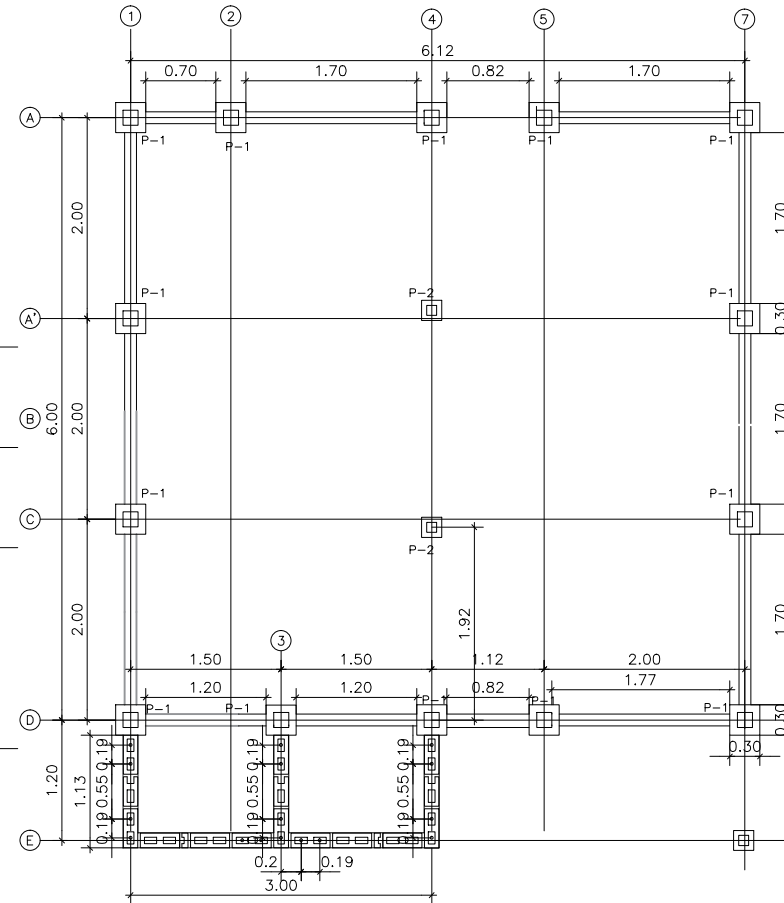
DIBUJO : DARWIN ELIEZER MENDOZA OSORIO
 REVISO : MSC. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

ESCALA : LA INDICADA
 FECHA : MARZO 2022

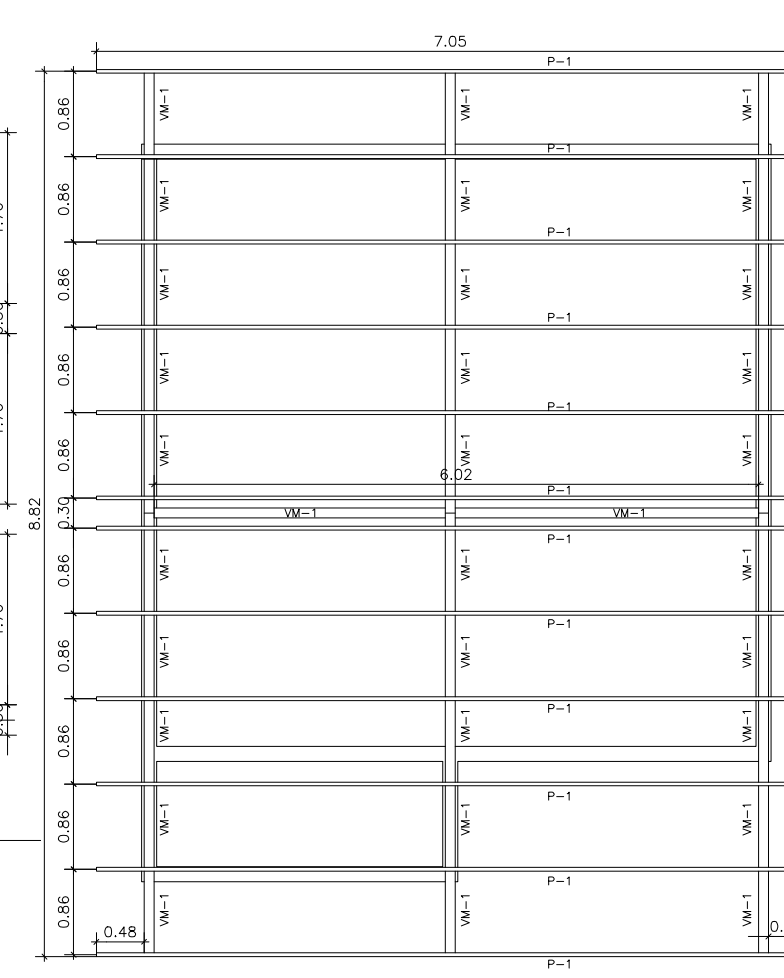
HOJA N°
05
 DE :
06



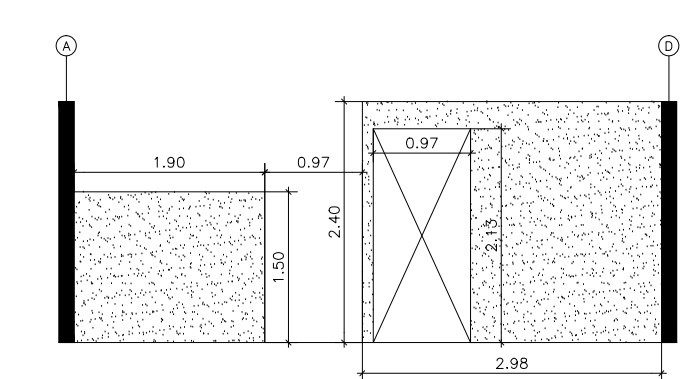
PLANTA ARQUITECTÓNICA



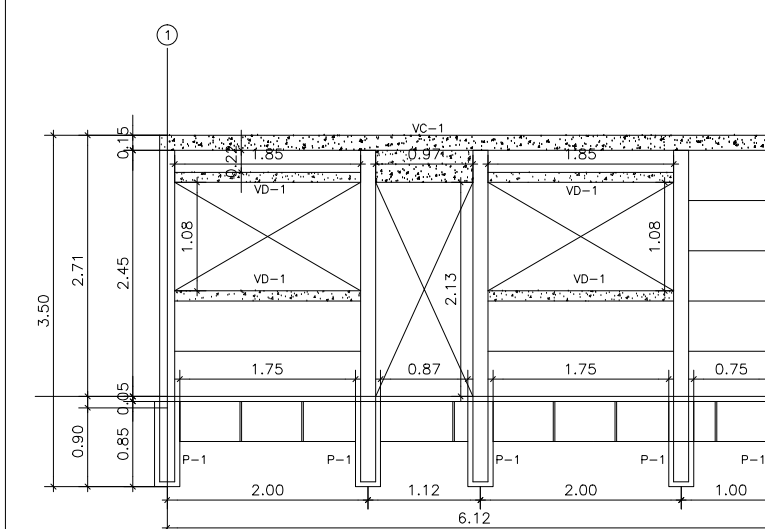
PLANTA DE FUNDACIONES



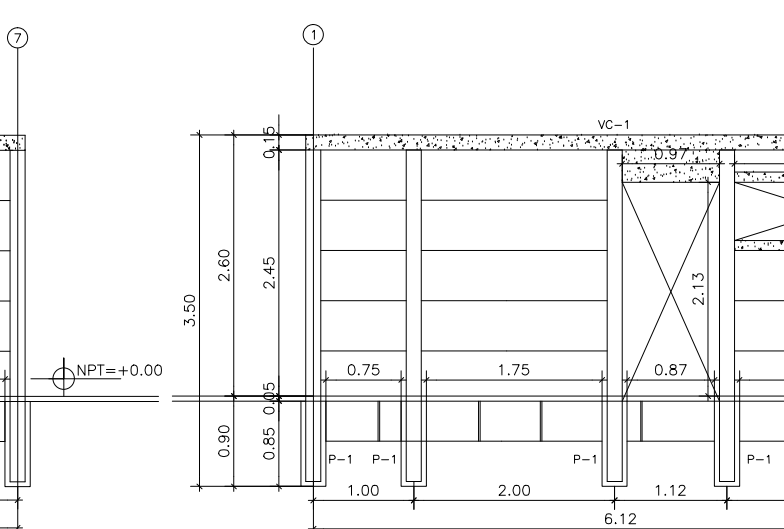
PLANTA DE ESTRUCTURAL DE TECHO



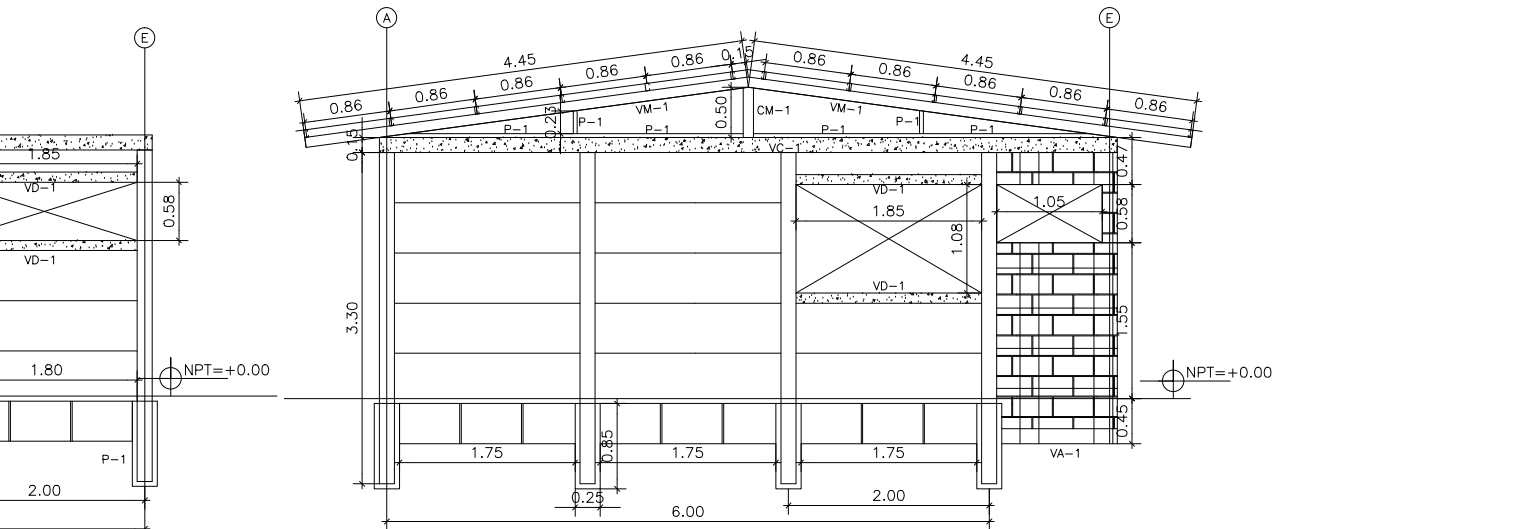
ELEVACIÓN DE PARTICIONES INTERNAS EJE 4



ELEVACIÓN EJE A



ELEVACIÓN EJE D



ELEVACIÓN EJE 1



PROYECTO :
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO
 UBICACION : CIUDAD SANDINO, COMARCA CUAJACHILLO 1

CONTENIDO :
 OFICINA DE ADMINISTRACIÓN Y ESTACIÓN DE BOMBEO
 PLANTA ARQUITECTÓNICA / FUNDACIONES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 DIBUJO : DARWIN ELIEZER MENDOZA OSORIO
 REVISO : MSC. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

ESCALA : LA INDICADA
 FECHA : MARZO 2022

HOJA N°
06
 DE :
06

Anexo D – Take off de obras

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO

UBICACIÓN: Municipio de Ciudad Sandino, Comarca Cuajachillo 1, lotificación Comandante Silvio Mayorga

Etapa y sub Etapa	DESCRIPCION	U.M	Cantidad	Precio Unitario C\$	Costo Total	COSTOS UNITARIOS				COSTOS TOTALES			
						Materiales	M. Obras	Equipos	Totales	Materiales	M. Obras	Equipos	Totales
	Tapon pvc, sch 40, d: 100mm, campana cementada	c.u	10.00			C\$ 34.80			C\$ 34.80	C\$ 348.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 348.00
	Pegamento pvc (1/4 glon)	c.u	3.00			C\$ 378.28			C\$ 378.28	C\$ 1,134.84	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,134.84
	Hoja de sierra	c.u	4.00			C\$ 49.99			C\$ 49.99	C\$ 199.96	C\$ -	C\$ -	C\$ 199.96
	Fontanero	día	1.40				C\$ 242.15		C\$ 242.15	C\$ -	C\$ 339.01	C\$ -	C\$ 339.01
	Ayudante	día	1.40				C\$ 605.37		C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 847.52	C\$ -	C\$ 847.52
330	RED DE DISTRIBUCIÓN				C\$ 515,564.42								
01	Excavación para tubería (ancho: 0.60m, desplante 1.50m)	m3	773.95	C\$ 174.02	C\$ 134,680.89								C\$ 134,680.89
	Retroexcavadora (inc. Operador)	hrs	46.65					C\$ 2,130.00	C\$ 2,130.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 99,360.13	C\$ 99,360.13
	Ayudante de equipo	día	6.00				C\$ 201.79		C\$ 201.79	C\$ -	C\$ 1,210.74	C\$ -	C\$ 1,210.74
	combustible (Dissiel)	glon	285.34			C\$ 119.54			C\$ 119.54	C\$ 34,110.02	C\$ -	C\$ -	C\$ 34,110.02
11	Relleno y compactación (con retroexcavadora, capa inferior por saturación, capa superior con vibrocompactadora)	m3	773.95	C\$ 289.03	C\$ 223,694.42								C\$ 223,694.42
	Retroexcavadora (inc. Operador)	hrs	34.99					C\$ 2,130.00	C\$ 2,130.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 74,520.09	C\$ 74,520.09
	Cisterna (2500glon, inc. Operador)	día	4.37					C\$ 3,550.00	C\$ 3,550.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 15,525.02	C\$ 15,525.02
	Vibrocompactadora 8ton	hrs	34.99					C\$ 1,420.00	C\$ 1,420.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 49,680.06	C\$ 49,680.06
	Ayudante de equipo	día	13.12				C\$ 605.37		C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 7,942.29	C\$ -	C\$ 7,942.29
	combustible (Dissiel)	glon	635.98			C\$ 119.54			C\$ 119.54	C\$ 76,026.95	C\$ -	C\$ -	C\$ 76,026.95
15	Suministro e instalación de tubería pvc sdr 26, d: 50mm, campana cementada	ml	677.80	C\$ 73.74	C\$ 49,981.29								C\$ 49,981.29
	Tubo pvc campana cementada, sdr 26,d: 50mm	c.u	123.00			C\$ 365.99			C\$ 365.99	C\$ 45,016.77	C\$ -	C\$ -	C\$ 45,016.77
	Pegamento pvc (1/4 glon)	día	3.00			C\$ 378.28			C\$ 378.28	C\$ 1,134.84	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,134.84
	Fontanero	día	4.52				C\$ 242.15		C\$ 242.15	C\$ -	C\$ 1,094.20	C\$ -	C\$ 1,094.20
	Ayudante	día	4.52				C\$ 605.37		C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 2,735.48	C\$ -	C\$ 2,735.48
18	Suministro e instalación de tubería pvc sdr 26, d: 100mm, campana cementada	ml	196.85	C\$ 435.52	C\$ 85,730.13								C\$ 85,730.13
	Tubo pvc campana cementada, sdr 26,d: 100mm	c.u	36.00			C\$ 2,339.99			C\$ 2,339.99	C\$ 84,239.64	C\$ -	C\$ -	C\$ 84,239.64
	Pegamento pvc (1/4 glon)	día	1.00			C\$ 378.28			C\$ 378.28	C\$ 378.28	C\$ -	C\$ -	C\$ 378.28
	Fontanero	día	1.31				C\$ 242.15		C\$ 242.15	C\$ -	C\$ 317.78	C\$ -	C\$ 317.78
	Ayudante	día	1.31				C\$ 605.37		C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 794.43	C\$ -	C\$ 794.43
22	Pruebas hidroestática	c.u	2.00	C\$ 8,875.00	C\$ 17,750.00								C\$ 17,750.00
	Prueba hidroestática	c.u	2.00			C\$ 8,875.00			C\$ 8,875.00	C\$ 17,750.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 17,750.00
25	Valvulas y accesorios	c.u	22.00	C\$ 169.44	C\$ 3,727.69								C\$ 3,727.69
	Suministro e instalación de accesorios pvc, sch 40, campana cementada		22.00										
	Reductor pvc, sch 40, 100mm x 50mm, campana cementada	c.u	6.00			C\$ 142.35			C\$ 142.35	C\$ 854.10	C\$ -	C\$ -	C\$ 854.10
	Codo pvc 90°, sch 40, d: 100mm, campana cementada	c.u	1.00			C\$ 142.35			C\$ 142.35	C\$ 142.35	C\$ -	C\$ -	C\$ 142.35
	Codo pvc 90°, sch 40, d: 50mm, campana cementada	c.u	1.00			C\$ 142.35			C\$ 142.35	C\$ 142.35	C\$ -	C\$ -	C\$ 142.35
	Tee pvc, sch 40, 100mm x 100mm x 100mm campana cementada	c.u	1.00			C\$ 68.56			C\$ 68.56	C\$ 68.56	C\$ -	C\$ -	C\$ 68.56
	Tee pvc, sch 40, 50mm x 50mm x 50mm campana cementada	c.u	4.00			C\$ 68.56			C\$ 68.56	C\$ 274.24	C\$ -	C\$ -	C\$ 274.24
	Cruz pvc, sch 40, 100mm x 100mm x 100mm x 100mm campana cementada	c.u	1.00			C\$ 177.94			C\$ 177.94	C\$ 177.94	C\$ -	C\$ -	C\$ 177.94
	Tapon pvc, sch 40, d: 50mm, campana cementada	c.u	8.00			C\$ 22.42			C\$ 22.42	C\$ 179.36	C\$ -	C\$ -	C\$ 179.36
	Pegamento pvc (1/4 glon)	c.u	2.00			C\$ 378.28			C\$ 378.28	C\$ 756.56	C\$ -	C\$ -	C\$ 756.56
	Hoja de sierra	c.u	4.00			C\$ 49.99			C\$ 49.99	C\$ 199.96	C\$ -	C\$ -	C\$ 199.96
	Fontanero	día	1.10				C\$ 242.15		C\$ 242.15	C\$ -	C\$ 266.37	C\$ -	C\$ 266.37
	Ayudante	día	1.10				C\$ 605.37		C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 665.91	C\$ -	C\$ 665.91

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO

UBICACIÓN: Municipio de Ciudad Sandino, Comarca Cuajachillo 1, lotificación Comandante Silvio Mayorga

Etapa y sub Etapa	DESCRIPCION	U.M	Cantidad	Precio Unitario C\$	Costo Total	COSTOS UNITARIOS				COSTOS TOTALES				
						Materiales	M. Obras	Equipos	Totales	Materiales	M. Obras	Equipos	Totales	
335	TANQUE DE ALMACENAMIENTO				C\$ 9,218,142.49									
03	Construcción de tanque metalico (75mil galones)	c.u	3.00	C\$ 2,980,091.72	C\$ 8,940,275.16									C\$ 8,940,275.16
	Construcción de tanque metalico apoyado sobre suelo, (capacidad de tanque: 75mil galones), inc. Base de concreto reforzado	c.u	3.00			C\$ 2,677,500.00		C\$ 2,130.00	C\$ 2,679,630.00	C\$ 8,032,500.00	C\$ -	C\$ 6,390.00	C\$ 8,038,890.00	
	suministro y aplicación de pintura epoxica grado alimenticio FDA, espesor 9-12mils (area interna)	m2	481.98			C\$ 1,016.01			C\$ 1,016.01	C\$ 489,696.50	C\$ -	C\$ -	C\$ 489,696.50	
	Suministro y aplicación de pintura epoxica masterbond bt 10 4.68 con perfil de anclaje 1 - 1.5milg, pintura de poliuretano TO 3.46 color celeste pelicula 2mils	m2	386.82			C\$ 1,064.29			C\$ 1,064.29	C\$ 411,688.66	C\$ -	C\$ -	C\$ 411,688.66	
06	Caseta de vigilancia	m2	6.00	C\$ 12,425.00	C\$ 74,550.00									C\$ 74,550.00
	Construcción de caseta de vigilancia de ladrillo cuarteron, estructura de techo metalica con cubierta de lamina de zinc cal. 26, inc. Sistema electrico, y sistema hidrosanitario	m2	6.00			C\$ 12,425.00			C\$ 12,425.00	C\$ 74,550.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 74,550.00	
08	Cerca perimetral y portones	m2	350.00	C\$ 580.91	C\$ 203,317.33									C\$ 203,317.33
	Construcción de cerramiento perimetral con tubo redondo 2pulg. y malla expandida (altura: 2.50m)	ml	140.00			C\$ 1,452.27			C\$ 1,452.27	C\$ 203,317.33	C\$ -	C\$ -	C\$ 203,317.33	
345	ESTACIÓN DE BOMBEO				C\$ 748,260.67									
01	Construcción de area administrativa (inc. Area de administración, atención al cliente, servicios sanitarios y area de control de bomba)	m2	40.00	C\$ 11,807.43	C\$ 472,297.00									C\$ 472,297.00
	Construcción de area administrativa (inc. Area de administración, atención al cliente, servicios sanitarios y area de control de bomba), con loseta y postes prefabricados, particiones livianas	m2	40.00			C\$ 9,677.43		C\$ 2,130.00	C\$ 11,807.43	C\$ 387,097.00	C\$ -	C\$ 85,200.00	C\$ 472,297.00	
03	Equipos, tuberías y accesorios	glb	1.00	C\$ 174,305.00	C\$ 174,305.00									C\$ 174,305.00
	Sarta de bombeo (inc. Valvula ventosa combinada, union mecanica hf, manometro con glicerina, caudalimetro woltman, valvula de retención horizontal, cruz bridada 4pulg, valvula de compuerta hf 4pulg, reductor bridado 3pulg, valvula de alivio 3pulg, codo bridado 4pulg x 45°)	c.u	1.00			C\$ 172,175.00		C\$ 2,130.00	C\$ 174,305.00	C\$ 172,175.00	C\$ -	C\$ 2,130.00	C\$ 174,305.00	
06	Cerca perimetral y portones	m2	175.00	C\$ 580.91	C\$ 101,658.67									C\$ 101,658.67
	Construcción de cerramiento perimetral con tubo redondo 2pulg. y malla expandida (altura: 2.50m)	ml	70.00			C\$ 1,452.27			C\$ 1,452.27	C\$ 101,658.67	C\$ -	C\$ -	C\$ 101,658.67	
360	PLANTA DE PURIFICACIÓN				C\$ 45,795.00									
01	Equipo de cloración completo	c.u	1.00	C\$ 45,795.00	C\$ 45,795.00									C\$ 45,795.00
	Suministro e instalación de equipo de cloración (inc. Tanque 250lt, dosificador de cloro 24gpd, 100psi, accesorios par asu instalación, hipoclorito (CL2 75%))	c.u	1.00			C\$ 45,795.00			C\$ 45,795.00	C\$ 45,795.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 45,795.00	
350	CONEXIONES				C\$ 857,662.36									
01	conexiones domiciliars	c.u	152.00	C\$ 2,402.31	C\$ 365,150.45									C\$ 365,150.45
	Excavación para tubería (ancho: 0.60m, desplante 1.50m), con backhoe	m3	658.80											
	Retroexcavadora (inc. Operador)	hrs	39.04					C\$ 2,130.00	C\$ 2,130.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 83,155.20	C\$ 83,155.20	
	Ayudante de equipo	dia	5.00					C\$ 201.79	C\$ 201.79	C\$ -	C\$ 1,008.95	C\$ -	C\$ 1,008.95	
	combustible (Dissiel)	glon	237.78			C\$ 119.54			C\$ 119.54	C\$ 28,425.02	C\$ -	C\$ -	C\$ 28,425.02	

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO

UBICACIÓN: Municipio de Ciudad Sandino, Comarca Cuajachillo 1, lotificación Comandante Silvio Mayorga

Etapa y sub Etapa	DESCRIPCION	U.M	Cantidad	Precio Unitario C\$ (incremento 50%)	Costo Total	COSTOS UNITARIOS				COSTOS TOTALES				
						Materiales	M. Obras	Equipos	Totales	Materiales	M. Obras	Equipos	Totales	
310	PRELIMINARES				C\$ 60,628.40									
01	Limpieza inicial	m2	894.57	C\$ 36.17	C\$ 32,358.95									C\$ 21,572.64
	Limpieza con equipo (Backhoe)	hrs	9.94					C\$ 2,130.00	C\$ 2,130.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 21,171.49	C\$ -	C\$ 21,171.49
	Ayudante	hrs	9.94				C\$ 25.22		C\$ 25.22	C\$ -	C\$ 250.72	C\$ -	C\$ -	C\$ 250.72
	Oficial	hrs	4.97				C\$ 30.27		C\$ 30.27	C\$ -	C\$ 150.43	C\$ -	C\$ -	C\$ 150.43
02	Trazo y nivelación	ml	894.57	C\$ 18.19	C\$ 16,269.45									C\$ 10,846.30
	Topografía (inc. Topografo, cadenero)	dia	2.00				C\$ 4,288.15		C\$ 4,288.15	C\$ -	C\$ 8,576.30	C\$ -	C\$ -	C\$ 8,576.30
	Cuarton 2pulg x 2pulg x 5vrs	c.u	7.00			C\$ 260.00			C\$ 260.00	C\$ 1,820.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,820.00
	Spray	c.u	5.00			C\$ 90.00			C\$ 90.00	C\$ 450.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 450.00
05	Rotulo	c.u	1.00	C\$ 12,000.00	C\$ 12,000.00									C\$ 8,000.00
	Suministro e instalación de rotulo metalico con pantalla de vynil (1.00mts x 2.50mts)	c.u	1.00			C\$ 8,000.00			C\$ 8,000.00	C\$ 8,000.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 8,000.00
315	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CAMINOS DE ACCESO				C\$ 49,500.00									
09	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00	C\$ 49,500.00	C\$ 49,500.00									C\$ 33,000.00
	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00					C\$ 33,000.00	C\$ 33,000.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 33,000.00	C\$ -	C\$ 33,000.00
330	LINEA DE DISTRIBUCIÓN				C\$ 798,962.43									
01	Excavación para tubería (ancho: 0.60m, desplante 1.50m)	m3	805.11	C\$ 250.92	C\$ 202,021.34									C\$ 134,680.89
	Retroexcavadora (inc. Operador)	hrs	46.65					C\$ 2,130.00	C\$ 2,130.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 99,360.13	C\$ -	C\$ 99,360.13
	Ayudante de equipo	dia	6.00				C\$ 201.79		C\$ 201.79	C\$ -	C\$ 1,210.74	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,210.74
	combustible (Dissiel)	glon	285.34			C\$ 119.54			C\$ 119.54	C\$ 34,110.02	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 34,110.02
11	Relleno y compactación (con retroexcavadora, capa inferior por saturación, capa superior con vibrocompactadora)	m3	805.11	C\$ 416.76	C\$ 335,541.63									C\$ 223,694.42
	Retroexcavadora (inc. Operador)	hrs	34.99					C\$ 2,130.00	C\$ 2,130.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 74,520.09	C\$ -	C\$ 74,520.09
	Cisterna (2500glon, inc. Operador)	dia	4.37					C\$ 3,550.00	C\$ 3,550.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 15,525.02	C\$ -	C\$ 15,525.02
	Vibrocompactadora 8ton	hrs	34.99					C\$ 1,420.00	C\$ 1,420.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 49,680.06	C\$ -	C\$ 49,680.06
	Ayudante de equipo	dia	13.12				C\$ 605.37		C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 7,942.29	C\$ -	C\$ -	C\$ 7,942.29
	combustible (Dissiel)	glon	635.98			C\$ 119.54			C\$ 119.54	C\$ 76,026.95	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 76,026.95
15	Suministro e instalación de tubería pvc sdr 26, d: 50mm, campana cementada	ml	655.52	C\$ 109.89	C\$ 72,038.19									C\$ 48,025.46
	Tubo pvc campana cementada, sdr 26,d: 50mm	c.u	118.00			C\$ 365.99			C\$ 365.99	C\$ 43,186.82	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 43,186.82
	Pegamento pvc (1/4 glon)	dia	3.00			C\$ 378.28			C\$ 378.28	C\$ 1,134.84	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,134.84
	Fontanero	dia	4.37				C\$ 242.15		C\$ 242.15	C\$ -	C\$ 1,058.23	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,058.23
	Ayudante	dia	4.37				C\$ 605.37		C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 2,645.56	C\$ -	C\$ -	C\$ 2,645.56
18	Suministro e instalación de tubería pvc sdr 26, d: 100mm, campana cementada	ml	239.05	C\$ 656.91	C\$ 157,032.72									C\$ 104,688.48
	Tubo pvc campana cementada, sdr 26,d: 100mm	c.u	44.00			C\$ 2,339.99			C\$ 2,339.99	C\$ 102,959.56	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 102,959.56
	Pegamento pvc (1/4 glon)	dia	1.00			C\$ 378.28			C\$ 378.28	C\$ 378.28	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 378.28
	Fontanero	dia	1.59				C\$ 242.15		C\$ 242.15	C\$ -	C\$ 385.90	C\$ -	C\$ -	C\$ 385.90
	Ayudante	dia	1.59				C\$ 605.37		C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 964.74	C\$ -	C\$ -	C\$ 964.74
22	Pruebas hidroestatica	c.u	2.00	C\$ 13,312.50	C\$ 26,625.00									C\$ 17,750.00
	Prueba hidroestatica	c.u	2.00			C\$ 8,875.00			C\$ 8,875.00	C\$ 17,750.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 17,750.00
25	Valvulas y accesorios	c.u	20.00	C\$ 285.18	C\$ 5,703.56									C\$ 3,802.37
	Suministro e instalación de accesorios pvc, sch 40, campana cementada		20.00											
	Reductor pvc, sch 40, 100mm x 50mm, campana cementada	c.u	9.00			C\$ 142.35			C\$ 142.35	C\$ 1,281.15	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,281.15
	Codo pvc 90°, sch 40, d: 100mm, campana cementada	c.u	1.00			C\$ 142.35			C\$ 142.35	C\$ 142.35	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 142.35
	Codo pvc 90°, sch 40, d: 50mm, campana cementada	c.u	1.00			C\$ 142.35			C\$ 142.35	C\$ 142.35	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 142.35
	Tee pvc, sch 40, 100mm x 100mm x 100mm campana cementada	c.u	3.00			C\$ 68.56			C\$ 68.56	C\$ 205.68	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 205.68
	Tee pvc, sch 40, 50mm x 50mm x 50mm campana cementada	c.u	2.00			C\$ 68.56			C\$ 68.56	C\$ 137.12	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ 137.12

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO

UBICACIÓN: Municipio de Ciudad Sandino, Comarca Cuajachillo 1, lotificación Comandante Silvio Mayorga

Etapa y sub Etapa	DESCRIPCION	U.M	Cantidad	Precio Unitario C\$ (incremento 50%)	Costo Total	COSTOS UNITARIOS				COSTOS TOTALES			
						Materiales	M. Obras	Equipos	Totales	Materiales	M. Obras	Equipos	Totales
	Cruz pvc, sch 40, 100mm x 100mm x 100mm x 100mm campana cementada	c.u	-			C\$ 177.94			C\$ 177.94	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -
	Tapon pvc, sch 40, d: 50mm, campana cementada	c.u	4.00			C\$ 22.42			C\$ 22.42	C\$ 89.68	C\$ -	C\$ -	C\$ 89.68
	Pegamento pvc (1/4 glon)	c.u	2.00			C\$ 378.28			C\$ 378.28	C\$ 756.56	C\$ -	C\$ -	C\$ 756.56
	Hoja de sierra	c.u	4.00			C\$ 49.99			C\$ 49.99	C\$ 199.96	C\$ -	C\$ -	C\$ 199.96
	Fontanero	dia	1.00				C\$ 242.15		C\$ 242.15	C\$ -	C\$ 242.15	C\$ -	C\$ 242.15
	Ayudante	dia	1.00				C\$ 605.37		C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 605.37
350	CONEXIONES				C\$ 1,370,393.69								
01	conexiones domiciliars	c.u	170.00	C\$ 3,189.20	C\$ 542,163.36								C\$ 361,442.24
	Excavación para tubería (ancho: 0.60m, desplante 1.50m), con backhoe	m3	797.40										
	Retroexcavadora (inc. Operador)	hrs	39.04					C\$ 2,130.00	C\$ 2,130.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 83,155.20	C\$ 83,155.20
	Ayudante de equipo	dia	5.00					C\$ 201.79	C\$ 201.79	C\$ -	C\$ 1,008.95	C\$ -	C\$ 1,008.95
	combustible (Dissiel)	glon	237.78			C\$ 119.54			C\$ 119.54	C\$ 28,425.02	C\$ -	C\$ -	C\$ 28,425.02
	Relleno y compactación (con retroexcavadora, capa inferior por saturación, capa superior con vibrocompactadora)	m3	797.40										
	Retroexcavadora (inc. Operador)	hrs	29.28					C\$ 2,130.00	C\$ 2,130.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 62,366.40	C\$ 62,366.40
	Cisterna (2500glon, inc. Operador)	dia	3.66					C\$ 3,550.00	C\$ 3,550.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 12,993.00	C\$ 12,993.00
	Vibrocompactadora 8ton	hrs	29.28					C\$ 1,420.00	C\$ 1,420.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 41,577.60	C\$ 41,577.60
	Ayudante de equipo	dia	10.98					C\$ 605.37	C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 6,646.96	C\$ -	C\$ 6,646.96
	combustible (Dissiel)	glon	554.50			C\$ 119.54			C\$ 119.54	C\$ 66,287.15	C\$ -	C\$ -	C\$ 66,287.15
	Suministro e instalación de abrazaderas según diametro de tubería	c.u	170.00										
	Abrazadera pvc, sch 40, d: 100mm x 12.5mm	c.u	65.00			C\$ 604.92			C\$ 604.92	C\$ 39,319.80	C\$ -	C\$ -	C\$ 39,319.80
	Abrazadera pvc, sch 40, d: 50mm x 12.5mm	c.u	116.00			C\$ 138.45			C\$ 138.45	C\$ 16,060.20	C\$ -	C\$ -	C\$ 16,060.20
	Fontanero	dia	4.25					C\$ 242.15	C\$ 242.15	C\$ -	C\$ 1,029.14	C\$ -	C\$ 1,029.14
	Ayudante	dia	4.25					C\$ 605.37	C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 2,572.82	C\$ -	C\$ 2,572.82
06	Suministro e instalación de tubería d: 12.5mm, sdr 17.5, campana cementada	ml	886.00	C\$ 175.12	C\$ 155,160.47								C\$ 103,440.31
	Tubo pvc, sdr 17.5, d: 12.5mm, campana cementada	c.u	163.00			C\$ 129.99			C\$ 129.99	C\$ 21,188.37	C\$ -	C\$ -	C\$ 21,188.37
	Codo pvc 90°, sch 40, d: 12mm, campana cementada	c.u	510.00			C\$ 142.35			C\$ 142.35	C\$ 72,598.50	C\$ -	C\$ -	C\$ 72,598.50
	Tapon pvc, sch 40, d: 12mm, campana cementada	c.u	197.00			C\$ 22.42			C\$ 22.42	C\$ 4,416.74	C\$ -	C\$ -	C\$ 4,416.74
	Pegamento pvc (1/4 glon)	c.u	3.00			C\$ 378.28			C\$ 378.28	C\$ 1,134.84	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,134.84
	Hoja de sierra	c.u	10.00			C\$ 49.99			C\$ 49.99	C\$ 499.90	C\$ -	C\$ -	C\$ 499.90
	Fontanero	dia	4.25					C\$ 242.15	C\$ 242.15	C\$ -	C\$ 1,029.14	C\$ -	C\$ 1,029.14
	Ayudante	dia	4.25					C\$ 605.37	C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 2,572.82	C\$ -	C\$ 2,572.82
07	Suministro e instalación de medidor pvc (12mm) inc. Caja pvc	c.u	170.00	C\$ 3,959.23	C\$ 673,069.87								C\$ 448,713.24
	Medidor de agua 12mm	c.u	170.00			C\$ 1,520.00			C\$ 1,520.00	C\$ 258,400.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 258,400.00
	Caja para medidor de agua	c.u	170.00			C\$ 990.00			C\$ 990.00	C\$ 168,300.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 168,300.00
	Adaptador hembra, sch 40, d: 12.5mm	c.u	425.00			C\$ 10.44			C\$ 10.44	C\$ 4,437.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 4,437.00
	Llave de pase pvc, sch 40, d: 12.5mm	c.u	187.00			C\$ 59.99			C\$ 59.99	C\$ 11,218.13	C\$ -	C\$ -	C\$ 11,218.13
	Cinta teflon	c.u	85.00			C\$ 18.30			C\$ 18.30	C\$ 1,555.50	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,555.50
	Fontanero	dia	5.67					C\$ 242.15	C\$ 242.15	C\$ -	C\$ 1,372.18	C\$ -	C\$ 1,372.18
	Ayudante	dia	5.67					C\$ 605.37	C\$ 605.37	C\$ -	C\$ 3,430.43	C\$ -	C\$ 3,430.43
370	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				C\$ 32,448.33								
01	Limpeza final	glb	1.00	C\$ 32,448.33	C\$ 32,448.33								C\$ 21,632.22
	Desaño de material sobrante en camión	viaje	12.00						C\$ 1,500.00	C\$ 1,500.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 18,000.00
	ayudantes	dia	3.00					C\$ 1,210.74	C\$ 1,210.74	C\$ -	C\$ 3,632.22	C\$ -	C\$ 3,632.22
680	POZO PERFORADO				C\$ 6,911,212.50								
01	Extraer y sustituir bomba sumergible	c.u	138.99	C\$ 3,750.00	C\$ 521,212.50								C\$ 347,475.00
	Extraer y sustituir bomba sumergible	ml	138.99			C\$ 2,500.00			C\$ 2,500.00	C\$ 347,475.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 347,475.00
04	Suministro e instalación de bomba sumergible 40Hp, Q: 200gpm, CDT: 156m	c.u	2.00	C\$ 3,195,000.00	C\$ 6,390,000.00								C\$ 4,260,000.00

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO

UBICACIÓN: Municipio de Ciudad Sandino, Comarca Cuajachillo 1, Lotificación Comandante Silvio Mayorga

Etapa y sub Etapa	DESCRIPCION	U.M	Cantidad	Precio Unitario C\$ (incremento 50%)	Costo Total	COSTOS UNITARIOS				COSTOS TOTALES			
						Materiales	M. Obras	Equipos	Totales	Materiales	M. Obras	Equipos	Totales
	Suministro e instalación de equipo (inc. Panel de arranque, caja de control, cables)	c.u	2.00			C\$ 2,130,000.00			C\$ 2,130,000.00	C\$ 4,260,000.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 4,260,000.00
Costo directo					C\$ 9,223,145.36								
Costo de administración					C\$ 737,851.63								
Imprevistos					C\$ 922,314.54								
Sub-total					C\$ 10,883,311.52								
Impuesto (IVA)					C\$ 1,521,818.98								
Total general					C\$ 12,405,130.50								

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL PROYECTO HABITACIONAL BISMARCK MARTÍNEZ 2, LOTIFICACIÓN COMANDANTE SILVIO MAYORGA DELGADO DE LA COMUNIDAD DE CUAJACHILLO 2 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO

UBICACIÓN: Municipio de Ciudad Sandino, Comarca Cuajachillo 1, lotificación Comandante Silvio Mayorga

I FASE DE CONSTRUCCIÓN

Etapa y sub Etapa	DESCRIPCION	U.M	Cantidad	Precio Unitario C\$	Costo Total
310	PRELIMINARES				C\$ 55,761.91
01	Limpieza inicial	m2	1,487.68	24.12	35,875.61
02	Trazo y nivelación	ml	1,487.68	7.99	11,886.30
05	Rotulo	c.u	1.00	8,000.00	8,000.00
315	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CAMINOS DE ACCESO				C\$ 33,000.00
09	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00	33,000.00	33,000.00
320	LINEA DE CONDUCCIÓN				C\$ 523,560.11
01	Excavación para tubería (ancho: 0.60m, desplante 1.50m)	m3	564.97	178.32	100,745.23
11	Relleno y compactación (con retroexcavadora, capa inferior por saturación, capa superior con vibrocompactadora)	m3	564.97	203.09	114,741.14
11	Instalación de tubería d: 100mm, sdr 26	ml	627.74	431.69	270,991.92
23	Pruebas hidroestática	c.u	2.00	8,875.00	17,750.00
25	Valvulas y accesorios	c.u	29.00	666.61	19,331.82
330	RED DE DISTRIBUCIÓN				C\$ 515,564.42
01	Excavación para tubería (ancho: 0.60m, desplante 1.50m)	m3	773.95	174.02	134,680.89
11	Relleno y compactación (con retroexcavadora, capa inferior por saturación, capa superior con vibrocompactadora)	m3	773.95	289.03	223,694.42
15	Suministro e instalación de tubería pvc sdr 26, d: 50mm, campana cementada	ml	677.80	73.74	49,981.29
18	Suministro e instalación de tubería pvc sdr 26, d: 100mm, campana cementada	ml	196.85	435.52	85,730.13
22	Pruebas hidroestática	c.u	2.00	8,875.00	17,750.00
25	Valvulas y accesorios	c.u	22.00	169.44	3,727.69
335	TANQUE DE ALMACENAMIENTO				C\$ 9,218,142.49
03	Construcción de tanque metalico (75mil galones)	c.u	3.00	2,980,091.72	8,940,275.16
06	Caseta de vigilancia	m2	6.00	12,425.00	74,550.00
08	Cerca perimetral y portones	m2	350.00	580.91	203,317.33
345	ESTACIÓN DE BOMBEO				C\$ 748,260.67
01	Construcción de area administrativa (inc. Area de administración, atención al cliente, servicios sanitarios y area de control de bomba)	m2	40.00	11,807.43	472,297.00
03	Equipos, tuberías y accesorios	glb	1.00	174,305.00	174,305.00
06	Cerca perimetral y portones	m2	175.00	580.91	101,658.67
360	PLANTA DE PURIFICACIÓN				C\$ 45,795.00
01	Equipo de cloración completo	c.u	1.00	45,795.00	45,795.00
350	CONEXIONES				C\$ 857,662.36
01	conexiones domiciliars	c.u	152.00	2,402.31	365,150.45
06	Suministro e instalación de tubería d: 12.5mm, sdr 17.5, campana cementada	ml	732.00	124.67	91,261.49
07	Suministro e instalación de medidor pvc (12mm) inc. Caja pvc	c.u	152.00	2,639.81	401,250.42
370	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				C\$ 21,632.22
01	Limpieza final	glb	1.00	21,632.22	21,632.22
680	POZO PERFORADO				C\$ 3,178,445.00
01	Perforación de pozo diametro de ademe: 200mm	c.u	138.99	5,500.00	764,445.00
04	Suministro e instalación de bomba sumergible 20Hp, Q: 110gpm, CDT: 156m	c.u	2.00	1,207,000.00	2,414,000.00
Costo directo					C\$ 15,197,824.18
Costo de administración					C\$ 1,215,825.93
Imprevistos					C\$ 1,519,782.42
Sub-total					C\$ 17,933,432.53
Impuesto (IVA)					C\$ 2,507,640.99
Total general					C\$ 20,441,073.52

II FASE DE CONSTRUCCIÓN (incremento 50% al costo actual)

Etapa y sub Etapa	DESCRIPCION	U.M	Cantidad	Precio Unitario C\$	Costo Total
310	PRELIMINARES				C\$ 60,628.40
01	Limpieza inicial	m2	894.57	36.17	32,358.95
02	Trazo y nivelación	ml	894.57	18.19	16,269.45
05	Rotulo	c.u	1.00	12,000.00	12,000.00
315	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CAMINOS DE ACCESO				C\$ 49,500.00
09	Movilización y desmovilización de equipos	glb	1.00	49,500.00	49,500.00
330	LINEA DE DISTRIBUCIÓN				C\$ 798,962.43
01	Excavación para tubería (ancho: 0.60m, desplante 1.50m)	m3	805.11	250.92	202,021.34
11	Relleno y compactación (con retroexcavadora, capa inferior por saturación, capa superior con vibrocompactadora)	m3	805.11	416.76	335,541.63
15	Suministro e instalación de tubería pvc sdr 26, d: 50mm, campana cementada	ml	655.52	109.89	72,038.19
18	Suministro e instalación de tubería pvc sdr 26, d: 100mm, campana cementada	ml	239.05	656.91	157,032.72
22	Pruebas hidroestática	c.u	2.00	13,312.50	26,625.00
25	Valvulas y accesorios	c.u	20.00	285.18	5,703.56
350	CONEXIONES				C\$ 1,370,393.69
01	conexiones domiciliarias	c.u	170.00	3,189.20	542,163.36
06	Suministro e instalación de tubería d: 12.5mm, sdr 17.5, campana cementada	ml	886.00	175.12	155,160.47
07	Suministro e instalación de medidor pvc (12mm) inc. Caja pvc	c.u	170.00	3,959.23	673,069.87
370	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				C\$ 32,448.33
01	Limpieza final	glb	1.00	32,448.33	32,448.33
680	POZO PERFORADO				C\$ 6,911,212.50
01	Extraer y sustituir bomba sumergible	c.u	138.99	3,750.00	521,212.50
04	Suministro e instalación de bomba sumergible 40Hp, Q: 200gpm, CDT: 156m	c.u	2.00	3,195,000.00	6,390,000.00
Costo directo					C\$ 9,223,145.36
Costo de administración					C\$ 737,851.63
Imprevistos					C\$ 922,314.54
Sub-total					C\$ 10,883,311.52
Impuesto (IVA)					C\$ 1,521,818.98
Total general					C\$ 12,405,130.50