

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA, NICARAGUA

UNAN - MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN



Monografía para optar al título de Ingeniero Civil

Propuesta de diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) para la comarca Jicarito del municipio de Santo Tomas – Chontales, periodo 2015-2034.

Elaborado por:

Br. Joseiling Carolina Guzmán Maliaños

Br. Elmer José Rodríguez García

Br. Marcos Danilo Salmerón Altamirano

Tutor: Dr. Bayardo Ramón Altamirano López

Asesor: Dr. Víctor Tirado Picado

Managua, Agosto 2015

CONTENIDO

I.	ASPECTOS GENERALES	14
1.1.	Introducción	14
1.2.	Antecedentes.....	15
1.3.	Justificación	16
1.4.	Objetivos.....	17
	Objetivos Específicos.....	17
1.5.	Marco Referencial	18
1.5.1.	Estudio socioeconómico.....	18
1.5.2.	Estudio de población	18
1.5.3.	Estudio hidrológico	19
1.5.4.	Estudio topografía.....	20
1.5.5.	Nivel de servicio.....	20
1.5.6.	Dotación.....	21
1.5.7.	Caudales nodales	21
1.5.8.	Normas y reglamentos	22
1.5.9.	Parámetros de diseño	22
1.5.10.	Diseño de los componentes del sistema.....	28
1.5.11.	Tratamiento y desinfección.....	41
1.5.12.	Estudio de impacto ambiental	41
1.6.	Diseño Metodológico	41
a.	Tipo de investigación.....	41
b.	Universo y muestra.....	42
c.	Operacionalización de variables.....	42
d.	Recopilación de información	45
e.	Procesamiento y análisis de la información	50
f.	Diseño de los elementos del sistema.....	56
g.	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	58

h.	Presupuesto.....	58
II.	DESARROLLO	60
2.1.	Diagnostico socioeconómico.....	60
2.1.1.	Descripción general de la comunidad	61
2.1.2.	Población	63
2.1.3.	Situación habitacional.....	64
2.1.4.	Servicios públicos existentes.....	66
2.1.5.	Situación económica	72
2.2.	Estudio Hidrológico.....	75
2.2.1.	Entorno geológico.....	75
2.2.2.	Inventario de las fuentes de agua disponibles	76
2.2.3.	Análisis de la calidad del agua	77
2.2.3.2.	Análisis de parámetros organolépticos.....	78
2.2.3.3.	Análisis bacteriológico	79
2.2.3.4.	Análisis de sustancias no deseadas.....	80
2.2.4.	Balance hídrico	81
2.2.4.1.	Recolección de datos meteorológicos.....	81
2.2.4.2.	Procesamiento de datos meteorológicos	82
2.2.4.4.	Estimación de la escorrentía superficial	84
2.3.	Estudio Topográfico.....	87
2.3.1.	Trabajo de campo.....	87
2.3.2.	Procesado de la información	88
2.4.	Diseño de los componentes del sistema.....	89
2.4.1.	Selección del nivel de servicio.....	89
2.4.2.	Análisis cualitativo del nivel de servicio.....	90
2.4.3.	Análisis cuantitativo del nivel de servicio	91
2.4.4.	Selección de la dotación.....	92
2.4.5.	Estimación de la población de diseño	96

2.4.6. Análisis de la fuente de abastecimiento	98
2.4.7. Diseño hidráulico del equipo de bombeo	99
2.4.8. Diseño hidráulico de la línea de conducción	104
2.4.9. Dimensionamiento del tanque de almacenamiento	106
2.4.10. Análisis hidráulico de la red de distribución.....	107
2.4.11. Condición: Tanque lleno y CMH.....	109
2.4.12. Resultados del análisis	113
2.4.13. Desinfección	114
2.5. Estudio de Impacto Ambiental	117
2.5.1 Introducción al estudio de impacto ambiental	117
2.5.2. Objetivos del estudio de impacto ambiental	117
2.5.3. Descripción general del proyecto	118
2.5.4. Instrumentos ambientales del SISGA y su relación en el marco legal nacional	118
2.5.5. Línea base ambiental	119
2.5.6. Evaluación cualitativa de los impactos generados en la etapa de construcción.....	124
2.5.7. Evaluación cualitativa de los impactos generados en la etapa de operación	132
2.5.8. Resultados de los impactos negativos y positivos	137
2.5.9. Plan de acción preventivo-correctivo.....	138
2.5.10. Conclusiones y recomendaciones del EIA	139
2.6. Presupuesto del Proyecto	140
III. RESULTADOS	145
IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	149
V. CONCLUSIONES	171
VI. RECOMENDACIONES	175
BIBLIOGRAFIA.....	176
ANEXOS.....	177

Índice de Tablas

Tabla 1: Periodo de diseño de los componentes de un SAAP.	23
Tabla 2: Parámetros bacteriológicos.	25
Tabla 3: Parámetros organolépticos.	26
Tabla 4: Parámetros físico-químicos.	27
Tabla 5: Parámetros para sustancias no deseadas.	27
Tabla 6: Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud.	28
Tabla 7: Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta).	31
Tabla 8: Valores de K para diferentes materiales de tubería.	36
Tabla 9: Constante de la capacidad de almacenamiento en función del volumen.	40
Tabla 10: Operacionalización de variable independiente	42
Tabla 11: Operacionalización de variables dependientes.	44
Tabla 12: Matriz de obtención de la información	46
Tabla 13: Evaluación de la recarga del acuífero	54
Tabla 14: población según edad y sexo	63
Tabla 15: Distribución de la población por escolaridad.	64
Tabla 16: Resumen de los servicios existentes en la comarca Jicarito	72
Tabla 17: Situación laboral en la comunidad.	72
Tabla 18: Producción, profundidad y nivel estático de los pozos	76
Tabla 19: Resultados del análisis físico-químico.	78
Tabla 20: Resultados del análisis de parámetros organolépticos.	79
Tabla 21: Resultados del análisis bacteriológico.	79
Tabla 22: Resultados del análisis químico.	80
Tabla 23: Resumen de cálculo de la constante ka.	82
Tabla 24: Resumen de cálculo de la constante l.	83
Tabla 25: Resumen de cálculo de la evapotranspiración potencial.	83
Tabla 26: Resumen de cálculo de la evapotranspiración potencial.	84
Tabla 27: Resumen de cálculo de aportaciones.	84
Tabla 28: Resumen de cálculo de la evaluación de la recarga del acuífero.	85
Tabla 29: Condiciones sociales y técnicas para la adopción de tomas domiciliarias.	89
Tabla 30: Análisis cualitativo del nivel de servicio.	90
Tabla 31: Valores de referencia para el análisis cualitativo de la capacidad de la fuente.	90
Tabla 32: Análisis cuantitativo del nivel de servicio.	91
Tabla 33: Resumen de cálculo de la proyección de población.	97
Tabla 34: Información general de la fuente.	98
Tabla 35: Especificaciones para cálculo del equipo de bombeo.	100
Tabla 36: Pérdidas localizadas como longitudes equivalentes de tubería.	101
Tabla 37: Resumen de resultados para la estación de bombeo.	103
Tabla 38: Resumen de resultados para la línea de conducción.	105
Tabla 39: Dimensiones finales del tanque de almacenamiento.	106
Tabla 40: Estado de nodos en la red.	110
Tabla 41: Estado de la línea de la red de distribución.	112
Tabla 42: Dosificación de hipoclorito de Calcio.	115
Tabla 43: Línea base ambiental.	120
Tabla 44: Identificación de impactos negativos en la etapa de construcción.	121
Tabla 45: Identificación de impactos negativos en la etapa de funcionamiento.	122
Tabla 46: Identificación de impactos positivos en la etapa de funcionamiento.	123
Tabla 47: Matriz causa-efecto de impactos negativos en la etapa de construcción.	125

Tabla 48: Evaluación de impactos negativos en la etapa de construcción.....	126
Tabla 49: Valoración de impactos negativos en la etapa de construcción.	127
Tabla 50: Matriz causa-efecto de impactos positivos en la etapa de construcción.	129
Tabla 51: Evaluación de impactos positivos en la etapa de construcción.	130
Tabla 52: Valoración de impactos positivos en la etapa de construcción.....	131
Tabla 53: Matriz causa-efecto de impactos negativos en la etapa de funcionamiento.	133
Tabla 54: Evaluación de impactos negativos en la etapa de funcionamiento.	134
Tabla 55: Valoración de impactos negativos en la etapa de funcionamiento.	135
Tabla 56: Matriz causa-efecto de impactos positivos en la etapa de funcionamiento.	135
Tabla 57: Evaluación de impactos positivos en la etapa de funcionamiento.....	136
Tabla 58: Valoración de impactos positivos en la etapa de funcionamiento.	137
Tabla 59: Total de impactos ambientales negativos generados por el proyecto.	137
Tabla 60: resultados obtenidos.	145
Tabla 61: resultados en los nodos.	146
Tabla 62: tipo de bomba a usar.....	146

Índice de graficas

Gráfica 1: Distribución de la población por sexo.....	64
Gráfica 2: Materiales de los cerramientos.....	65
Gráfica 3: Materiales de los techos.....	66
Gráfica 4: Fuentes de abastecimiento secundarias.....	67
Gráfica 5: Distribución del consumo de agua de pozo a lo largo del día.....	68
Gráfica 6: Expectativas de la población ante una nueva condición de servicio.....	68
Gráfica 7: Disposición de las aguas servidas.....	69
Gráfica 8: Disposición de desechos sólidos.....	70
Gráfica 9: Actividades económicas.....	73
Gráfica 10: Ingreso familiar mensual.....	74
Gráfica 11: Recarga vs precipitaciones.....	86
Gráfica 12: Gasto de agua por familiar para actividades domésticas.....	93
Gráfica 13: Animales predominantes en las viviendas.....	94
Gráfica 14: Comportamiento poblacional dentro del periodo de diseño.....	97
Gráfica 15: perfil de presiones en los nodos.....	113

Índice de Figura

Figura 1: Mapa de macrolocalización.....	61
Figura 2: Mapa de microlocalización.....	61
Figura 3: Litología subyacente del área del proyecto.....	75
Figura 4: Inventario de fuentes.....	76
Figura 5: Esquema de la red de distribución, etiquetado de líneas.....	108
Figura 7: Esquema de velocidades para la condición Tanque lleno y CMH.....	111

DEDICATORIA

De todo corazón y con mucha gratitud dedico este trabajo:

A Dios nuestro señor, por darme la vida, sabiduría y las fuerzas para seguir siempre adelante; por cuidar en todo momento de mi familia y de mí, por estar siempre conmigo en mis momentos más felices y en los más oscuros e inciertos de mi vida, gracias por no desampararme.

A mi madre, Isabel Cristina Maliaños Fajardo, por brindarme siempre su confianza y apoyo incondicional, por preocuparse y cuidar de mí, gracias por estar a mi lado todos estos años y espero que así sea por muchos más.

A mis amigos que compartimos y me apoyaron de diferentes maneras estos cinco años de mi carrera.

A mi grandes amigos Ricardo y Susie Murphis por su gran apoyo que me han brindado siempre que lo he necesitado.

Joseiling Carolina Guzmán Maliaños.

DEDICATORIA

Con mucho amor y gratitud dedico esta tesis monográfica.

A Dios por darme la vida, la sabiduría para lograr culminar este maravilloso reto, por cuidarme cada día de mi vida.

A mi madre por ser el pilar que cada día me anima a salir adelante a no darme por vencido, por esos consejos.

A mis hermanos por ser un apoyo en mi vida.

A la memoria de mi papa por apoyarme hasta el último de sus días.

A mi hija por ser el motor de mi vida.

Gracias a todos por ser parte de este este triunfo.

Elmer José Rodríguez García.

DEDICATORIA

Esta monografía está dedicada en primer lugar a Dios nuestro Señor que me ha brindado la vida la fuerza de voluntad y sabiduría para realizar este estudio superior y así poder optar al título de Ingeniería Civil.

A mis padres Enrique Salmerón y Juanita Altamirano por su gran confianza, apoyo económico, moral y amor incondicional durante toda mi vida hasta el día de hoy que gracias a ellos se logró la meta de todos mis estudios.

A mis hermanos y hermanas y toda mi familia quienes también me brindaron su apoyo en muchos aspectos de mi vida.

A mi amigo tutor, Dr. Ing. Bayardo Altamirano López y asesor Dr. Ing. Víctor Rogelio Tirado por su gran ayuda incondicional, consejos y buenos deseos en este proceso de culminación de mi carrera y a todos los docentes y compañeros que han hecho posible que se lograsen todos los estudios en la trayectoria de mi desarrollo intelectual hasta hoy.

Marcos Danilo Salmerón Altamirano.

AGRADECIMIENTO

A Dios Nuestro Señor, por darnos la vida, sabiduría y la voluntad de seguir siempre adelante, tendiéndonos su mano.

A nuestros padres y familiares, por inculcarnos buenos valores, habernos guiado cuando lo necesitamos, cuidarnos con amor, paciencia y dedicación; por habernos brindado su apoyo y confianza, sin ellos no hubiese sido posible el recorrer este camino tan largo.

A nuestros compañeros, por haber compartido con nosotros toda nuestra formación universitaria en un ambiente de respeto y amistad.

Un cordial agradecimiento a nuestro tutor, Dr.Ing.Ballardo Altamirano López y a nuestro asesor Dr.Ing. Víctor Rogelio Tirado Picado, por su amable atención, apoyo y ayuda en todo momento; a todos los docentes que nos impartieron con paciencia y dedicación, sus enseñanzas durante estos cinco años de carrera. A todas las personas que de una u otra manera han colaborado para que esta meta sea cumplida.

Carolina, Elmer y Marcos.

ABREVIATURAS

Acrónimos

ACI	American Concrete Institute
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Standard for Testing and Materials
CAPRE	Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
CAPS	Comités de Agua Potable y Saneamiento
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
FISE	Fondo de Inversión Social de Emergencia
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
INEC	Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INIDE	Instituto Nacional de Información de Desarrollo
NTON 09001-99	Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural
NTON 09002-99	Normas técnicas de saneamiento básico rural
MARENA	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MINSA	Ministerio de Salud
OMS	Organización Mundial de la Salud
RNC	Reglamento Nacional de la Construcción
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

Unidades de medida

cm	Centímetros
gl	Galones
gpm	Galones por minuto
gppd	Galones por persona por día
hf	Perdidas friccionantes
hl	Perdidas localizadas
HP	Horse Power
Kpa	Kilo pascal
KW	Kilo watts
lppd	Litros por persona por día
lps	Litros por segundo
lts	Litros
NPM	Número Más Probable
mm	Milímetros
m/seg	Metros por segundos
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
m.c.a.	Metros columna de agua
mg/lit	Miligramos por litro
m. s. n. m.	Metros sobre el nivel del mar
plg	Pulgadas
UNT	Unidades de Turbidez

Diversas

CMD	Consumo Máximo Día
CMH	Consumo Máximo Hora
CPD	Consumo Promedio Diario
CPDT	Consumo Promedio Diario Total
CTD	Carga Total Dinámica
G.A.	Golpe de Ariete
H.F.	Hierro Fundido
H.G.	Hierro Galvanizado
MABE	Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico
MAG	Mini Acueductos por Gravedad
PEA	Población Económicamente Activa
PEI	Población Económicamente Inactiva
PPCBM	Pozo Perforado Con una Bomba de Mecate
PVC	Cloruro de polivinilo
SAAP	Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

Resumen

El presente trabajo de graduación describe en forma detallada el procedimiento a través del cual se desarrolló la propuesta de diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico para la comarca Jicarito del municipio Santo Tomas, departamento de Chontales, para un periodo de 20 años (2015-2034); con el propósito de ayudar al mejoramiento de las condiciones higiénico-sanitarias de la comunidad.

El sistema fue diseñado a partir de las normas rurales para el abastecimiento de agua potable establecidas por el INAA, en combinación con los estatutos establecidos por el FISE para la formulación y desarrollo de proyectos de agua potable en el sub sector rural, considerando las condiciones particulares que rigen esta propuesta a través de un análisis a fondo de las características socioeconómicas de la comunidad, y características topográficas e hidrológicas del área en cuestión.

Se realizó la valoración del impacto ambiental generado por el proyecto durante las etapas de construcción y funcionamiento, con el objetivo de determinar las medidas de mitigación necesarias.

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

Capítulo I: Aspectos Generales

Capítulo II: Desarrollo

Capítulo III: Resultados

Capítulo IV: Especificaciones Técnicas

Capítulo V: Conclusiones

Capítulo VI: Recomendaciones

Capitulo I

Aspectos Generales

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción

El agua es uno de los recursos naturales fundamentales, y junto con el aire, la tierra y la energía constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo humano.

Los altos índices de crecimientos de la población a nivel general, además del desarrollo tecnológico en la industria de la construcción han provocado la necesidad de una distribución apropiada del agua y para poder lograr esto se deben realizar diseños adecuados de sistemas de distribución.

Estos diseños de sistemas de distribución del agua dependen gradualmente del tamaño poblacional, la topografía del terreno, fuentes hídricas, entre otros factores.

En este documento se presentan aspectos relevantes en la realización del diseño de un sistema de distribución de agua potable, que constara de una red combinada de tres circuitos analizados y seis ramales la distribución de los caudales en cada nudo se realizó mediante el programa EPANET.

Además se muestra el diseño de una estación de bombeo, según la población proyectada y el caudal de consumo estimado se diseñara un tanque de sección cuadrada; estos diseños estarán basados en las normas y especificaciones de INNA.

El sistema de abastecimiento, almacenaje y distribución, está destinado para la población de la comarca Jicarito, ubicado en el municipio de Santo Tomas, departamento de Chontales.

1.2. Antecedentes

La comarca Jicarito históricamente se ha visto afectado por el abastecimiento del vital líquido. El 60% de la población se abastece de pozos comunales sin ningún control de calidad de Agua, el 40% de la población se abastece de quebradas, ríos o Aguas superficiales. Ya que el alto costo que conlleva la perforación de pozos domiciliarios ha causado que durante años se haya dificultado la disponibilidad del agua en los hogares en cantidades suficientes para satisfacer sus necesidades primordiales.

El abastecimiento del vital líquido lo realizan mujeres y niños caminando más de 5 kilómetro para llevar el agua hasta sus hogares, esto además de hacer complicada la tarea ha repercutido en la mala calidad del agua que se consume, por la contaminación que se produce al manipularla. Esta situación en conjunto con la mala disposición de excretas y basura ha afectado a la salud pública, presentándose altos índices de enfermedades gastrointestinales que en su mayoría son causadas por agentes de origen hídrico.

1.3. Justificación

La comarca Jicarito, actualmente tiene un serio problema de desabastecimiento de agua potable, con el presente Proyecto se pretende mitigar la dificultad que enfrentan los habitantes de esta comarca del Municipio de Chontales, y mejorar su calidad de vida. Por estas razones se ha optado por una propuesta de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en la comarca, y a la vez esto permitirá poner en práctica la implementación de todos los conocimientos adquiridos en Ingeniería Sanitaria.

La comarca Jicarito se ha visto la necesidad urgente de agua potable y la creación de un sistema de abastecimiento, siendo el problema de investigación el siguiente:

¿La inexistencia de estudios y propuestas de diseños para un sistema de abastecimiento de agua potable afectan la salud, el desarrollo socio-económico de los pobladores de La comarca Jicarito?

Para el diseño de abastecimiento de agua potable se realizaron estudios topográficos, poblacionales e hidrológicos de la zona, proyectando la población y diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable de acuerdo a factores propios de la zona y usar los criterios y normas de INAA.

La elaboración de esta propuesta agilizará el proceso de aceptación por parte de los organismos encargados para realizar la inversión necesaria, ya que existirá una iniciativa planteada a partir de una necesidad que los futuros alcaldes pueden incluir en su plan de desarrollo.

Con la implementación del diseño, el sistema de distribución de agua potable se proyecta suministrar un volumen suficiente de agua a una presión adecuada y con calidad aceptable, desde la fuente de suministro hasta los consumidores a un costo razonable, mejorando su nivel de vida y disminuyendo el número de casos de enfermedades causadas por las situaciones antes expuestas.

1.4. Objetivos

Objetivo General

- Realizar propuesta de diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) para la Comarca Jicarito, ubicado en el municipio de Santo Tomas Chontales.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar las condiciones sociales y económicas de las familias de la comunidad.
- Diagnosticar la capacidad de producción de la fuente mediante un estudio hidrológico.
- Examinar las condiciones y calidad del terreno.
- Realizar el diseño hidráulico de los componentes del sistema.
- Realizar un estudio de evaluación de impacto ambiental.
- Elaborar el presupuesto del proyecto.

1.5. Marco Referencial

1.5.1. Estudio socioeconómico

La caracterización de la situación económica de la población será realizada mediante la aplicación de la encuesta socioeconómica (ver anexo 9), el principal indicador para determinar la capacidad económica será el ingreso total mensual de las familias.

1.5.2. Estudio de población

La determinación de las características de la población y su proyección futura, son los aspectos más importantes del análisis demográfico.

El estudio de población consistirá en la caracterización del estilo de vida de los habitantes de la comunidad, que incluirá, la densidad de población por zonas y sus características generales como estructuras por edades y nivel de ingreso general, además de las características habitacionales y comerciales, y la estimación de la tasa de crecimiento poblacional para la comunidad. La información requerida se obtendrá de la aplicación de la encuesta socioeconómica y de caracterización de la condición de servicio (ver anexo 9 y 10).

a) Proyección de la población

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

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

Dónde:

P_n = Población del año "n"

P_0 = Población al inicio del período de diseño

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

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

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

1.5.3. Estudio hidrológico

Con el fin de evaluar el potencial de las fuentes existentes dentro de la comunidad, se realizan observaciones detalladas de las fuentes con mayores posibilidades, mediante la realización de pruebas para evaluar su calidad y rendimiento potencial.

El estudio hidrológico conlleva un diagnóstico complejo de los acuíferos explotables para el proyecto, estudio que por lo general se realiza conjuntamente con la caracterización geológica de la zona, para establecer un estudio denominado hidrogeológico, con el que se puede definir la extensión y capacidad de recuperación de los acuíferos.

El estudio hidrológico comprenderá los siguientes parámetros: Calidad del agua de la fuente, rendimiento y el análisis de las precipitaciones en la zona a través del balance hídrico.

a) Calidad del agua

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el 80% de todas las enfermedades en el mundo están asociadas con el agua de mala calidad.

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

b) Rendimiento de la fuente

La aceptación de un pozo se realiza en base a su rendimiento, el que se mide a través de una prueba de bombeo, dicha prueba tiene como objetivo determinar el caudal máximo de explotación y de esta manera garantizar la durabilidad la fuente y por ende del sistema.

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

c) Balance hídrico

El estudio del balance hídrico se basa en la aplicación del principio de conservación de masas. Este establece que para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier período de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada (UNESCO, 1982).

A través del balance hídrico es posible realizar una evaluación cuantitativa espacial y temporal de los recursos hídricos. El balance hídrico realiza una estimación del contenido del agua disponible de una región considerando el tipo de suelo, la precipitación, la demanda potencial de agua de la atmósfera y la transpiración de la vegetación.

1.5.4. Estudio topografía

Los levantamientos topográficos se realizan con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre, estos levantamientos topográficos sirven de guía para saber las diferencias de alturas en el terreno y longitudes de los diferentes tramos de tubería.

1.5.5. Nivel de servicio

Con el objetivo de establecer un parámetro que garantice la integridad, vida útil y buen funcionamiento de todos los componentes del sistema (especialmente la fuente), se determina el nivel de servicio óptimo, contrastando las características y condiciones particulares de la población a servir, con los criterios y requisitos particulares establecidos por norma para la adopción de cada nivel de servicio.

a) Puestos públicos

Son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer dos a un máximo de 20 casas. La distancia máxima entre puesto y casa más alejada será de 100mts. Además se deberán ubicar puestos en las escuelas, centro de salud, centros Infantiles.

b) Conexiones domiciliarias

Son tomas de agua que se aplica en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

1.5.6. Dotación

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

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

1.5.7. Caudales nodales

Son muchos los métodos que pueden emplearse para la determinación de los caudales nodales, de entre estos sobresale el método de la longitud unitaria, por su fiabilidad, sencillez y fácil aplicación. El método consiste en calcular un caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total de la red.

Para obtener el caudal en cada tramo, se debe multiplicar el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente.

La expresión característica del método es la siguiente:

$$Q_i = q * L_i \quad (2)$$

Dónde:

$$q = Q_{mh} / L_t \quad (3)$$

q: Caudal unitario por metro lineal de tubería (l/s/m).

Qi: Caudal en el tramo "i" (l/s).

Qmh: Caudal máximo horario (l/s).

Lt: Longitud total de tubería del proyecto (m).

Li: Longitud del tramo "i" (m).

Los caudales nodales resultan de la repartición en partes iguales de los caudales por tramo, a los nudos de sus extremos (el caudal en un nudo, será la suma de los caudales de los tramos medios adyacentes).

1.5.8. Normas y reglamentos

Para el diseño de un sistema de agua potable en la zona rural se requiere de una serie de normas y criterios que no necesariamente deben ser los mismos del sector urbano, debido a que entre ambos existen diferencias de índole cultural, económica y social.

A nivel nacional los proyectos de agua potable y saneamiento rural, deben desarrollarse de conformidad con los estatutos establecidos por el INAA, en sus respectivas normativas.

- Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99).
- Normas técnicas de saneamiento básico rural (NTON 09002-99).

Sumado a estos deben considerarse los criterios particulares establecidos por el FISE, por ser la entidad del poder ejecutivo responsable de gestionar recursos, promover y ejecutar los programas, proyectos y acciones en el sub sector de agua y saneamiento rural.

1.5.9. Parámetros de diseño

a) Periodo de diseño

En los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema con los siguientes propósitos:

- Determinar los periodos en que satisfacen las demandas de la población.
- Que elementos del sistema deberán diseñarse por etapas.
- Cuáles serán las previsiones que deben considerarse para incorporar los nuevos componentes del sistema.

A continuación se indican los periodos de diseños económicos de los elementos componentes de un SAAP.

Tipos de Componentes	Periodo de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro Lento	20 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Tabla 1: Periodo de diseño de los componentes de un SAAP.

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

b) Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo están expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.¹

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPDT (Consumo promedio diario total) (4)

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPDT (Consumo promedio diario total) (5)

c) Presiones máximas y mínimas

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

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

¹ INNA. (2001). Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural. Mangua, Nicaragua.

d) Velocidades permisibles en tuberías

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

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

e) Cobertura de tuberías

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo.

f) Pérdidas de agua en el sistema

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

g) Parámetros de calidad del agua

El objetivo de controlar la calidad del agua es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación del sistema, para lo cual se deberán seguir las siguientes instrucciones.

- a) La fuente de agua a considerada para el proyecto, deberá ser objeto de por lo menos un análisis físico-químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.
- b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.
- c) Análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad de las aguas vigentes aprobadas por el INAA y MINSA.

En las tablas siguientes se muestran las concentraciones máximas permisibles de los parámetros establecidos por el INNA para evaluar la calidad del agua, dichos parámetros han sido adoptadas de las “Normas regionales de calidad del agua para el consumo humano”, editadas por CAPRE.

Origen	Parámetros (b)	Valor recomendado	Valor max. Admisible	Observaciones
A.- Todo tipo de agua de bebida	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	
B.- Agua que entra al sistema de distribución	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	
	Coliforme total	Negativo	≤4	En muestras no consecutivas
C.- Agua en el sistema de distribución detectado	Coliforme total	Negativo	≤4	En muestras puntuales
	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	No debe ser detectado en el 95% de las muestras anuales (c)

Tabla 2: Parámetros bacteriológicos.

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

- a) NMP/100 ml en caso de análisis por tubos múltiples o colonias/100 ml en el caso de análisis por el método de membranas filtrantes. El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la E. Coli. La bacteria coliforme total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.
- b) En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al muestreo y se investiga la presencia de coliforme fecal. Si el remuestreo da resultados negativos, no se toma en consideración las muestras adicionales recolectadas, cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no deben ser consideradas para la valoración anual de calidad.
- c) En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras al año, el porcentaje de muestras negativas debe ser ≥90%.

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Color verdadero	Mg/L (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 10 °C
			3 a 25 °C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12 °C
			3 a 25 °C

Tabla 3: Parámetros organolépticos.

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

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Iones de hidrogeno	Valor pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloro residual	mg/l	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	us/cm	400	
Dureza	mg/l CaCO ₃	400	
Sulfatos	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l		0.2
Calcio	mg/l CaCO ₃	100	
Cobre	mg/l	1.0	2.0
Magnesio	mg/l CaCO ₃	30	50
Sodio	mg/l	25	200

Potasio	mg/l		10
Sol. Tot. Disueltos.	mg/l		1000
Zinc	mg/l		3.0

Tabla 4: Parámetros físico-químicos.

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

- a) Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en las tuberías.
- b) Cloro residual libre.
- c) 5 mg/l en casos especiales para proteger a la población de brotes epidémicos.

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Nitrato – NO ⁻¹ ₃	mg/l	25	45
Nitritos – NO ⁻¹ ₂	mg/l	0.1	1
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Manganeso	mg/l	0.1	0.5
Fluoruro	mg/l		0.7-1.5
Fluoruro	mg/l		0.05

Tabla 5: Parámetros para sustancias no deseadas.

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

Parámetros	Unidad	Valor máximo admisible
Arsénico	mg/l	0.01
Cadmio	mg/l	0.05
Cianuro	mg/l	0.05
Cromo	mg/l	0.05
Mercurio	mg/l	0.001

Níquel	mg/l	0.05
Plomo	mg/l	0.01
Antimonio	mg/l	0.05
Selenio	mg/l	0.01

Tabla 6: Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud.

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

1.5.10. Diseño de los componentes del sistema

Un MABE, se compone de los siguientes elementos: Fuente de abastecimiento (generalmente un pozo perforado), estación de bombeo, línea de conducción, depósito y red de distribución.

a) Fuente

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto debe estar lo suficientemente protegida para cumplir dos propósitos fundamentales.

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

Los pozos perforados se construyen cuando no es posible excavar un pozo a mano y está en dependencia de la formación geológica, particularmente cuando el terreno es rocoso o donde el acuífero se encuentre muy profundo, mayor de 40mts.

El INNA establece los siguientes criterios de aceptación de un pozo perforado:

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

b) Estación de bombeo

i. Elementos de la estación de bombeo

A grandes rasgos se pueden distinguir tres elementos en toda la estación de bombeo:

- La tubería de succión y sus accesorios (anterior a la bomba).
- La bomba (generalmente centrífuga, se debe disponer siempre de una bomba de reserva).
- La tubería de impulsión y sus respectivos accesorios (posterior a la bomba).

Los equipos de bombeo se seleccionan para un periodo inicial de 5 a 10 años, mientras que los diámetros de las tuberías de impulsión y succión se determinan con base en el caudal necesario para el periodo de diseño final.

ii. Ubicación de la estación

En el caso de la captación de agua por bombeo, la estación debe colocarse aguas arriba de cualquier descarga de aguas residuales. Se debe estudiar la disponibilidad de energía eléctrica o combustible y el acceso a las instalaciones.

iii. Caseta de Control

La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

iv. Fundaciones de equipos de bombeo

La fundación del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y característica del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la comprensión de 210 kg/cm^2 a los 28 días.

v. Equipo de bombeo

En la práctica nacional, los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos menores de 10m de profundidad son bombas de eje horizontal, y para pozos mayores de 10 m son las de turbinas de eje vertical y sumergible.

vi. Hidráulica de la estación de bombeo (bombas sumergibles)

➤ **Diámetros y velocidades en las tuberías:**

El diámetro de la tubería de descarga será calculado a partir de la ecuación siguiente, similar a la de Bresse y de amplia aplicación en los Estados Unidos:

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

D: Diámetro en m.

Q: Caudal de diseño en m³/s.

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

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

➤ **Carga total dinámica (CTD):**

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

NB: Nivel más bajo del agua durante el bombeo.

CED: Carga estática de la descarga.

hf_{columna}: Perdidas de la columna dentro del pozo.

hf_{desc}: Perdidas en la descarga.

NB= NEA + Variación + Abatimiento.

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

Carga Total Dinámica (CTD): Es la carga total contra la cual debe operar una bomba. La energía por unidad de peso de líquido que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que pretende.

Nivel estático del agua: Es la profundidad del agua subterránea referida al nivel del terreno. Este componente puede obtenerse mediante mediciones hechas en los pozos cercanos al sitio donde se propone construir el pozo.

Variación estacional del agua subterránea: Puede establecerse restando la profundidad del agua medida al final del mes de abril o a principios de mayo, la profundidad del agua registrada al final de octubre o a principios de noviembre.

✓ **Pérdidas en la columna**

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

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

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

Lc= Longitud de la columna.

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

✓ **Perdidas en la descarga**

Para determinar las pérdidas en la descarga se necesita conocer las pérdidas localizadas en los accesorios como longitud equivalente de tubería Le (ver tabla 7).

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

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

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

Elemento	mm. plg.	13 1/2	19 3/4	25 1	32 1 1/4	38 1 1/2	50 2	63 2 1/2	76 3	100 4	125 5	150 6	200 8	250 10	300 12	350 14
Codo 90° Radio largo	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3	
Radio medio	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3	5.5	6.7	7.9	9.5	
Radio corto	0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	3.4	4.5	4.9	6.4	7.9	9.5	10.5	
Codo 45°	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	3.0	3.8	4.6	5.3	
Curva 90° R/D:1 1/2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.4	3.0	3.6	4.4	
R/D: 1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3	1.6	2.1	2.5	3.3	4.1	4.8	5.4	
Curva 45°	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5	
Entrada Normal	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2.0	2.5	3.5	4.5	5.5	6.2	
De borda	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0	
Válvula Compuerta	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.4	
Globo	4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21.0	26.0	34.0	45.3	51.0	67.0	85.0	102	120	
Angulo de pie	2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10.0	13.0	17.0	21.0	26.0	34.0	43.0	51.0	60.0	
Retención T. liviano	1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5	16.0	20.0	24.0	38.0	
T. pesado	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	19.3	25.0	32.0	38.0	45.0	
Te de paso Directo	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3	
Lateral	1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0	
Te salida Bilateral	1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0	
Salida de tubería	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0	

Tabla 7: Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta).

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

➤ Selección del equipo de bombeo

Conociendo la altura a vencer por la bomba (H_b) y el caudal que debe suministrar la misma (Q), se selecciona de entre los equipos de bombeo ofrecidos por catálogo aquel modelo que presente una curva característica que trabaje en un rango de altura y caudal lo más parecido posible a los valores calculados. Del catálogo se obtienen las especificaciones de la bomba seleccionada, que incluye: velocidad de giro (n), diámetro del orificio de la bomba (d), potencia (P), CNPSr y la eficiencia (N).

➤ Potencia hidráulica de la bomba:

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

Dónde:

P_B : Potencia de la bomba (HP).

Q : CMD (gpm).

CTD : Carga total dinámica (pie).

➤ Potencia analítica del equipo de bombeo

$$P_{EB} = \frac{P_H}{e} \quad (13)$$

P_H : Potencia hidráulica de la bomba (HP).

e : Eficiencia.

P_{EB} : Potencia analítica del equipo de bombeo (HP).

➤ Carga neta positiva de succión (CNPS)

$$CNPS_d = h_{atm} - [ES + h_{vap} + h_{succ}] \quad (14)$$

h_{atm} : Altura de carga atmosférica.

$$h_{atm} = \frac{P_{atm}}{\gamma} \quad (15)$$

ES : Elevación de la succión.

h_{succ} : Perdidas en la succión.

h_{vap} : Altura de carga por vapor de agua en función de la temperatura.

Se verifica la condición $CNPS_d > CNPS_R$.

a) Líneas de Conducción

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

Para su dimensionamiento deberá considerarse los siguientes aspectos:

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

i. Diámetro económico

Línea de conducción y tubería de descarga hacen referencia a la misma estructura, por tanto el diámetro calculado en la sección 1.5.10.b.vi), es el mismo diámetro económico del que aquí se hace mención.

ii. Velocidad

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

$$V = \frac{4Q}{\pi \phi^2} \quad (16)$$

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

Este límite es una medida para limitar los efectos del golpe de ariete que se pueda presentar en el sistema de bombeo.

iii. Perdidas

Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula de Hazen - Williams, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}} \quad (17)$$

Dónde:

H: Pérdida de carga en metros.

L: Longitud en metros.

S: Pérdida de carga en m/m.

Q: CMD en m³/seg.

D: Diámetro en metros.

C: Coeficiente de Hazen-Williams, en dependencia del tipo de tubería.

La línea gradiente hidráulica debe estar siempre por encima del terreno. En los puntos críticos se puede optar por cambiar el diámetro para mejorar la pendiente.

iv. Golpe de ariete

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

El mecanismo del golpe de ariete es el siguiente:

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

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

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

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

$$T = \frac{2L}{C} \quad (18)$$

Dónde:

L: Longitud hasta el depósito (m).

C: Velocidad de propagación de la onda o celeridad (m/s).

T: Fase o periodo de cierre (s).

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

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

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

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

En el caso de una maniobra rápida ($T < 2L/C$), la sobrepresión máxima será:

$$G.A = \frac{CV}{g} \quad (19)$$

Dónde:

G.A: sobrepresión (m).

V: velocidad media del agua (m/s).

C: Celeridad (m/s).

g: aceleración de la gravedad (m/s^2).

El valor de la celeridad se calcula mediante fórmula de Allievi:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad (20)$$

Dónde:

C: Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s).

D: Diámetro de la tubería (m).

e: Espesor de los tubos (m).

K: Coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad (adimensional).

Material de la tubería	K
Acero	0.5
Hierro fundido	1.0
Concreto	5.0
Asbesto-cemento	4.4
Plástico	18.0

Tabla 8: Valores de K para diferentes materiales de tubería.

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

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

v. Válvulas y estructuras complementarias

Válvula de compuerta: Diseñada para permitir el flujo de gas o líquido en línea recta con una caída de presión. Se usan donde el disco de la válvula se mantiene totalmente abierta o totalmente cerrada. No son adecuadas para estrangulación dejando las válvulas parcialmente abiertas, causa erosión y daña el disco. Al inicio y al final de la línea de conducción, deberán instalarse válvulas de compuerta para regular o cortar el flujo cuando sea necesario.

Válvula de globo: El uso principal de las válvulas de globo consiste en regular o estrangular un fluido, desde el goteo hasta el sello completo y opera eficientemente en cualquier posición intermedia del vástago.

Válvulas de admisión y expulsión de aire: Se utiliza para expulsar el aire que pueda haber entrado en la tubería de impulsión mezclado con el agua o que esté presente en esta antes de comenzar su funcionamiento. Igualmente para admitir aire en la tubería y romper así el vacío que pueda producirse dentro de esta e impedir la falla por aplastamiento al producirse el cierre de las válvulas de compuerta.

Válvulas de retención o de check: Su disposición tiene como objetivo en la línea de impulsión impedir que la inversión de la corriente de agua ocasione la rotación inversa del conjunto para preservar el motor de la bomba e impedir el vaciado de la línea de impulsión y posibles inundaciones de la casa de bombas. En la sarta de bombeo se debe de colocar después del equipo de bombeo y antes de la válvula de cierre y en posición horizontal.

Válvulas de alivio contra el golpe de ariete: En las sargas de bombeo, estas se colocan después de la válvula de retención para disipar la sobrepresión que se pueda producir y así proteger el equipo de bombeo y accesorios del golpe de ariete.

Cámara de válvula de aire: El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automáticas (ventosas) o manuales.

Cámara de válvula de purga: Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.

Cámara rompe-presión: Usada mayormente en miniacueductos por gravedad, la pila rompe presión sirve para aliviar las presiones que pueden ocasionar daños a las tuberías. Al existir fuerte desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar la tubería. En este caso se sugiere la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel.

b) Red de distribución

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

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

i. Tipos de redes

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

- **Redes abiertas:** Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. La principal desventaja de este sistema son los puntos muertos, donde se requiere instalar válvulas de limpieza.
- **Red cerrada:** Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red elimina los puntos muertos, además de ser

más económico, los tramos son alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros.

ii. Análisis hidráulico

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

$$H = KQ^n \quad (21)$$

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

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

$$q = -\frac{\sum H}{n \sum H/Q} \quad (22)$$

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

H: Pérdida de carga en metros.

Q: Caudal en litros/seg.

Para el análisis de redes complejas, como es el caso de los sistemas mixtos, la norma nacional recomienda la implementación de programas de computadoras, basados en la fórmula de Hazen-Williams, o cualquier otra ampliamente conocida.

iii. Accesorios y obras complementarias de la red de distribución

Válvulas de pase: Deben espaciarse de tal manera que permitan aislar tramos máximos de 400 metros de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas. Son instaladas siempre en las tuberías de menor diámetro y deben ser protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales.

Válvulas de limpieza: Estos dispositivos permiten las descargas de los sedimentos acumulados en las redes, deben instalarse en los puntos extremos y más bajos de ellas.

Válvula reductora de presión y cajas rompe presión: Deben diseñarse siempre y cuando las condiciones topográficas de la localidad así lo exijan.

c) Deposito

Los depósitos tienen como objetivos: Suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua. Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno.

➤ Capacidad

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

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

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

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

$$Vol.Total = 35\%CPDT \quad (23)$$

➤ Altura del tanque

La altura del tanque depende de consideraciones de tipo económico:

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

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

$$h = \frac{Vol}{3} + k \quad (24)$$

h: Altura en m.

Vol: Volumen del tanque/100.

A: Área transversal en m².

k: Coeficiente en ciento de metros cúbicos (ver tabla 9).

Vol. en cientos de m ³	K
<3	2.0
3-6	1.8
7-9	1.5
10-13	1.3
14-16	1.0
>17	0.7

Tabla 9: Constante de la capacidad de almacenamiento en función del volumen.

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

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

$$L = \sqrt{\frac{Vol}{h}} \quad (25)$$

L: Lado de la base en m.

➤ Accesorios para tanques de mampostería o concreto ciclópeo

Tubo de entrada: El diámetro está definido por la tubería de conducción, debiendo estar provista de una válvula compuerta de igual diámetro antes de la entrada.

Tubería de salida: El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y debe estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población.

Tubería de limpieza: La tubería de limpieza debe tener un diámetro tal que facilite la limpieza del reservorio de almacenamiento en un periodo no mayor de 2 horas. Esta tubería será provista de una válvula compuerta.

Tubería de rebose: La tubería de rebose se conecta con descarga libre a la tubería de limpia y sin ser provista de válvula de compuerta, permitiendo la descarga de agua en cualquier momento.

1.5.11. Tratamiento y desinfección

La desinfección se aplica con el propósito de establecer una barrera de seguridad para evitar la difusión de enfermedades relacionadas con el agua. Con los resultados obtenidos de los análisis físicos-químicos, bacteriológicos y demás; se determina si la desinfección será un tratamiento suficiente para garantizar la pureza del agua y eliminar los gérmenes totales y coliformes totales. En sistemas donde la calidad física-química del agua es satisfactoria la desinfección muchas veces es el único tratamiento previsto.

1.5.12. Estudio de impacto ambiental

El estudio de evaluación de impacto ambiental es un estudio técnico de los efectos de una acción propuesta en el medio ambiente y los recursos naturales, para buscar medidas preventivas que permitan el desarrollo del proyecto con el menor daño o deterioro ambiental. El estudio de impacto ambiental debe incluir una comparación entre las diversas alternativas posibles para alcanzar el objetivo deseado e identificar cuál de ellas presenta la mejor combinación de costos, beneficios económicos y ecológicos.

1.6. Diseño Metodológico

a. Tipo de investigación

El proceso investigativo en esta propuesta de tesis monográfica, corresponde a un estudio de tipo Correlacional-Transeccional. Transaccional porque se recolectaran datos en un solo momento y correlacional porque se usara la correlación entre variables dependientes e independientes, para definir estas últimas.

La primera etapa de la investigación, que incluye los primeros 3 objetivos que responde a un estudio descriptivo, el cual es el precedente a un estudio correlacional. El objetivo de esta etapa es la recolección de información.

La segunda etapa de la investigación, que incluye a los siguientes 2 objetivos corresponde al estudio correlacional, donde se usara como herramienta la correlación entre las variables resultantes de la etapa descriptiva, para definir las nuevas condiciones del servicio, los componentes del sistema propuesto y evaluar el nivel de daño ambiental.

b. Universo y muestra

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

Para los 2 objetivo restantes de la primera etapa de la investigación (Diagnostico de la fuente y Análisis de la topografía), por concernir a un proceso diferente de recolección de información, ya no se hablara de población y muestra, sino solamente de unidad de análisis.

c. Operacionalización de variables

i. Variables independientes

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

Tabla 10: Operacionalización de variable independiente

Objetivo específico	VARIABLES	Indicador	Unidad de análisis	Instrumento
Diagnosticar las condiciones sociales y económicas de los habitantes de la comunidad.	Edad	Entrevista	Familia	Encuesta socioeconómica
	Escolaridad	Entrevista		
	Situación de la propiedad	Entrevista		
	Situación laboral	Entrevista		
	Ingreso familiar mensual	Entrevista		

	Disposición al pago del agua	Entrevista	Familia	Encuesta sobre condición del servicio
	Capacidad de pago	Entrevista		
	Usos del agua	Entrevista		
	Accesibilidad al agua	Entrevista		
	Disponibilidad del agua	Entrevista		
	Efectividad del servicio	Entrevista		
	Expectativas	Entrevista		
Diagnosticar la capacidad de producción de la fuente mediante un estudio hidrológico.	Calidad del agua	Análisis fisicoquímico	Fuente de agua	Instrumentos para toma de muestras
		Análisis bacteriológico		
		Análisis de parámetros organolépticos		
		Análisis de la concentración de arsénico		
	Rendimiento de la fuente	Prueba de bombeo		Equipo de bombeo
	Capacidad de producción de la fuente	Análisis del balance hídrico		Datos meteorológicos de las estaciones
	Focos de contaminación	Recorrido de campo		Observación
Examinar las condiciones y calidad del terreno.	Accidentes topográficos	Levantamiento topográfico	Terreno	Instrumentos topográficos
	Pendientes			

	naturales	Recorrido de campo	Observación
	Susceptibilidad a derrumbes		
	Susceptibilidad a inundaciones		
	Tipo de suelo		

Fuente: Elaboración propia.

ii. Variables dependientes

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

Tabla 11: Operacionalización de variables dependientes

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

	distribución	Trazado		
		Diámetros de tuberías		
		Material		
		Accesorios		

Fuente: Elaboración propia

d. Recopilación de información

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

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

i. Matriz de obtención de la información

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

Tabla 12: Matriz de obtención de la información

Objetivo específico	Variabes	Fuente	Indicador	Instrumento
Diagnosticar las condiciones sociales y económicas de los habitantes de la comunidad.	Edad	Miembros de la familia	Entrevista	Encuesta socioeconómica
	Escolaridad		Entrevista	
	Situación de la propiedad		Entrevista	
	Situación laboral		Entrevista	
	Ingreso familiar mensual		Entrevista	
	Disposición al pago del agua		Entrevista	
	Capacidad de pago		Entrevista	
	Usos del agua	Miembros de la familia	Entrevista	Encuesta caracterización de la condición del servicio
	Accesibilidad al agua		Entrevista	
	Disponibilidad del agua		Entrevista	
Efectividad del servicio	Entrevista			
Expectativas	Entrevista			
Diagnosticar la capacidad de producción de la fuente mediante un estudio hidrológico.	Calidad del agua	Agua del pozo	Análisis fisicoquímico	Instrumentos para toma de muestras
			Análisis bacteriológico	
			Análisis de	

			parámetros organolépticos	
			Concentración de arsénico	
	Rendimiento de la fuente	Pozo	Prueba de bombeo	Equipo de bombeo
	Capacidad de producción de la fuente	Estaciones meteorológicas del INETER	Análisis del balance hídrico	Datos meteorológicos de las estaciones
	Focos de contaminación	Comunidad y zonas aledañas	Recorrido de campo	Observación
Examinar las condiciones y calidad del terreno.	Accidentes topográficos	Terreno	Levantamiento topográfico	GPS
	Pendientes naturales			
	Susceptibilidad a derrumbes		Recorrido de campo	Observación
	Susceptibilidad a inundaciones			
	Tipo de suelo			

Fuente: Elaboración propia.

ii. Recorrido de campo

La visita de campo, tiene como objetivo recabar información, principalmente visual, que permita conocer el modo de vida de la población y las principales problemáticas que presenta. Sin ser excluyentes, la visita tendrá como objetivo realizar las siguientes actividades de reconocimiento:

- a) Observación general de las condiciones socioeconómicas de la comunidad.
- b) Observación del mecanismo actual para el abastecimiento de agua.
- c) Observación de los sistemas de disposición de excretas utilizados.
- d) Observación del mecanismo para disposición de desechos.
- e) Reconocimiento de la infraestructura pública, en especial la vial.
- f) Reconocimiento de la fuente de abastecimiento y el estado de esta.

- g) Reconocimiento de la topografía de la zona en general, tanto dentro del núcleo poblacional como a las afueras de este.
- h) Reconocimiento general de las características ambientales de la zona.
- i) Reconocimiento general de las características hidrológicas de la zona.
- j) Identificación de zonas inundables.
- k) Identificación de accidentes topográficos.
- l) Identificación de posibles zonas con amenaza de derrumbes o deslizamientos.
- m) Identificación de posibles predios para el depósito.
- n) Reconocimiento general de las características del suelo, principalmente en los posibles predios para el depósito.
- o) Identificación de posibles rutas para la línea de conducción.

iii. Recopilación de datos poblacionales

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

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

iv. Aplicación de encuestas

a. Encuesta socioeconómica

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

Atendiendo a las recomendaciones del nuevo FISE, esta será aplicada indistintamente a todas las familias de la comunidad, una por familia, de ser posible el encuestado deberá ser la cabeza de familia, ver anexo 9 (Encuesta socioeconómica).

b. Encuesta caracterización de la condición de servicio

Esta encuesta de elaboración propia, tiene como objetivo principal recabar información sobre la condición del servicio actual, el gasto del agua del pozo y las expectativas de la población. Esta información será usada para analizar y establecer una dotación tal que satisfaga el gasto de agua de las familias, ver anexo 10. La aplicación de esta, se realizara de la misma manera que la encuesta socioeconómica.

v. Levantamiento topográfico

La metodología para la realización del levantamiento topográfico, seguirá las sugerencias brindadas por El Nuevo FISE a través del documento “Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM) - Capítulo II: Preinversión”. A falta de un equipo óptico-digital o electrónico de precisión (teodolito o estación total), la principal herramienta para la realización del levantamiento de puntos será un GPS de mano.

El levantamiento topográfico se llevara a cabo en dos etapas:

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

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

vi. Recopilación de datos generales de la fuente

En vista de que la fuente para el nuevo sistema propuesto será el mismo pozo tradicionalmente explotado, se deberá recopilar información sobre sus características generales, para la construcción de un modelo hidráulico que asemeje el comportamiento de este.

vii. Toma de muestras de agua

El procedimiento para la toma de muestras de agua es descrito a continuación:

Toma de muestra para el análisis fisicoquímico:

- 1) La toma de muestra se realizara directamente de la salida del agua.
- 2) Dejar transcurrir un mínimo de 3 minutos después del inicio de la salida del agua.
- 3) Tomar la muestra en un envase de vidrio de boca ancha.
- 4) Enviar la muestra al laboratorio con un tiempo límite de 72 horas.

Toma de muestra para el análisis bacteriológico:

- 1) Utilizar frascos de vidrio esterilizados proporcionados por el laboratorio.
- 2) Durante el muestreo, sujetar el frasco por el fondo, no tocar el cuello ni la tapa.
- 3) Llenar el frasco sin enjuagarlo, dejando un espacio de un tercio de aire.
- 4) Tapar y colocar la cubierta de papel.
- 5) Etiquetar con claridad los datos del remitente, localidad, nombre de la fuente, punto de muestreo, el nombre del muestreador y la fecha de muestreo.

- 6) Enviar la muestra al laboratorio a la brevedad posible de acuerdo a las siguientes condiciones: 1 a 6 horas sin refrigeración y 6 a 30 horas con refrigeración.

viii. Prueba de rendimiento

La prueba comprenderá dos etapas: Bombeo y recuperación a caudal constante y bombeo y recuperación a caudal variable. El procedimiento para la realización de la prueba de bombeo es descrito en el anexo 1 de las NTON 09001-99, tomando en cuenta las siguientes consideraciones particulares:

- a) La prueba a caudal constante tendrá una duración de 6 horas y el caudal mínimo de bombeo será de 5 gal/min.
- b) La prueba a caudal variable será realizada en 3 etapas, con una duración de dos horas por etapa. El primer caudal de bombeo será de 5 gal/min y caudal final será seleccionado en base al comportamiento mostrado por el pozo.
- c) Los intervalos entre mediciones serán de 10 minutos.

ix. Recolección de datos meteorológicos

Para la caracterización de los parámetros meteorológicos de interés (temperatura y precipitación media anual de la región) se requerirá de los datos colectados por las estaciones hidrometeorológicas o pluviométricas del Instituto de Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). La información de las estaciones más cercanas a la comarca Jicarito será solicitada formalmente a la institución (INETER). Se deberá contar preferiblemente con datos de una estación principal y dos secundarias, para un periodo de 10 años.

e. Procesamiento y análisis de la información

i. Procesamiento del material encuestado

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

ii. Procesamiento de datos topográficos

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

- a) Construcción de planos de detalle en planta.
- b) Construcción de planos topográficos
- c) Construcción de perfiles longitudinales.

iii. Análisis de laboratorio

Teniendo en cuenta las sugerencias del FISE y del INAA, las pruebas para la determinación de la calidad del agua deberán comprender un análisis fisicoquímico, bacteriológico, parámetros organolépticos y arsénico. Sin embargo, de no ser posible la realización de un análisis bacteriológico, se solicitarán los resultados del análisis bacteriológico hecho por el MINSA de Chontales a los principales pozos del municipio de Santo Tomas.

iv. Análisis de la prueba de bombeo

La interpretación de los resultados de esta prueba se realiza mediante el método Porchet, que se explica en el anexo 1 de las NTON 09001-99.

El caudal de explotación recomendado deberá ser \geq a 1.5 del consumo día promedio (QDP), de lo contrario no se podrá garantizar la durabilidad de la fuente.

v. Procesamiento de datos meteorológicos

a) Análisis de la consistencia de datos

La corrección de valores erróneos se llevará a cabo aplicando el método de dobles acumulaciones. Este método considera que en una zona meteorológica homogénea, los valores de precipitación que ocurren en diferentes puntos de esa zona en períodos anuales o estacionales, guardan una relación de proporcionalidad que puede representarse gráficamente.

b) Estimación de datos meteorológicos faltantes

Para la determinación de los datos faltantes individuales, se aplicara el método de la proporción normal con estaciones vecinas.

$$P_x = \frac{1}{n} \left[\frac{N_x}{N_A} P_A + \frac{N_x}{N_B} P_B + \frac{N_x}{N_n} P_n \right] \quad (26)$$

Dónde:

P_x = Dato faltante de precipitación que desea obtener.

N_A , N_B y N_n = Precipitación normal anual de las estaciones índice.

P_A , P_B y P_n = Precipitación en las estaciones índice en el mismo periodo del dato faltante.

N_x = Precipitación normal anual de la estación en estudio.

n = Número de estaciones.

c) Estimación de la precipitación media sobre la cuenca

La precipitación media se determinara aplicando el método de la media aritmética, el cual es un método de resolución rápida, aunque conlleva un grado de precisión muy relativo.

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (27)$$

Dónde:

P = Precipitación media sobre la cuenca en mm.

P_i = Precipitación observada en la estación i en mm.

n = Número de estaciones.

vi. Análisis del balance hídrico

El balance hídrico será evaluado con la siguiente ecuación:

$$P = R + E + I \quad (28)$$

Dónde:

P : Altura de precipitación en mm.

R : Arrollamiento en la superficie en mm.

E : Evapotranspiración real en mm.

I: Infiltración en mm.

El procedimiento para la evaluación del balance hídrico se describe a continuación:

a) Cálculo de la evapotranspiración potencial E

Es la máxima evapotranspiración posible bajo las condiciones existentes, cuando el suelo está saturado y cubierto con una cobertura vegetal completa (UNESCO, 1982).

Para determinar la evapotranspiración potencial se utilizara el método Thornthwaite:

$$ETP_j = 1.6ka \left(\frac{10T_i}{I} \right)^a \quad (29)$$

Dónde:

ETP_j = Evapotranspiración potencial en el mes j en cm.

T_i = Temperatura media en el mes j en °C.

a, I = Constantes.

K = Constante que depende de la latitud y mes del año.

$$I = \sum_{j=1}^{12} I_j \quad (30) \quad I_j = \left(\frac{T_j}{5} \right)^{1.514} \quad (31)$$

Dónde:

j = Número del mes.

$$a = 0.49239 + 1792 \times 10^{-5}(I) - 771 \times 10^{-7}(I^2) + 675 \times 10^{-9}(I^3). \quad (32)$$

b) Cálculo de la escorrentía

La escorrentía es el agua proveniente de la precipitación, que circula sobre la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (UNESCO, 1982).

La escorrentía será evaluada a partir de la aportación específica, que se define como la precipitación que escurre por unidad de superficie de cuenca y se da en mm.

$$a(mm) = \frac{A(Hm^3)}{S(km^2)} \times 10^3 \quad (33)$$

Dónde:

A = Aportación de la cuenca, volumen total de agua de una cuenca en un tiempo determinado, sus unidades son: m³/mes, m³/año, Hm³/mes, Hm³/año.

S= Superficie de la cuenca en km².

$$A = P * S * e \quad (34)$$

Dónde:

P: Precipitación media en mm.

S= Superficie de la cuenca en km².

e= Coeficiente de escorrentía, en función del tipo de suelo.

c) Infiltración

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra en el suelo a través de los estratos del suelo hasta llegar al nivel hidrostático (Custodio & Llamas, 2001). Esta agua repone primero el déficit de humedad del suelo y todo el exceso restante continúa moviéndose hacia abajo y se convierte en agua subterránea. La tasa máxima a la que un suelo es capaz de dejar pasar el agua se llama capacidad de infiltración.

d) Evaluación de la recarga del acuífero

La recarga potencial del acuífero se evaluara mediante la siguiente tabla:

Tabla 13: Evaluación de la recarga del acuífero

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)													
PI (mm)													
ESC (mm)													
ETP (mm)													

RP (mm)													
% Recarga													

Fuente: Elaboración propia.

P: Precipitación Media Mensual.

PI: Precipitación que Infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial.

ETP: Evapotranspiración Potencial.

Rp: Recarga Potencial.

$$PI = Precipitación\ mediana\ mensual\ (P) - Escorrentia\ superficial\ (ESC) \quad (35)$$

$$\%Recarga = \frac{\sum \left(\frac{Rp}{1000} \right) (Area * 1000^2)}{t\ (segundos)\ de\ un\ año} * (100\%) \quad (36)$$

vii. Análisis y estimación de la demanda de agua del sistema

La estimación de la dotación de agua (lppd), será fundamentada en un análisis comparativo entre las dotaciones propuestas por el INNA para zonas rurales (sección 5.7.) y una dotación estimada para la comunidad basada en los hábitos de consumo de la población. Para realizar esta estimación se acudirá a los valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La dotación seleccionada no deberá necesariamente coincidir con los valores sugeridos por el INNA para el tipo de proyecto y el nivel de servicio. La información para la estimación del gasto de agua de las familias se obtendrá mediante encuesta.

De los resultados de la estimación del gasto de agua, se determinará si será necesario establecer alguna clase de limitante al sistema (esto para garantizar la disponibilidad de la fuente) o si bien se dispondrá de un servicio abundante.

a) Estimación de la demanda de agua para actividades domésticas

La demanda de agua para actividades domésticas está comprendida fundamentalmente por el agua para la bebida, preparación de alimentos, ducha y agua para el saneamiento. En general, desde la perspectiva de la salud y la higiene, la OMS (2003) establece que un mínimo básico de suministro de agua para la protección de la salud corresponde a 20 lppd, de los cuales 7.5 litros son requeridos para bebida y preparación de alimentos.

b) Estimación de la demanda de agua para los animales

En la zona rural, donde es muy común la crianza de animales de granja y la utilización de animales de carga, resulta necesario, considerar la posibilidad de ampliar el uso del agua del sistema para el consumo de animales. Para estimar la demanda de animales deberá conocerse el número de animales por vivienda y las especies a las que

pertenecen. Para estimar la demanda de animales se acudirá a los valores de referencia de la OMS.

c) Estimación de la demanda de agua para microempresas caseras

En las viviendas rurales pueden existir pequeños negocios como la preparación de pan, lavado de ropa, venta de almuerzos, pequeñas pulperías, entre otros. Estas actividades deberán ser identificadas y caracterizada su demanda de agua. La evaluación se realizara caso por caso, teniendo en cuenta el tipo de actividad, el consumo de agua requerido, de tal forma que sea incorporada en la planificación en caso de que se haya establecido que es significativa.

viii. Análisis y determinación del nivel del servicio

La selección del nivel de servicio considerara los siguientes aspectos:

- a) Los resultados de la prueba de bombeo: El caudal de extracción definirá si la capacidad de la fuente cubre para un proyecto con conexiones domiciliarias o si el proyecto deberá contemplar solamente tomas públicas.
- b) Las expectativas de la población: El tipo de servicio que los consumidores esperaría por el pago de una tarifa mensual. El análisis de las expectativas de la población se incluye en la encuesta de caracterización de la condición de servicio.
- c) La capacidad de pago de los consumidores: La capacidad de pago de la población y la tarifa necesaria para sustentar el sistema, deberán ser contrastadas para determinar la factibilidad económica del proyecto.

f. Diseño de los elementos del sistema

i. Estación de bombeo

La estación de bombeo será diseñada atendiendo a las recomendaciones y revisiones para bombas sumergibles que se amplían en la sección 2.4.7.d. Debido a que la vida útil de las bombas siempre está rodeada de incertidumbre, se hace necesario el diseño en dos etapas. Los demás elementos del sistema serán diseñados en una sola etapa.

ii. Línea de conducción

El diseño hidráulico será realizado acorde a los parámetros planteados en la sección 2.4.8.a. Se propondrá el diámetro más económico y se realizarán la revisión de velocidad y sobrepresión.

iii. Red de distribución

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

iv. Tanque de almacenamiento

La determinación del volumen del tanque se realizará de tal manera que cumpla con el mínimo volumen de reserva que establece el INAA en las NTON 09001-99, información que se amplía en la sección 2.4.9.a.

v. Análisis hidráulico del sistema

La simulación del sistema completo se realizará con el software EPANET, en periodo extendido, con una duración de 3 días, para tres condiciones:

- a) Tanque lleno y CMH.
- b) Tanque a 1/3 de capacidad y CMH.
- c) Tanque lleno y consumo cero.

Estas simulaciones serán realizadas con el objetivo de observar el comportamiento del sistema en las diferentes condiciones, de manera que se puedan identificar las siguientes situaciones:

- Velocidades en las tuberías de la red de distribución y línea de conducción.
- La evolución de las presiones nodales.
- La evolución de los caudales.

Estas situaciones ayudarán a la toma de decisiones como la localización de válvulas, la posibilidad de limitar las horas de suministro en algunas áreas para aumentar las presiones en otras o la interrupción del servicio algunas horas del día para el llenado del tanque y disminuir de esta manera las horas de bombeo.

g. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

El presente estudio se sustentará en la evaluación del ecosistema, análisis de su flora y fauna dentro del área de influencia directa o indirecta, por medio de análisis, investigación y comparación, con estudios previos disponibles en instituciones públicas y la toma de datos in situ, realizados durante la fase de campo. La descripción de la evaluación de impacto ambiental, estará enfocado en el análisis de los siguientes componentes:

- Clima.
- Calidad del aire.
- Ruidos y vibraciones.
- Geología y geomorfología.
- Hidrología superficial y subterránea.
- Suelo.
- Vegetación.
- Fauna.
- Paisaje.
- Relaciones ecológicas.
- Transporte y vialidad.
- Hábitat humano.
- Espacios públicos.
- Equipamiento de servicio.
- Salud.
- Factores socioculturales.
- Vulnerabilidad.
- Economía.
- Fuentes energéticas.

h. Presupuesto

El presupuesto será elaborado de la siguiente manera:

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

Capitulo II

Desarrollo

II. DESARROLLO

2.1. Diagnostico socioeconómico

Los datos que se presenta en esta sección proceden investigaciones de campo realizadas por el equipo de trabajo a fin de determinar las condiciones socioeconómicas que prevalecen en la comunidad.

La investigación de campo comprendió la aplicación de dos encuesta: una encuesta socioeconómica y una encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio de agua, la primera corresponde a un típico formato elaborado por el FISE, de reiterada aplicación en nuestro país, principalmente en los proyectos que desarrolla esta entidad, y la segunda corresponde a un formato de elaboración propia, que pone énfasis diagnosticar la situación actual del abastecimiento de agua en la comunidad (ver en anexos).

El proceso de encuestado se desarrolló en el mes de Abril del 2015, los días 20 y 21. Atendiendo a las recomendaciones del FISE, las encuestas fueron aplicadas indistintamente a todas las familias de la comunidad, una por familia y cuando lo ocasión lo permitió el entrevistado fue el cabeza de familia.

El procesamiento del material encuestado se realizó con ayuda del programa MICROSOFT EXCEL, de manera que se pudiera presentar de forma práctica, por medios gráficos, los resultados obtenidos de las encuestas.

2.1.1. Descripción general de la comunidad

2.1.1.1. Localización

La comarca Jicarito se encuentra ubicada 13km al sureste del casco urbano de Santo Tomás. La topografía de la comunidad de Jicarito es ondulada con áreas semiplanas, utilizadas para la producción de pastos para alimentación de ganado.



Figura 1: Mapa de macrolocalización.

Fuente: Plan de desarrollo Municipal Alcaldía de Santo Tomas. (2012).

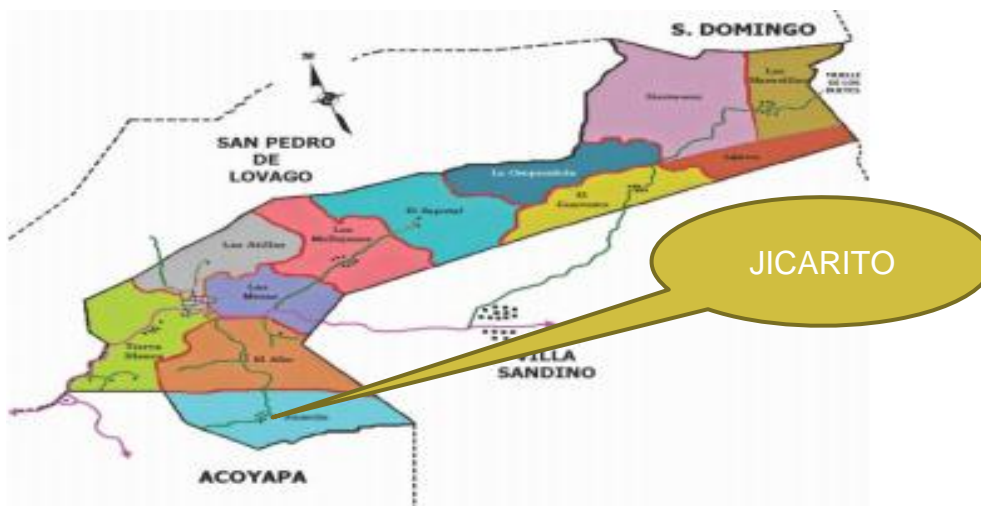


Figura 2: Mapa de microlocalización.

Fuente: Plan de desarrollo Municipal Alcaldía de Santo Tomas. (2012).

2.1.1.2. Extensión

El núcleo poblacional de la comunidad tiene una extensión aproximada de 1.20km², tomando como referencia el centro de la comunidad o plaza.

2.1.1.3. Límites y colindancias

Los límites de la comunidad están definidos por las siguientes comunidades circunvecinas:

Norte: Comarca el Alto.

Sur: municipio de Acoyapa.

Este: municipio de Villa Sandino.

Oeste: municipio de Acoyapa.

2.1.1.4. Clima

El clima de la zona está caracterizado por ser de sabana tropical. El municipio tiene una temperatura media que oscila entre los 25 a 27°C., y con humedad relativa entre 71 y 80%.

2.1.1.5. Hidrografía

El Municipio de Santo Tomás se encuentra localizado en la gran cuenca del Río Escondido, sub cuenca del Río Mico, encontrándose dentro del municipio las siguientes microcuencas: Microcuenca Río Bulún, Microcuenca Río Quipor, Microcuenca Estero Matagua y Microcuenca Quebrada El Caracol.

Suelos: Las categorías de suelos presentes en el municipio están definidas según su uso potencial, son las siguientes:

- ◆ Vocación agrícola(Tierras apropiadas para la producción agrícola).
- ◆ Vocación forestal de producción(Tierras apropiadas para la producción forestal).
- ◆ Vocación ganadera(Tierras buenas para el desarrollo de sistemas ganaderos).

2.1.1.6. Actividad Económica del Área de Influencia:

Principales actividades económicas del hombre son Agricultura, Ganadería y Comercio de productos derivados de la leche. *Las mujeres se dedican a actividades de Agricultura, Quehaceres del hogar.*

La principal actividad es la ganadería. En segundo lugar de importancia se encuentra la actividad Agrícola cultivándose alrededor de 5,500 manzanas de diferentes productos, los cuales están destinados en mayor cantidad para el autoconsumo.

El sector Comercial está en tercer lugar de la actividad productiva del municipio, en el casco urbano existe una gran actividad comercial debida principalmente por la ubicación geográfica (centro de Chontales), lo cual sirve de convergencia para el tránsito entre la zona atlántica y la zona del pacífico.

El sector Industrial está representado únicamente por la Empresa Láctea Ríos de Leche de la Cooperativa Agropecuaria de Santo Tomás y Lácteos Las Mesas del señor Julio Robleto.

2.1.2. Población

Según el último censo realizado por el equipo de trabajo en Abril del 2015, la comunidad cuenta con una población de 482 habitantes, distribuidos en 81 viviendas.

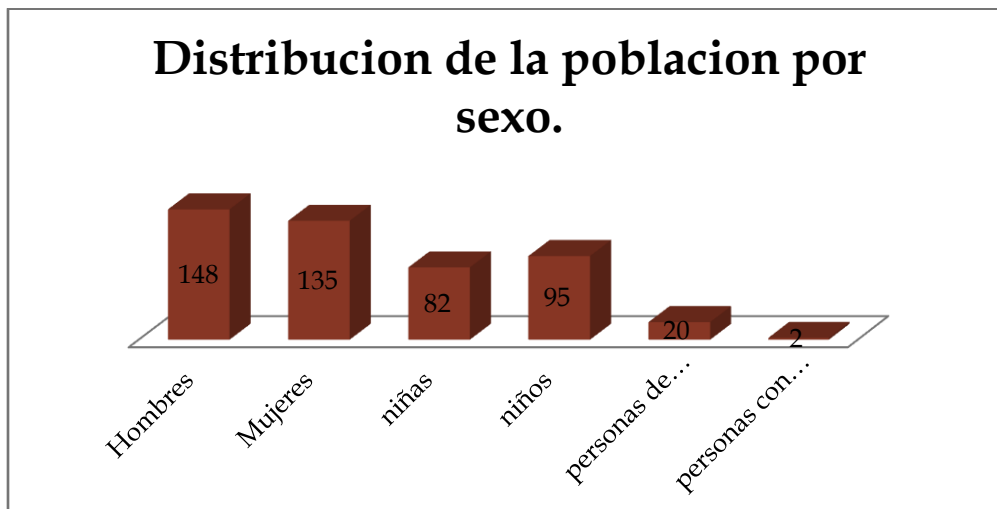
Población	Hombres	Mujeres	niñ@s Menores de 18	Personas de la 3° edad	Personas con capacidades diferentes	TOTAL HABITANTES
	148	135	177	20	2	482

Tabla 14: población según edad y sexo
Fuente: Elaboración propia

2.1.2.1. Distribución de población por edad y sexo

La distribución de géneros es bastante equitativa, correspondiendo a un 52% de habitantes del sexo masculino y 48% del sexo femenino. Durante la visita a la comunidad se pudo constatar que la población se compone principalmente por adultos y jóvenes.

La distribución de la población por grupo de personas se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 1: Distribución de la población por sexo.

Fuente: Elaboración Propia. (2015). Encuesta Socioeconómica.

2.1.2.2. Distribución de la población por escolaridad

La distribución de la población por nivel académico se indica a continuación.

Pre-escolar	Primaria		Secundaria		Universidad		Total
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	
20	47	32	10	3	3	1	116

Tabla 15: Distribución de la población por escolaridad.

Fuente: colegio. (2015).

Con relación a los niveles de analfabetismo, el 35% de los hombres es analfabeta o solo saben leer y el 17% de las mujeres se encuentran en esta misma situación.

2.1.3. Situación habitacional

La comunidad cuenta con un total de 81 viviendas, para una media de 6 habitantes por vivienda, sin embargo existe un déficit considerado de viviendas.

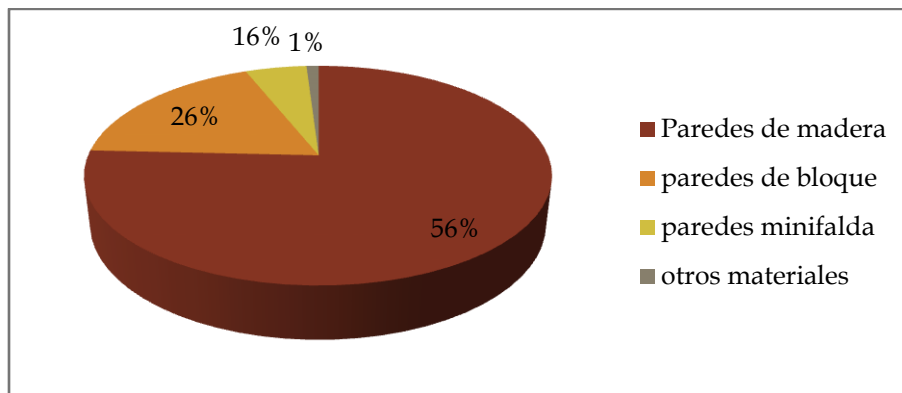
En lo que respecta a su configuración, las viviendas están el 60% están concentradas en el centro de la comarca el 40% dispersas.

2.1.3.1. Situación de la Propiedad

El proceso de encuestado evidenció que el 99% de las viviendas son propias.

2.1.3.2. Materiales de los cerramientos

El tipo de construcción es tradicional, con materiales de la zona (madera y barro) y otros materiales más industrializados (bloque de mortero, piedra cantera, cemento, hierro).



Gráfica 2: Materiales de los cerramientos.

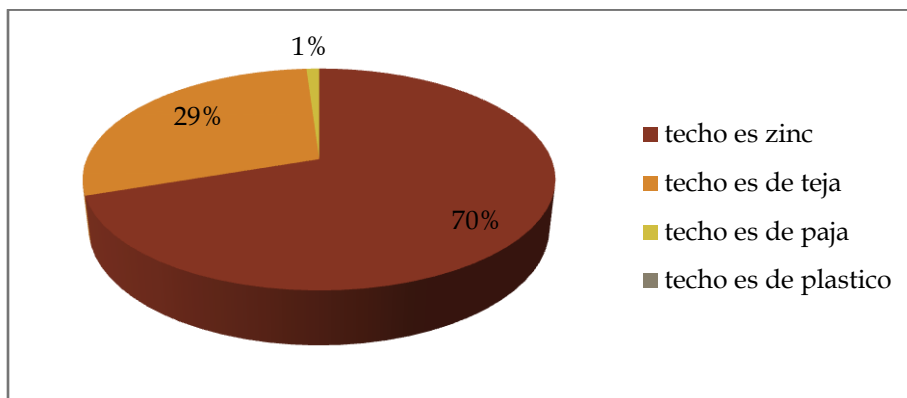
Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta socioeconómica.

Durante la visita de campo se verificó que la gran mayoría de las viviendas fueron edificadas con materiales poco aptos para la construcción. El 56% corresponden a las construcciones de madera, el 1% corresponde a otros que se refiere a viviendas construidas con una combinación de barro, vegetación y madera, pero a diferencia del adobe el reforzamiento con madera es bastante pobre (ver grafica 2). Existe un 26% de viviendas construidas con bloque de mortero y una minoría del 16% son de minifaldas.

Se pudo constatar que el crecimiento habitacional se desplaza hacia la calle de acceso, lugar en donde se concentran gran parte de las viviendas construidas más recientemente.

2.1.3.3. Materiales de los techos

La distribución de los diferentes tipos de cubierta de techo se indica en la siguiente gráfica.



Gráfica 3: Materiales de los techos.

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

En la comunidad predominan los techos de lámina combinados con una estructura de soporte de madera (70%), aunque también hay abundante presencia de estructuras tradicionales de tejas de barro.

En los últimos años las familias han optado por realizar las mejoras en sus techos incorporando láminas de zinc, resultando en un gran número de viviendas donde se combinan ambas cubiertas.

2.1.4. Servicios públicos existentes

2.1.4.1. Educación

Existe un centro escolar llamado Pablo Antonio Cuadra, que cuenta con las modalidades de preescolar y primaria atendiendo una población estudiantil de 116 estudiantes.

2.1.4.2. Salud

La comunidad cuenta con un puesto de salud. Los pobladores son atendidos por 1 Licenciada en enfermería. Las enfermedades más recurrentes en la edad infantil y vejez son las del tipo respiratorio y gastrointestinales.

2.1.4.3. Agua potable

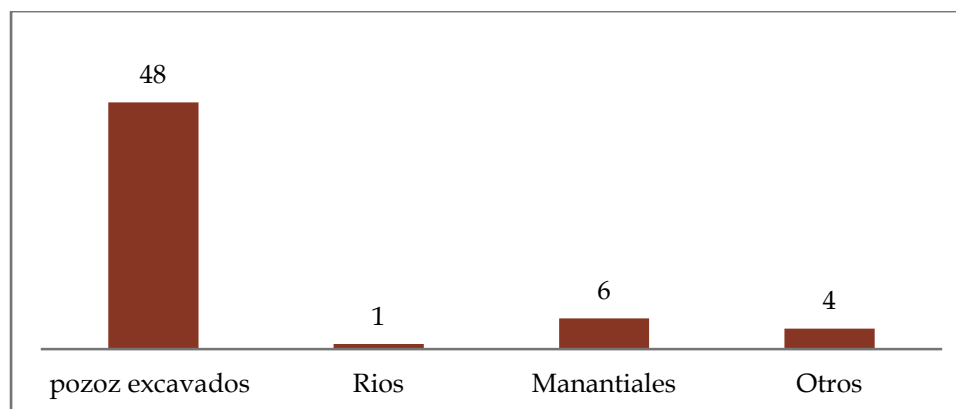
a) Nivel de servicio

Actualmente la comarca Jicarito no cuenta con una red pública de abastecimiento de agua potable. Los pobladores se abastecen de pozos excavados artesanalmente por los pobladores, en invierno en quebradas y ojos de agua.

Las mujeres y los niños suelen ser los encargados del traslado del agua.

b) Fuentes de agua

Con relación al uso de fuentes de agua para labores domésticos, se encontró que el 100% de las familias entrevistadas se abastecen de estas fuentes. Las principales fuente son los pozos excavados a mano, con un 48% de familias que se valen de ellos, seguido de los manantiales con un 6% (ver gráfica 4).



Gráfica 4: Fuentes de abastecimiento secundarias.

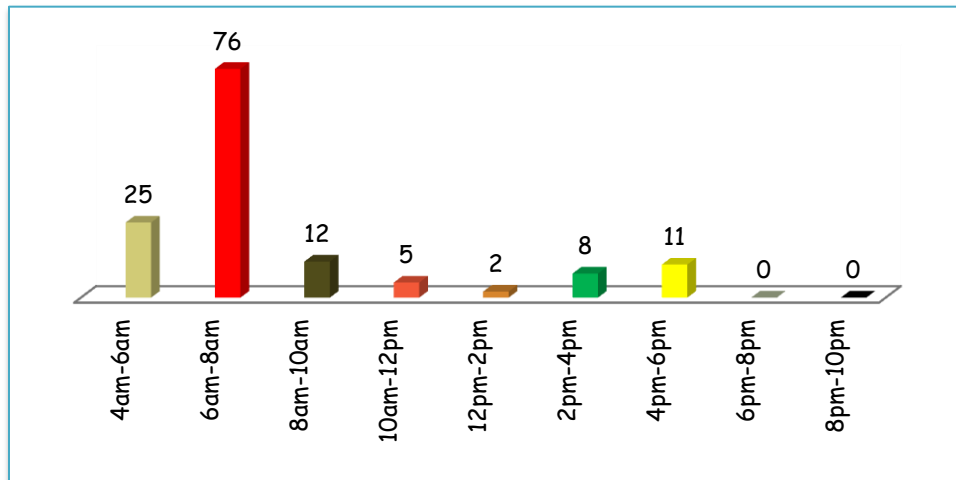
Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio.

Cabe mencionar que el agua proveniente de estas fuentes no es utilizada para la bebida, solamente para limpieza personal y habitacional.

c) Horas de máximo consumo

Las horas de máximo consumo se concentran entre las 4 y 8 de la mañana, con un 80%, las familias acostumbran el aprovisionamiento en horas tempranas para almacenar la cantidad de agua requerida durante el día y de esta manera disminuir el número de viajes para recargar (ver gráfica 5).

También hay un porcentaje significativo de consumo entre las 4 y 5 am, con un 12%, luego el consumo se mantiene en valores reservados, por debajo del 10%.



Gráfica 5: Distribución del consumo de agua de pozo a lo largo del día.

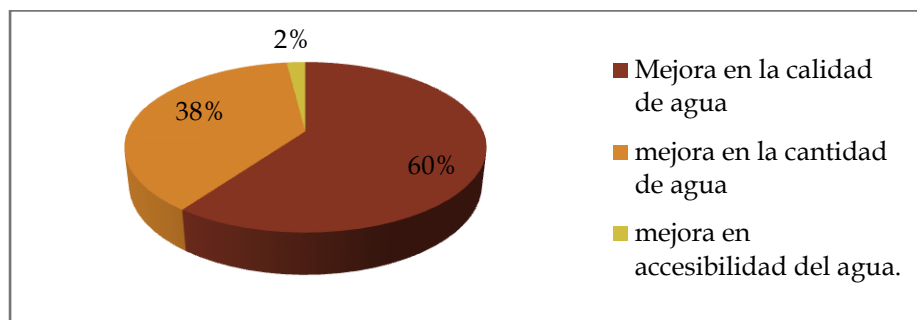
Fuente: Elaboración propia. (2014). Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio.

d) Desconformidad de la población con el actual servicio

Con relación al descontento social por el actual servicio, se encontró que el 100% de las familias encuestadas consideran necesario mejorarlo, conjuntamente el mismo 100% estaría dispuesto a pagar por un mejor servicio. Entre las situaciones que casan mayor descontento en la población están la calidad y la cantidad de agua suministrada.

e) Expectativas de la población

Se realizó una valoración con respecto a las mejoras que la población espera con un nuevo servicio, considerando tres posibles escenarios (ver gráfica 6), donde se encontró que las expectativas de la población están puestas en una mejora en la calidad del agua, con un 60% de los entrevistados, el 38% apuesta por una mejora en la cantidad de agua y solamente el 2% espera una mejora en la accesibilidad.



Gráfica 6: Expectativas de la población ante una nueva condición de servicio.

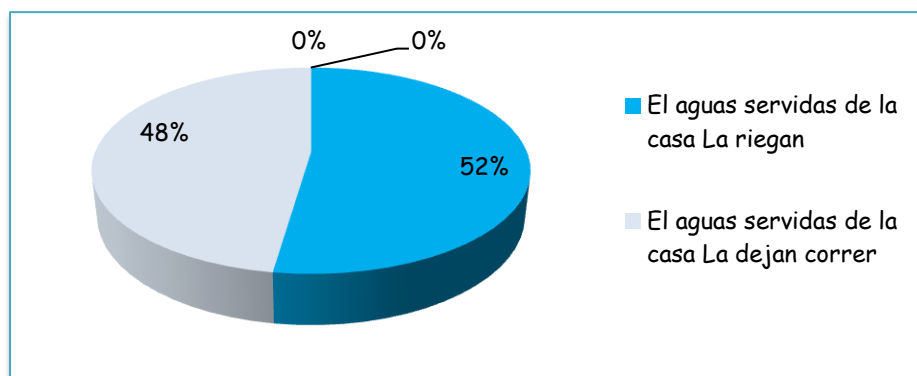
Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio.

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

2.1.4.4. Saneamiento

a) Aguas servidas

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

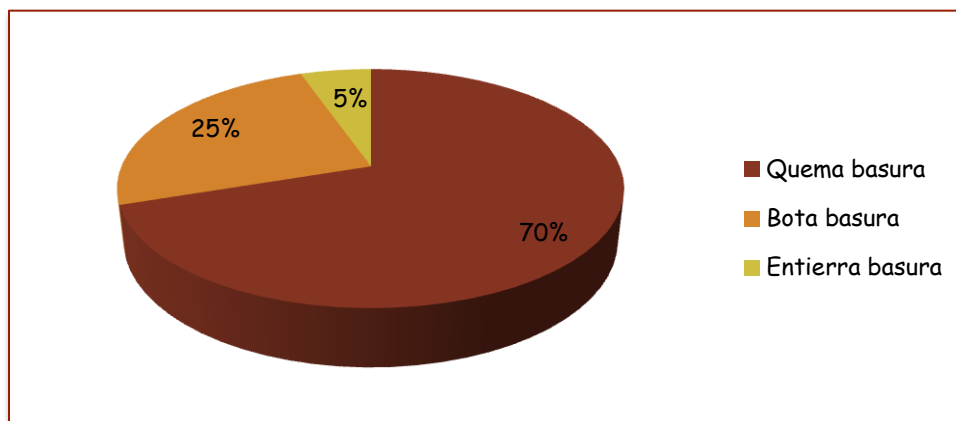


Gráfica 7: Disposición de las aguas servidas.

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

b) Desechos sólidos

No existe un mecanismo comunitario de eliminación de desechos, por lo que cada familia se encarga de despejar los desechos de sus viviendas. Con el proceso de encuestado, se evidenció que el 70% de la población efectúa la acción particularmente recomendada para este caso (quemar la basura), sin embargo hay otro porcentaje bastante significativo que utiliza otros métodos no tan efectivo para la eliminación de basura como botarla o enterrarla (15 % y 5 % respectivamente). Al no existir un vertedero formalmente establecido, el botar la basura, propicia la proliferación de enfermedades. Este es un indicador que proporciona alguna información sobre los hábitos higiénico-sanitarios de la población.



Gráfica 8: Disposición de desechos sólidos.

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

c) Disposición de excretas

El 100% de las viviendas cuentan con una letrina propia.

2.1.4.5. Energía eléctrica

Como servicio público básico, solamente se encuentra con el suministro de energía eléctrica, servicio que incorpora a la totalidad de la comunidad. No se cuenta con el servicio de alumbrado público.

2.1.4.6. Transporte y comunicación

No cuenta con el servicio de red telefónica

Se cuenta con un servicio de transporte colectivo que sale de la comarca asía el municipio de Santo tomas, con un estimado de 1 hora por viaje, con dos viaje por día.

Las vías de acceso a la comunidad, al igual que las calles dentro de la misma, consisten, a como es habitual en las comunidades rurales de Chontales, en caminos de macadam. Dichas calles se encuentran en buenas condiciones y son transitables en toda clase de vehículo.

2.1.4.7. Resumen de Servicios Existentes

Tipo de servicio.	Estado Actual			U/M	Cant.	Observaciones
	B	R	M			
Escuela Primaria.	X				1	
Instituto Secundario.					0	
Instituto Técnico.					0	
Hospital.					0	
Centro de Salud.					0	
Puesto de Salud.	X				1	
Agua Potable.					0	
Alcantarillado Sanit.					0	
Letrina.		X			30%	
Servicios de Basura.		X			1	Visita de una vez por semana del tren de aseo.
Drenaje Pluvial.						
Energía Eléctrica.	X				90%	
Teléfono.					0	
Aeropuerto.					0	
Puerto.					0	
Mercado.					0	
Rastro.					0	

Internet.					0	
Preescolar.	X				1	
Servicio Sanitario.					0	
Tanque Séptico.					0	
Pavimento.					0	
Iglesia.		X			1	Católica.
Comedor Infantil.					0	
Cancha.	X				1	
Trasporte Colectivo.		X			1	Tres veces al día.
Energía 220.	X				1	

Tabla 16: Resumen de los servicios existentes en la comarca Jicarito
Fuente: elaboración propia.

2.1.5. Situación económica

2.1.5.1. Población económicamente activa

La Población Económicamente Activa de la comunidad es de 203 personas, que representa el 42% de la población total. La Población con Trabajo Permanente está comprendida por 185 personas, que representa el 39% de la población total y el 98% de la PEA. En la tabla 17 se detalla la situación laboral de los habitantes de la comunidad.

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA (PEA)		POBLACION CON TRABAJO PERMANENTE (PTP)						POBLACION ECONOMICAMENTE INACTIVA (PEI)	
Hombres	Mujeres	Hombres			Mujeres			Hombres	Mujeres
		10-14 años	15-29 años	30 a mas	10-14 años	15-29 años	30 a mas		
155	18	8	66	75	0	12	4	20	124

Tabla 17: Situación laboral en la comunidad.

Fuente: Alcaldía municipal de Chontales. (2015).

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

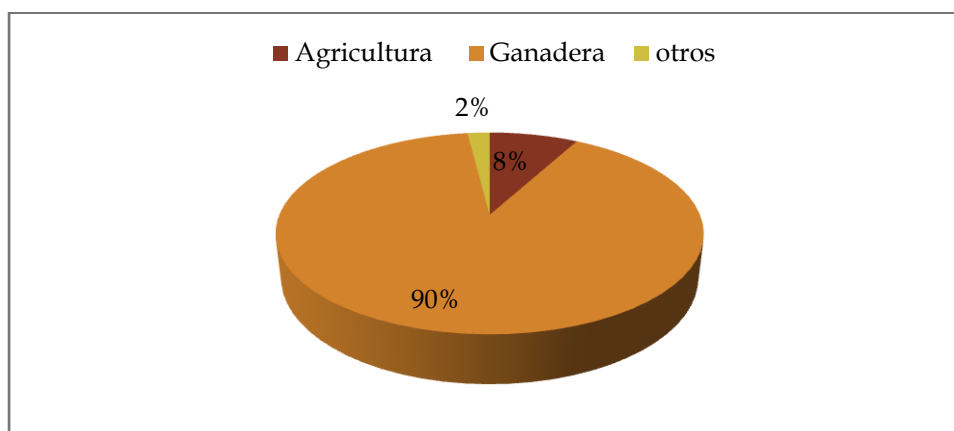
Población Económicamente Inactiva (PEI): Personas que no teniendo ocupación, no buscan empleo activamente. Comprende a los estudiantes, personas que se dedican a quehaceres del hogar, pensionados/jubilados/rentistas, incapacitados permanentes, ancianos y a otros como una categoría remanente.

Los pobladores empiezan el desempeño laboral desde tempranas edades, de las personas con trabajo permanente, el 6% se encuentra entre las edades de 10 a 14 años. Además se hace notable la gran desigualdad de género que existe en la PEA (compuesta solamente por un 8% de mujeres).

De la población económicamente activa, el 96% trabaja dentro de la comunidad (90% de varones y un 6% de mujeres) y solamente el 4% trabaja fuera de ella.

2.1.5.2. Actividades económicas

Los habitantes de la comunidad se dedican principalmente a las labores de ganadería y agriculturas a pequeña escala, siendo prácticamente para el consumo local y el comercio a las cabeceras municipal y departamental.



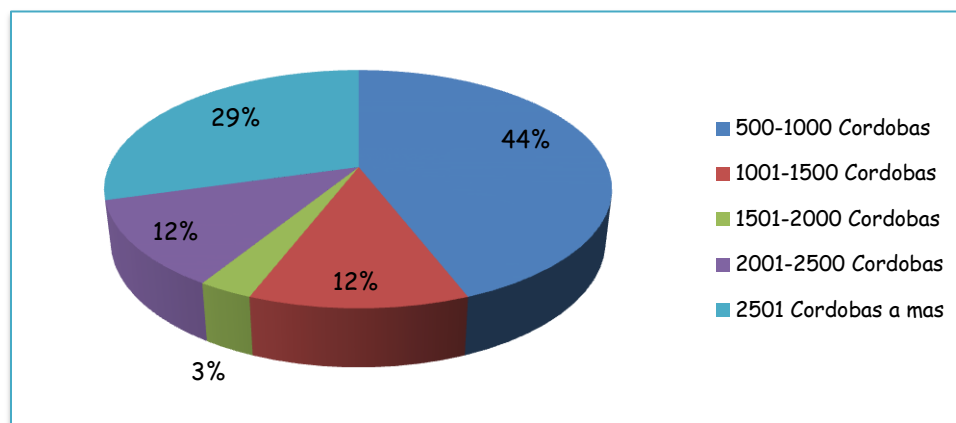
Gráfica 9: Actividades económicas.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

La principal actividad económica es la ganadería, destacándose la crianza de ganado bobino.

2.1.5.3. Ingreso familiar

Se realizó una valoración del estado financiero de las familias de la comunidad, considerando cinco posibles categorías en cuanto a ingresos, teniendo como referencia el ingreso neto por obrero en labores del campo, el que oscila entre los C\$ 3,500 (tres mil quinientos córdobas) a C\$ 4,000 (cuatro mil córdobas). Se evidenció lo limitado de los ingresos familiares, el 44% de las familias encuestadas presentan ingresos mensuales por debajo de los C\$ 1000 córdobas y solamente el 29% tiene ingresos por encima de los C\$ 2500 córdobas. En la siguiente gráfica se amplían a detalle los resultados obtenidos.



Gráfica 10: Ingreso familiar mensual.

Fuente: Plan de desarrollo municipal Alcaldía de Santo Tomas . (2012).

El menor ingreso registrado fue de C\$ 700 (setecientos córdobas) y el máximo de C\$ 6000 (seis mil córdobas). El ingreso mensual promedio para las familias encuestadas resultó de C\$ 1907 (un mil novecientos siete córdobas).

2.1.5.4. Capacidad económica

La capacidad de pago por familia, se determinó considerando el 3% de los ingresos familiares para el pago del servicio de agua potable, esto de conformidad a lo establecido por el Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo.²

La capacidad de pago mensual por familia para un ingreso familiar promedio de C\$ 1907 (un mil novecientos siete córdobas), vendría a ser de $57.21 \approx$ C\$ 60 (sesenta córdobas).

² Banco Mundial. (1998). *Programa de Agua y Saneamiento*. PNUD.

2.2. Estudio Hidrológico

2.2.1. Entorno geológico

Existen muy pocos datos disponibles del área del proyecto, si bien la zona está cubierta por los mapas y el informe “Estudios hidrogeológicos e hidroquímicos de la región del central de Nicaragua” (Krasny & Hecht, 1998, publicado por INETER), estos muestran muy poca información para el área en cuestión.

Las principales unidades geológicas se muestran sobrepuestas en el siguiente mapa.



Figura 3: Litología subyacente del área del proyecto.

Fuente: (según C. Ginet, G. Carranza 1987).. Estudios hidrogeológicos e hidroquímicos de la región del central de Nicaragua (INETER). Managua, Nicaragua.

Las litologías subyacentes del área cercana al proyecto son basalto y andesita (Tpcb). Hacia el Sureste se encuentran ignimbritas, dacitas y tobas del coyol Inferior (Tmcd). Hacia el Noroeste y parte Noreste se encuentran aglomerados subyacentes y/o andesitas del coyol Inferior (Tmca).

Las rocas del grupo coyol son típicamente más duras que las rocas del subyacente grupo Matagalpa, lo cual significa que a menudo forman rasgos como mesetas escalonadas y relieve abrupto.

Existen numerosas exposiciones del coyol en el área del proyecto, particularmente en el canal de las quebradas, estas exposiciones proveen una oportunidad para identificar las litologías presentes y por ende las propiedades hidrogeológicas de la zona.

La comunidad de Jicarito, se ubica en la región del vulcanismo terciario (formación Matagalpa), con predominio de rocas basálticas y andesíticas, con predominio de mantos ignimbritas (según C. Ginet, G. Carranza 1987).

2.2.2. Inventario de las fuentes de agua disponibles

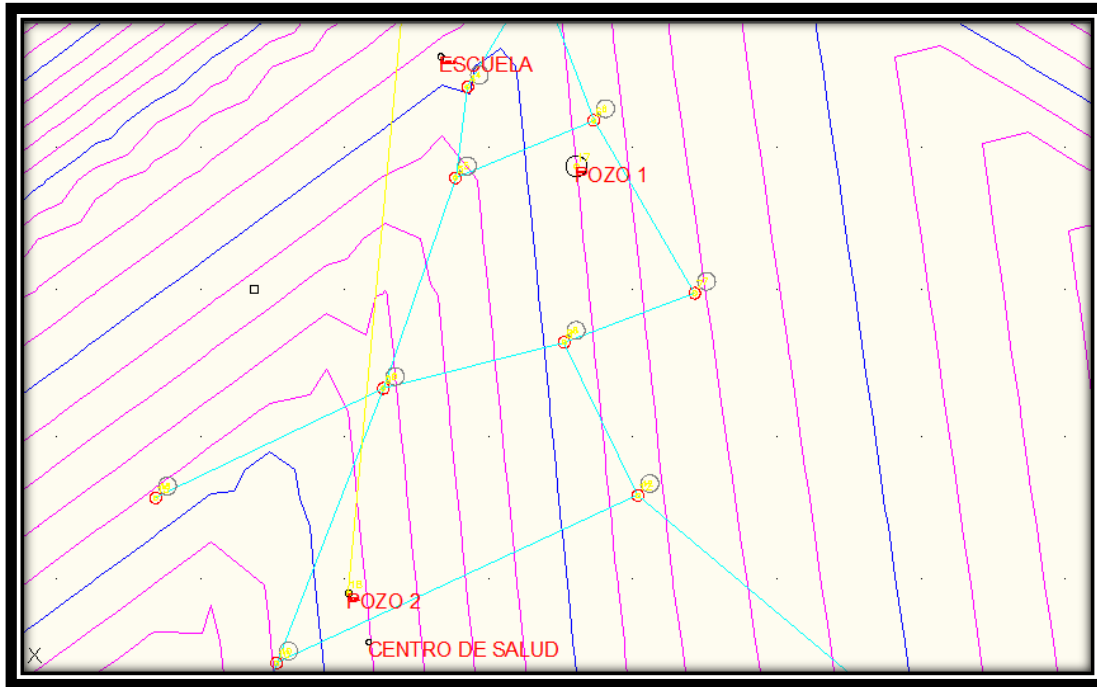


Figura 4: Inventario de fuentes.
Fuente: Elaboración propia. (2015).

El municipio de Santo Tomas Chontales así como la comarca el Jicarito también presenta un bajo potencial hidrológico, el que se evidencia al observar la poca cantidad de recursos hídricos con los que cuenta y el poco rendimiento que estos experimentan en todo el año.

Para efectos de la selección de la fuente de agua con mayor potencial de explotación, se realizó un estudio de los dos pozos perforados con los que cuenta la comunidad, para analizar las ventajas y desventajas que estos pudieran presentar.

Pozos	Coordenadas UTM	producción verano		profundidad		nivel estático	
		gpm	l/seg.	pies	metros	pies	metros
Pozo 1	711031,1325393	44	2.78	210	69.3	60	19.8
Pozo 2	710952,1325245	80	5.1	210	69.3	32.8	10

Tabla 18: Producción, profundidad y nivel estático de los pozos
(Fuente: alcaldía de santo tomas chontales.)

La fuente seleccionada para ser explotada por el proyecto fue el Pozo n°2, debido a los siguientes argumentos:

- ✓ Se localiza dentro de la plaza, por lo que la accesibilidad para las labores de operación y mantenimiento de un futuro sistema se facilitarían.
- ✓ Se encuentra lo suficientemente cerca de las zonas más altas de la comunidad, lo que reduce el costo de la línea de conducción.
- ✓ El rendimiento es lo suficientemente bueno para servir a toda la población.
- ✓ Es el pozo más reciente, lo que evita especulación con relación a su vida útil.
- ✓ No presenta focos de contaminación visibles, las letrinas más cercanas se encuentran a una distancia de más de 30m.
- ✓ Es el único pozo de la comunidad del que se encontró registro de análisis realizados para valorar la calidad de sus aguas.

2.2.3. Análisis de la calidad del agua

El tema de la calidad del agua potable, preocupa a todos los países del mundo, en vías de desarrollo y desarrollados, debido a su repercusión en la salud de la población. Dentro de los factores de riesgo tenemos: los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y las enfermedades relacionadas con el uso del agua, que incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua potable. Estos agentes pueden causar enfermedades como: la malaria, cuyos vectores están relacionados con el agua; la legionelosis, transmitida por aerosoles que contienen microorganismos; y enfermedades como la diarrea.

Los estudios que se muestran a continuación, hechos a la fuente de agua en consideración, fueron realizados por el comité de desarrollo comunal (CDC), organización no gubernamental que se encarga de realizar proyectos de desarrollo en el sub sector urbano y rural, entre los que destacan los proyectos de agua potable y saneamiento, proyectos de mejoras de vivienda y construcción de cocinas. Los estudios fueron realizados en el segundo trimestre del año 2011, finalizando el invierno.

En los cuadros siguientes se muestran los resultados de los análisis bacteriológicos, físicos-químicos y demás, comparados con los valores de referencia encontrados en las Normas de calidad del agua para consumo humano, emitidas por el CAPRE y adoptadas por el INAA.

2.2.3.1. Análisis físico-químico

Debido a que el agua es un solvente universal, existe la posibilidad de que una inmensa cantidad de elementos y compuestos estén presentes en ella en forma de solución, aunque la gran mayoría de estos no tienen mucho significado, existen otros que tienen incidencia directa en la salud. Los resultados del análisis físico-químico se muestran a continuación.

Parámetro	Unidad	Resultado	Valor recomendado	Valor admisible	Observación
Temperatura	°C	23	18 a 30		Cumple
Iones de hidrogeno	Valor pH	7.9	6.5 a 8.5		Cumple
Cloro residual	mg/l	0.0	0.5 a 1.0		Cumple
Conductividad	us/cm	387	400		Cumple
Sol. Tot. Disueltos.	mg/l	290		1000	Cumple

Tabla 19: Resultados del análisis físico-químico.

Fuente: Asociación CDC (2011).

Si bien el análisis realizado a la fuente no incluye todos los parámetros físico-químicos, los parámetros medidos indican que el agua es adecuada para fines de consumo humano, pues las concentraciones se encuentran dentro de los límites permisibles por el INAA.

2.2.3.2. Análisis de parámetros organolépticos

Los parámetros organolépticos, corresponden a características físicas, es decir aquellas que se detectan con los sentidos, lo que implica que tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas del agua. Las características físicas son las que más impresionan al consumidor, sin embargo, tienen menor importancia desde el punto de vista sanitario, ellas son: turbiedad, color, olor, sabor y temperatura.

Aunque el análisis realizado a la fuente no incluye todos los parámetros organolépticos, color y turbiedad de las aguas son generalmente suficientes para indicar la calidad de estas. Los resultados del análisis se muestran a continuación.

Resultados de análisis Físicos.							
municipios	Sitio	parámetro	unidad	resultado	Valor recomendado	Valor admisible	Observación
Sto. Tomás	Pozo Jicarito	Turbidez	UNT	1.1	1	5	Cumple
coordenadas utm	E710952	pH	Valor pH	7.9	6.5-8.5	9	Cumple
	N1325245	Conductividad	us/cm	387	400		Cumple
		STD		290.72		1000	
		Color verdadero	Mg/L (Pt-Co)	<rd	1	15	Cumple

Tabla 20: Resultados del análisis de parámetros organolépticos.

Fuente: Asociación CDC (2011).

Las características físicas analizadas se encuentran dentro de los límites permisibles por el INAA.

2.2.3.3. Análisis bacteriológico

Las condiciones bacteriológicas del agua son fundamentales desde el punto de vista sanitario. Para que el agua sea potable debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario intestinal, causantes de transmitir enfermedades.

A continuación se detallan los resultados obtenidos.

municipios	sitio	parámetro	unidad	resultado	valor recomendado	valor admisible	observación
Sto. Tomás	Pozo Jicarito	Coliforme Total	NPM/100ml	3.3E+03	Neg	Neg	No cumple
CORDENADA S UTM	E710952	Coliforme Fecal	NPM/100ml	2.3E+03	Neg	Neg	Cumple
	N1325245						

Tabla 21: Resultados del análisis bacteriológico.

Fuente: Asociación CDC (2011).

El análisis bacteriológico indica una leve presencia de coliforme total, sin embargo debe considerarse que esta bacteria no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.³ Además al no encontrarse rastros de coliformes fecal, el INNA sugiere desestimar la presencia de coliforme total.

Considerando este resultado se deduce la necesidad de establecer alternativas técnicas para potabilizar el agua de la fuente, siendo suficiente la desinfección preventiva con cloro ante la poca severidad del caso.

resultados de análisis químico		parámetro	unidad	resultado	máximo aceptable	máximo tolerable	observación
municipio	Sitio	Calcio	mg/l	36.5	75	200	Cumple
Sto. Tomás	Pozo Jicarito	Magnesio	mg/l	15.16	50	150	Cumple
coordenada UTM	E710952	Sodio	mg/l	14.54	200	200	Cumple
	N1325245	Potasio	mg/l	6.16	No hay ref.	No hay ref.	
		Arsénico	mg/l	<ld		0.01	Cumple
		Flúor	mg/l	0.86	1.5	1.5	Cumple
		Hierro total	mg/l	0.16	0.3	1-3	Cumple

Tabla 22: Resultados del análisis químico.

Fuente: Asociación CDC (2011)

2.2.3.4. Análisis de sustancias no deseadas

- ✓ Como sustancias no deseadas, el análisis solamente incluyó la medición de los niveles de hierro en el agua. La presencia del hierro en el agua produce mal sabor (amargo) y color rojizo, ocasiona manchas en la ropa, aparatos sanitarios y se deposita en la red de distribución causando obstrucción y alteraciones en la turbiedad y el color.
- ✓ La presencia de hierro en el agua cumple con los requerimientos establecidos en la norma.

³ INNA. (2001). *Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural*. Mangua, Nicaragua.

- ✓ El arsénico es uno de los elementos más dañinos, tiene efectos en los pulmones, intestinos y en el hígado. Es un compuesto cancerígeno con alta incidencia en cáncer de piel, principalmente en manos y pies y otros cánceres aumentando su efecto con la ingesta de dosis elevadas y edad de la persona. Su presencia se debe por la disolución mineral, por efluentes industriales y por disposición atmosférica. El elevado contenido de arsénico en las aguas subterráneas se debe a la erosión natural del subsuelo que contiene arsenita, también está asociado a la existencia de yacimientos de cobre.
- ✓ Con relación al arsénico la presencia de esta sustancia se encuentra dentro del valor permisible por norma.
- ✓ En conclusión los resultados obtenidos de los análisis realizados para determinar la calidad del agua del pozo en consideración, fueron satisfactorios, todos los parámetros medidos se encuentran dentro de los límites permisible según las normas CAPRE y el INAA, por lo tanto no se requiere de ningún tratamiento adicional más que la desinfección preventiva con cloro para asegurar la protección contra riesgo de infecciones de origen hídrico.
- ✓

2.2.4. Balance hídrico

El balance hídrico es un elemento fundamental para poder evaluar el grado de deterioro y la disponibilidad real del recurso agua, así como para determinar la fragilidad de las unidades hidrológicas de una cuenca.

$$P = R + E + I \quad (28)$$

2.2.4.1. Recolección de datos meteorológicos

El INETER facilitó los datos de la Estación hidrometeorológica ordinaria de Santo Tomas Chontales (HMP Y PV 6108), localizada en las coordenadas 12°04'06" latitud Norte y 85°05'30" longitud Este. Estación que se localiza lo suficientemente cerca del área del proyecto (13 km aproximadamente) y que presenta un registro lo suficientemente completo de precipitaciones y temperaturas (periodo 2000-2011 respectivamente). Las demás estaciones localizadas dentro del departamento de chontales se encontraban demasiado lejos del área en consideración.

Los registros de la estación HMP Y PV 6108 y los periodos considerados para el cálculo de la temperatura y la precipitación media, se muestran en anexos.

2.2.4.2. Procesamiento de datos meteorológicos

a) Análisis de la consistencia de datos y estimación de datos faltantes

El periodo de precipitaciones analizado presentaba buenas características en cuando a la consistencia de las mediciones, por lo tanto no fue necesaria la aplicación de método alguno para la corrección de valores erróneos.

Además presentaba un registro completo, por lo que no fue necesaria la aplicación de métodos para la estimación de datos faltantes.

b) Estimación de la precipitación media sobre la cuenca

Solamente se utilizaron los datos de precipitaciones recolectados por la estación PV 6108, se calcularon las precipitaciones medias para la última década cuantificada (periodo 2000 - 2011). Los resultados obtenidos se observan en la tabla resumen del cálculo de aportaciones.

Igualmente se utilizaron los datos de temperaturas recolectados por la estación HMP 6108

▪ Cálculo de la constante ka para estación HMP, latitud 12°04'06"

Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
Lat.	Ka.	Lat.	Ka.	Lat.	Ka.	Lat.	Ka.	Lat.	Ka.	Lat.	Ka.
10°	1	10°	0.91	10°	1.03	10°	1.03	10°	1.08	10°	1.06
12°04'06"	X=0.990	12°04'06"	X=0.908	12°04'06"	X=1.03	12°04'06"	X=1.034	12°04'06"	X=1.090	12°04'06"	X=1.070
20°	0.95	20°	0.9	20°	1.03	20°	1.05	20°	1.13	20°	1.11
Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
Lat.	Ka.	Lat.	Ka.	Lat.	Ka.	Lat.	Ka.	Lat.	Ka.	Lat.	Ka.
10°	1.08	10°	1.07	10°	1.02	10°	1.02	10°	0.98	10°	0.99
12°04'06"	X=1.092	12°04'06"	X=1.078	12°04'06"	X=1.020	12°04'06"	X=1.016	12°04'06"	X=0.970	12°04'06"	X=0.973
20°	1.14	20°	1.11	20°	1.02	20°	1	20°	0.93	20°	0.91

Tabla 23: Resumen de cálculo de la constante ka.
Fuente: Elaboración propia. (2015).

Cálculo de la constante I

- El resumen de cálculo se muestra en la siguiente tabla:

$$I = \sum_{j=1}^{12} I_j \quad (30) \quad I_j = \left(\frac{T_j}{5}\right)^{1.514} \quad (31)$$

MES	ENE	FEB	MAR	ABRI	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TEMPERATURA	22.6	22.6	23.1	24	24.4	23.9	23.8	23.6	23.1	23	23.1	22.9	280.1
$I_j = \left(\frac{T_j}{5}\right)^{1.514}$	9.81	9.81	10.15	10.75	11.02	10.68	10.61	10.48	10.15	10.08	10.15	10.01	123.71

Tabla 24: Resumen de cálculo de la constante I.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

- Cálculo de la constante a**

$$a = 0.49239 + 1792 \times 10^{-5}(I) - 771 \times 10^{-7}(I^2) + 675 \times 10^{-9}(I^3) \quad (32)$$

$$a = 2.807$$

- Cálculo de la evapotranspiración potencial (EPT)**

$$ETP_j = 1.6ka \left(\frac{10T_i}{I}\right)^a \quad (29)$$

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TEMP. MEDIA °C	22.6	22.6	23.1	24	24.4	23.9	23.8	23.6	23.1	23	23.1	22.9	280.10
VALOR Ka	0.990	0.908	1.03	1.034	1.09	1.07	1.092	1.078	1.02	1.016	0.97	0.973	12.27
VALOR I	123.7 1	123.7 1	123.7 1	123.71	123.71	123.71	123.71	123.71	123.7 1	123.7 1	123.7 1	123.7 1	1484.4 6
$ETP_j = 1.6Ka \left(\frac{10T_i}{I}\right)^a$	85.98 9	78.86 6	95.13 1	106.31 7	117.39 7	108.73 6	109.67 3	105.73 3	94.20 7	92.70 2	89.58 9	87.69 9	1172.0 4

Tabla 25: Resumen de cálculo de la evapotranspiración potencial.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.2.4.4. Estimación de la escorrentía superficial

La escorrentía fue evaluada a partir de la aportación específica, que se define como la precipitación que escurre por unidad de superficie de cuenca y se da en mm.

$$a(mm) = \frac{A(Hm^3)}{S(km^2)} \times 10^3 \quad (33)$$

Meses	EN	FE	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
$A=P*S*e*10^3$	0.068	0.044	0.014	0.040	0.260	0.457	0.404	0.262	0.239	0.291	0.147	0.083	2.3
Área de la cuenca $S=Km^2$	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
$A=(A/S)*10^3mm$	16.975	10.99	3.535	9.905	65.03	114.275	101.01	65.485	59.64	72.8	36.75	20.825	577.2

Tabla 26: Resumen de cálculo de la evapotranspiración potencial.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

▪ Cálculo de las aportaciones

Las aportaciones a la microcuenca se determinaron a partir de la siguiente ecuación.

$$A = P * S * e \quad (34)$$

MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
PRESIPITACION P(mm)	48.5	31.4	10.1	28.3	185.8	326.5	288.6	187.1	170.4	208.0	105.0	59.5	1649.2
AREA DE LA CUENCA $S=Km^2$	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48.0
Coefficiente de escorrentía (e)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	4.2
$A=P*S*e*10^3$	0.068	0.044	0.014	0.040	0.260	0.457	0.404	0.262	0.239	0.291	0.147	0.083	2.3

Tabla 27: Resumen de cálculo de aportaciones.

Fuente: Elaboración propia. (2015)

2.2.4.5. Evaluación de la recarga del acuífero

La evaluación de la recarga potencial del acuífero se detalla en la siguiente tabla.

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
P(mm)	48.5	31.4	10.1	28.3	185.8	326.5	288.6	187.1	170.4	208.0	105.0	59.5	1649.2
PI(mm)	31.5	20.4	6.6	18.4	120.8	212.2	187.6	121.6	110.8	135.2	68.3	38.7	1072.0
ESC(mm)	17.0	11.0	3.5	9.9	65.0	114.3	101.0	65.5	59.6	72.8	36.8	20.8	577.2
ETP(mm)	85.99	78.87	95.13	106.32	117.40	108.74	109.67	105.73	94.21	92.70	89.59	87.70	1172.040
RP(mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	103.5	77.9	15.9	16.6	42.5	0.0	0.0	259.71
%Recarga metros cúbicos por segundo en el año													3.29

Tabla 28: Resumen de cálculo de la evaluación de la recarga del acuífero.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

P: Precipitación Media Mensual.

PI: Precipitación que Infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial.

ETP: Evapotranspiración Potencial.

Rp: Recarga Potencial.

$$PI = Precipitación\ media\ mensual\ (P) - Escorrentía\ superficial\ (ESC) \quad (35)$$

$$V = Rp \times A$$

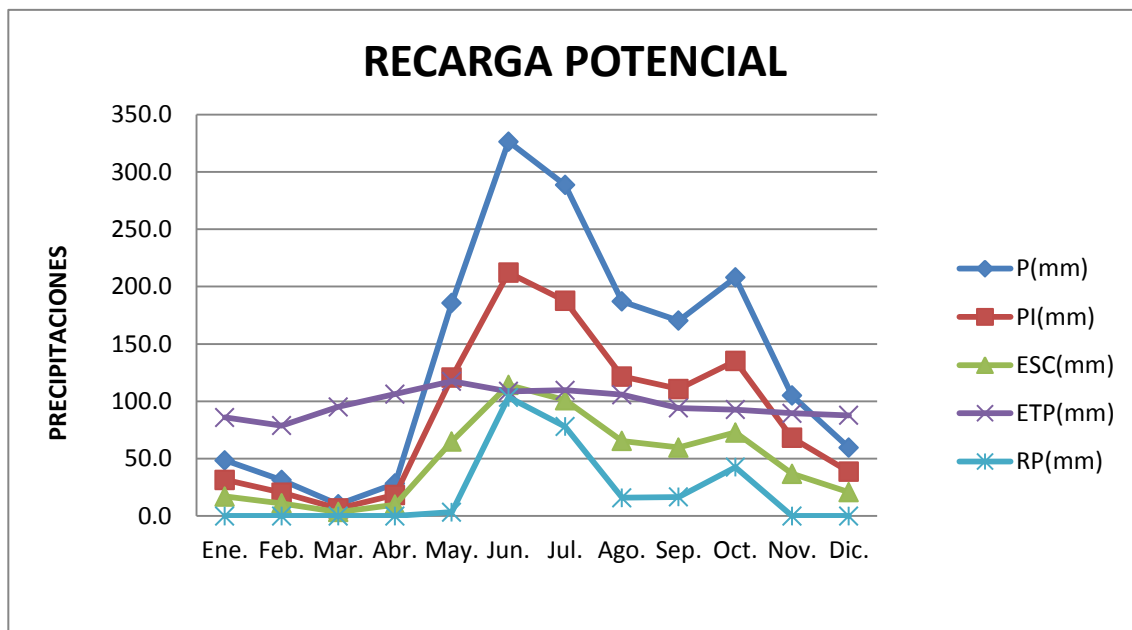
Dónde:

V= Volumen de recarga en (m³/Año.)

Rp=Recarga Potencial del Acuífero.(mm/año)

A=Área donde se genera la Recarga Potencial (m²)

$$\%Recarga = \frac{\sum \left(\frac{Rp}{1000} \right) (Area * 1000^2)}{t \text{ (segundos) de un año}} * (100\%) \quad (36)$$



Gráfica 11: Recarga vs precipitaciones.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.2 .4.6. Análisis de resultados

De la aplicación del balance hídrico se obtuvieron los siguientes resultados:

- Para la estimación de balance hídrico se consideró un área de influencia de 4 km². Los datos de precipitación de la estación considerada muestran que la zona del proyecto presenta inviernos muy lluviosos, con registros de precipitaciones más altos al final del periodo (ver gráfico11).
- Se deduce, basado en los altos niveles de infiltración, la existencia de un predominio de suelos con alta permeabilidad.
- La evapotranspiración se encuentra en niveles relativamente normales, ocasionado por el equilibrio entre los factores que aumentan o disminuyen este fenómeno, entre estos tenemos: las bajas temperaturas que se desarrollan, la topografía y la cubierta vegetal que impide el arrollamiento de las aguas.
- Se obtuvo un porcentaje de recarga del 3.29% de la precipitación con potencial de infiltración, como resultado el acuífero experimenta un buen rendimiento y capacidad de recuperación, lo que se demuestra al considerar que los recursos hídricos no experimentan sequía en periodo de verano.

2.3. Estudio Topográfico

2.3.1. Trabajo de campo

La metodología para la realización del levantamiento topográfico, siguió los requerimientos establecidos por FISE a través del documento “Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM) - Capítulo VII: Agua y Saneamiento Rural”, sin embargo debido a las limitaciones, especialmente en equipos, algunos procedimientos debieron ser adaptados a las condiciones de trabajo. A falta de un equipo óptico-digital o electrónico de precisión (teodolito o estación total), la principal herramienta para el levantamiento de puntos fue un GPS de mano, el equipo restante consistía en una cinta métrica de 30 m, cámara fotográfica y una libreta de apuntes.

Debido a que un levantamiento topográfico conlleva dos componentes, la planimetría y la altimetría, este se realizó en tres etapas. El procedimiento seguido se describe a continuación.

2.3.1.1. Primera etapa: Reconocimiento

El reconocimiento de campo, tuvo como objetivo recabar información, principalmente visual sobre algunas características de interés. Durante esta etapa se llevaron a cabo las siguientes actividades de reconocimiento:

- Reconocimiento de la infraestructura pública, en especial la vial.
- Reconocimiento general de las características ambientales de la zona.
- Reconocimiento general de las características hidrológicas de la zona.
- Identificación de zonas inundables.
- Identificación de accidentes topográficos.
- Identificación de posibles zonas con amenaza de derrumbes o deslizamientos.
- Identificación de posibles predios para el depósito.
- Reconocimiento general de las características del suelo, principalmente en los posibles predios para el depósito.
- Identificación de posibles rutas para la línea de conducción.

2.3.1.2. Segunda etapa: Altiplanimetría

Correspondiente al replante y levantamiento altimétrico de los nodos y línea de tubería de conducción, además de la altiplanimetría del predio del tanque.

El procedimiento seguido se describe a continuación:

▪ Fuente

Se marcó la elevación del terreno y coordenadas de los dos pozos, teniendo especial atención en el pozo de interés, donde fue necesario el marcar en varias ocasiones para promediar los resultados y así tener un dato más preciso.

▪ Predio del tanque

La ubicación del tanque es de vital importancia para el buen funcionamiento del sistema, debe estar lo suficientemente elevado sobre la comunidad para que el agua llegue con suficiente presión al consumidor ubicado en lugares lejanos y de altura similar al tanque.

El levantamiento del terreno del tanque de almacenamiento conlleva primeramente la identificación del predio más favorable en base a los criterios de elevación, accesibilidad y estabilidad del suelo de emplazamiento.

▪ Línea de conducción

Luego de la identificación de la ruta más favorable a partir del reconocimiento de campo, se realizó el levantamiento de puntos iniciando en el lugar de la captación hasta llegar al sitio de emplazamiento del tanque, con estacionamientos de 20m, además se marcaron los puntos más altos. Con relación a la ruta se seleccionó la opción más favorable en cuanto a pendiente y accidentes topográficos.

▪ Red de distribución

El levantamiento conlleva primeramente la identificaron de los nodos para el respectivo marcaje de puntos, cada nodo debió ser marcado en varias ocasiones para promediar los resultados y así obtener datos más precisos.

2.3.2. Procesado de la información

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

- Elaboración de planos topográficos.
- Poligonal del predio del tanque.
- Construcción de perfiles longitudinales.

2.4. Diseño de los componentes del sistema

2.4.1. Selección del nivel de servicio

En la sección (1.5.5.) se abordaron algunos criterios normados para la selección del nivel de servicio que resulte más conveniente (tomas públicas o conexiones domiciliarias).

La adopción de tomas públicas responde a criterios menos exigentes, pues representa el nivel básico de un mini acueducto rural, con criterios principalmente técnicos, sin embargo los criterios para la adopción de un sistema con tomas domiciliarias son más exigentes, pues depende de condiciones sociales y técnicas específicas para poder ser considerado.

Condiciones sociales	Condiciones técnicas
Deberá realizarse un estudio para determinar las posibilidades económicas de la comunidad para construir el sistema.	Se deberá realizar un estudio de factibilidad en el sistema particularmente de la capacidad de la fuente, debido a que la dotación se incrementa comparado con los puestos públicos
Deberá realizarse una campaña educativa a la comunidad en cuanto al uso y ahorro del agua y protección del sistema, ya que cada llave quedará dentro de cada vivienda.	La comunidad deberá aportar parte de la tubería a utilizarse en las tomas domiciliarias. La conexión domiciliar llegará hasta el lindero de la propiedad, a partir de ahí la conexión correrá por cuenta del propietario.

Tabla 29: Condiciones sociales y técnicas para la adopción de tomas domiciliarias.

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

Teniendo en consideración las condiciones establecidas por el INAA, se adoptaron como criterios para la selección de nivel de servicio: la capacidad de la fuente, el impacto generado en la calidad de vida y la expectativa generada en la población, además se realizara la valoración de la capacidad económica de la población para cubrir el sistema, esto solamente para la alternativa de tomas domiciliarias, pues las tomas públicas no implica costos de instalación para los usuarios, por ende no es un criterio común en ambas alternativas.

2.4.2. Análisis cualitativo del nivel de servicio

Criterio	Alternativa 1: Conexiones domiciliarias	Alternativa 2: Tomas públicas
Capacidad de la fuente	MEDIA	ALTA
Impacto generado	ALTO	MEDIO
Expectativa generada en la población	ALTO	BAJO

Tabla 30: Análisis cualitativo del nivel de servicio.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

◆ Análisis de la capacidad de la fuente

Para el análisis cualitativo de la capacidad de la fuente, se considera lo siguiente:

Rendimiento	Conexiones domiciliarias	Tomas publicas
Bajo	Menos de 50 gpm	Menos de 30 gpm
Medio	50-80 gpm	30-50 gpm
Alto	Más de 80 gpm	Más de 50 gpm

Tabla 31: Valores de referencia para el análisis cualitativo de la capacidad de la fuente.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

Los valores de referencia adoptados se basan en la demanda de agua para este sistema en particular y fueron contrastados con el rendimiento del pozo en consideración (80 gpm).

◆ Impacto generado

Para el análisis del impacto que podría generar cada sistema en la calidad de vida de la población, se consideraron tres alternativas cualitativas: bajo impacto, mediano impacto y alto impacto. Desde todo punto de vista el sistema por conexiones domiciliarias ofrece una mejor posibilidad para mejorar las costumbres de higiene y salubridad en la población.

◆ **Análisis de la expectativa de la población**

Para el análisis cualitativo de la expectativa generada por cada sistema en la población, se considera lo siguiente:

Bajo expectativa: Menos del 40%.

Mediano expectativa: 40-70%.

Alto expectativa: Más de 71-100%.

La valoración se realizó haciendo uso de los resultados obtenidos del análisis comparativo realizado en la sección (2.4.3) entre las conexiones domiciliarias y las tomas públicas, en cuanto a las expectativas de la población, donde se encontró que el 96% presenta mayor afinidad hacia un sistema con conexiones domiciliarias y solamente un 4% se conformaría con un sistema con tomas públicas. Además se encontró que la población tiene sus expectativas puestas en una mejora en la cantidad y la calidad del agua suministrada, condición que solamente podría mejorar a través de un sistema con conexiones domiciliarias.

2.4.3. Análisis cuantitativo del nivel de servicio

Criterio	Coeficiente	Alternativa 1:		Alternativa 2:	
		Conexiones domiciliarias		Tomas públicas	
Capacidad de la fuente	5	2	10	3	15
Impacto generado	3	3	9	2	6
Expectativa generada en la población	3	3	9	1	3
Total			28		24

Tabla 32: Análisis cuantitativo del nivel de servicio.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

Capacidad de la fuente: bajo (1), medio (2), alto (3).

Impacto generado: bajo (1), medio (2), alto (3).

Expectativa de la población: bajo (1), medio (2), alto (3).

El análisis comparativo entre los dos niveles de servicio, bajo los criterios adoptados, demuestra la factibilidad del sistema por conexiones domiciliarias, esto sin exponer la fuente de abastecimiento, ni causar descontento social.

Con relación a la capacidad de económica para cubrir los costos que implica un sistema con estas características, en la sección (2.1.5.4.) se valoró la capacidad económica de las familias, donde se encontró que el ingreso familiar promedio es de C\$ 1907 (Un mil novecientos siete córdobas), para una capacidad de pago mensual por familia (considerando el 3% del ingreso mensual para pago del servicio de agua potable) de C\$ 60 (Sesenta córdobas); suficientes para cubrir los costos de las tuberías y accesorios necesarios para las tomas de patio y la cuota mensual para operación y mantenimiento del sistema. Aunque existe la posibilidad de que la tubería y accesorios a utilizarse en las tomas de patio también sea cubierto por el organismo impulsador del proyecto.

2.4.4. Selección de la dotación

El gasto de agua en los poblados rurales mantiene una estrecha relación con sus características socioeconómicas y culturales, hábitos de higiene y salubridad.

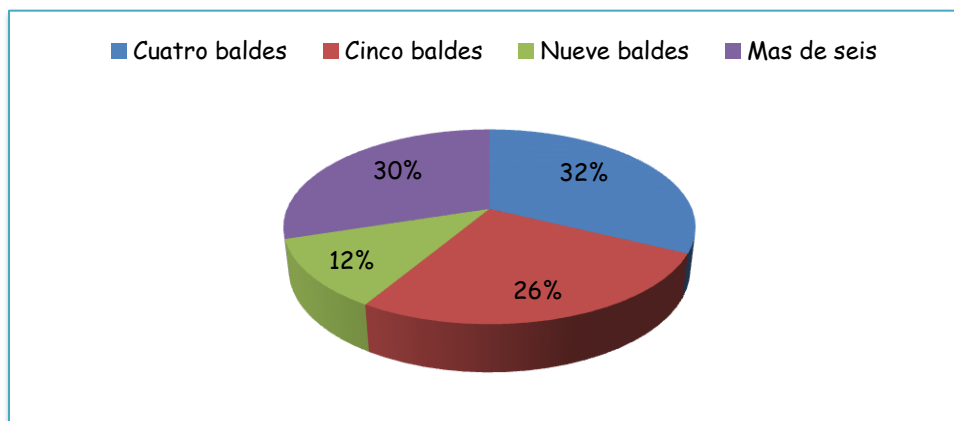
La selección de la dotación incluyo además del análisis y determinación de la demanda de agua para actividades domésticas, un análisis particular de consumos especiales tales como: el consumo de agua de animales y el consumo para actividades de comercio a pequeña escala, de tal manera que se descarten consumos hasta llegar a una condición tal que describa la demanda de agua real de la que será objeto el sistema propuesto.

Los datos necesarios para caracterizar las demandas consideradas se obtuvieron del procesado del material encuestado (Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio).

2.4.4.1. Análisis de la demanda de agua para actividades domésticas

La demanda de agua para actividades domésticas está comprendida fundamentalmente por el agua para la bebida, agua para la preparación de alimentos, agua para la ducha y agua para el saneamiento.

El proceso de encuestado evidenció que la gran mayoría de la población utiliza entre cuatro a seis baldes de agua al día para las actividades domésticas (ver gráfica 12).



Gráfica 12: Gasto de agua por familiar para actividades domésticas.

Fuente: Elaboración propia. (2014). Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio.

Considerando 9 baldes como la cantidad máxima de agua utilizada por familia al día, se obtiene el siguiente consumo aproximado:

Consumo por familia por día= 9 baldes *5 galones/balde=45 galones

Consumo por persona por día= 45galones/6personas= 7.5 galones≈29 litros

En general, desde la perspectiva de la salud y la higiene, la OMS (2006) establece que un mínimo básico de suministro de agua para la protección de la salud corresponde a 20 lppd, de los cuales 7.5 litros son requeridos para bebida y preparación de alimentos.⁴ Considerando estos datos se concluye que la población presenta un gasto por encima del mínimo requerido para suplir sus necesidades básicas, pero dentro de los límites estimados por el INAA para los sistemas de pozos perforados (20 a 30 lppd).

Sin embargo, debe considerarse que este consumo aproximado está basado en el nivel de servicio actual y en las actuales condiciones de vida de la población, una mejora en el nivel de servicio implicaría un aumento significativo en el gasto de agua.

2.4.4.2. Análisis de consumos especiales

◆ Análisis de la demanda de agua de los animales

En la zona rural, donde es muy común la crianza de animales para consumo propio (gallinas y cerdos) y la utilización de animales de carga para los trabajos pesados (caballos, burros), resulta necesaria durante la formulación del proyecto, considerar la posibilidad de que la población haga uso del agua del sistema para saciar la sed de los animales. Para valorar la demanda de animales, se debe determinar el número de animales por vivienda y las especies a las que pertenecen, haciendo uso de los valores

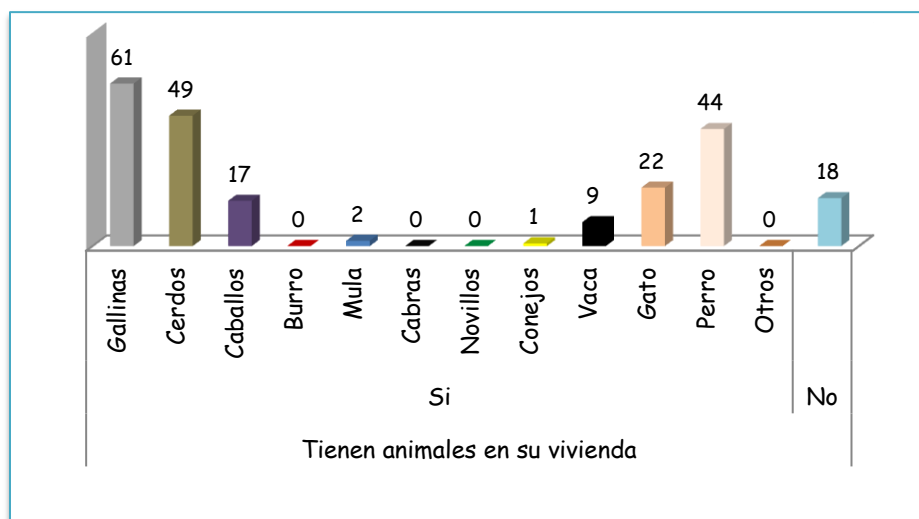
⁴ OMS. (2006). *Iniciativa PHAST: Transformación participativa para la higiene y el saneamiento*. Ginebra.

de referencia, en cuanto a dotación de agua, establecidos por la OMS (2006) para distintos animales.⁵

Dentro de esta sección solamente se considera a los pequeños y medianos animales de crianza y animales domésticos, puesto que solamente estos podrían abastecerse del sistema, en vista de que el ganado se abastece de agua en las quebradas o a través de pozos escavados.

De las 80 familias encuestadas, 73 de ellas tiene animales en sus viviendas (91%), en su mayoría animales pequeños como gallinas, gatos y perros (ver gráfica 13).

Con relación a la cantidad, las gallinas son los animales predominantes, sin embargo el número de ejemplares por familia generalmente no excede los 5. Los animales son criados para consumo propio y no para ser comercializados.



Gráfica 13: Animales predominantes en las viviendas.

Fuente: Elaboración propia. (2014). Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio.

Si bien hay presencia de animales de mayor tamaño como cerdos, caballos y vacas lecheras, en la mayoría de los casos no exceden de un solo ejemplar.

En suma la demanda de agua de los animales domésticos y animales de crianza, resulta poco significativa para ser considerada como dotación adicional.

◆ **Análisis de la demanda de agua para actividades de comercio a pequeña escala**

Las actividades de sustento a pequeña escala suelen jugar un importante rol en el estilo de vida de las comunidades rurales, pues representan una buena opción para garantizar el sustento diario. Generalmente estos negocios se limitan a pequeñas

⁵Ídem 16.

pulperías, pequeñas panaderías, venta de frutas, verduras y de animales (principalmente gallinas), por tanto resulta necesario el identificar y caracterizar la demanda de agua para estas actividades.

Durante la visita de campo se constató que la actividad comercial dentro de la comunidad es poco significativa, los negocios caseros se limitan a cuatro pequeñas pulperías, las que consumen (según el proceso de encuestado) un promedio de 8 baldes de agua al día para suplir las necesidades propias del negocio.

En el caso particular de la comarca El Jicarito, la noción de las microempresas no juega un rol significativo en el estilo de vida de la población, por tanto el consumo de agua para estas actividades también resulta insignificante para ser considerado como consumo adicional para la estimación de la dotación de servicio para el sistema propuesto.

2.4.4.3. Dotación de agua para el nuevo nivel de servicio

El INAA establece (sección 3.1., NTON 09001-99) que la dotación de agua para un sistema por medio de conexiones domiciliarias deberá ser de 50 a 60 lppd, sin embargo en los proyectos financiados por el FISE se acostumbra utilizar una dotación de 20 gppd \approx 75 lppd. Teniendo en consideración ambas sugerencias, la dotación seleccionada será de 20 gppd, esto para compensar cualquier volumen de agua no considerado o fuera de lo previsto y al mismo tiempo para incluir la demanda de agua de animales (domésticos y de crianza) y microempresas caseras, pero sin considerarlos como consumos adicionales, por lo pequeño que resultan.

2.4.5. Estimación de la población de diseño

2.4.5.1. Tasa de crecimiento geométrico

Se utilizó una tasa de crecimiento geométrico de 3%, calculada a partir de la ecuación 1 y utilizando los censos poblacionales de los años 2005 y 014 (381 y 475 personas respectivamente) para la comunidad El Jicarito.

año	población	dotación	consumo domestico	Consumo institucional (7%)	consumo medio	perdidas del sistema 20%	consumo medio total	consumo máximo diario cmd	consumo máximo horario cmh
	Jicarito								
	(habitante)	LPPD	L/D	L/D	L/D	L/D	L/D	L/s	L/s
2015	482	75	36,150.00	2,530.50	38,680.50	7,736.10	46,416.60	0.81	1.34
2016	511	75	38,351.54	2,684.61	41,036.14	8,207.23	49,243.37	0.85	1.42
2017	527	75	39,502.08	2,765.15	42,267.23	8,453.45	50,720.67	0.88	1.47
2018	542	75	40,687.14	2,848.10	43,535.24	8,707.05	52,242.29	0.91	1.51
2019	559	75	41,907.76	2,933.54	44,841.30	8,968.26	53,809.56	0.93	1.56
2020	576	75	43,164.99	3,021.55	46,186.54	9,237.31	55,423.85	0.96	1.60
2021	593	75	44,459.94	3,112.20	47,572.14	9,514.43	57,086.56	0.99	1.65
2022	611	75	45,793.74	3,205.56	48,999.30	9,799.86	58,799.16	1.02	1.70
2023	629	75	47,167.55	3,301.73	50,469.28	10,093.86	60,563.13	1.05	1.75
2024	648	75	48,582.58	3,400.78	51,983.36	10,396.67	62,380.03	1.08	1.80
2025	667	75	50,040.05	3,502.80	53,542.86	10,708.57	64,251.43	1.12	1.86
2026	687	75	51,541.26	3,607.89	55,149.14	11,029.83	66,178.97	1.15	1.91
2027	708	75	53,087.49	3,716.12	56,803.62	11,360.72	68,164.34	1.18	1.97
2028	729	75	54,680.12	3,827.61	58,507.73	11,701.55	70,209.27	1.22	2.03
2029	751	75	56,320.52	3,942.44	60,262.96	12,052.59	72,315.55	1.26	2.09
2030	773	75	58,010.14	4,060.71	62,070.85	12,414.17	74,485.02	1.29	2.16
2031	797	75	59,750.44	4,182.53	63,932.97	12,786.59	76,719.57	1.33	2.22
2032	821	75	61,542.96	4,308.01	65,850.96	13,170.19	79,021.15	1.37	2.29

2033	845	75	63,389.24	4,437.25	67,826.49	13,565.30	81,391.79	1.41	2.36
2034	871	75	65,290.92	4,570.36	69,861.29	13,972.26	83,833.54	1.46	2.43
2035	897	75	67,249.65	4,707.48	71,957.12	14,391.42	86,348.55	1.50	2.50

Tabla 33: Resumen de cálculo de la proyección de población.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

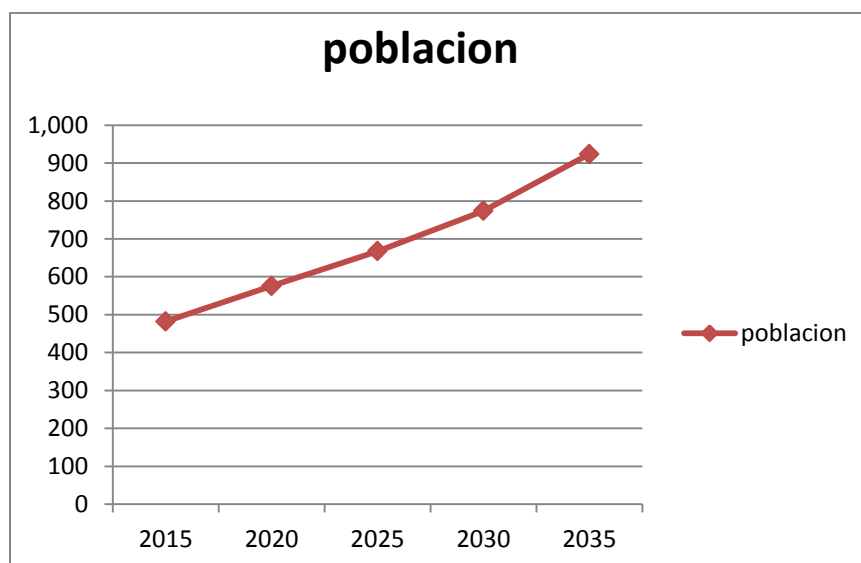
Si consideramos las tasas de crecimiento geométrico del municipio de Santo Tomas y el departamento de Chontales en los últimos años (2.9 y 3% respectivamente, ambas para el periodo (1995-2005), encontramos que la tasa seleccionada no diverge del crecimiento que experimenta la población de Chontales estos últimos años, ni de la tasa de crecimiento mínimo establecida para Nicaragua (2.5%).

2.4.5.2. Proyección de población

El SAAP tendrá una vida útil de 20 años, a partir del año 2015, la población para el periodo de diseño se proyectó utilizando el método geométrico (ecuación 1) con un tasa de crecimiento geométrica de 3% y utilizando el censo poblacional del año 2014 como población base para aplicar el método.

Al descartar la necesidad de incorporar consumos adicionales, la estimación del consumo de agua para el periodo de diseño solamente considera, según lo establecido por norma, el volumen de agua por posibles pérdidas en el sistema.

Aplicando la ecuación 1 se obtienen los siguientes resultados:



Gráfica 14: Comportamiento poblacional dentro del periodo de diseño.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.4.6. Análisis de la fuente de abastecimiento

2.4.6.1. Información general de la fuente

De acuerdo a la información facilitada por la alcaldía municipal de Santo Tomas, y extraída del pliego de bases y condiciones del proyecto de perforación de 2 pozos en la comunidad “El Jicarito”, donde se incluía el pozo de interés, las características de la estructura son las siguientes:

Profundidad nominal	210	pies
Diámetro de perforación	6	pulgadas
Diámetro de revestimiento PVC	4	pulgadas
Rejilla tipo puente AB 1/8”	60	pies
Ademe	160	pies
Empaque de grava	4m ³	Diámetro ¼”
Sello sanitario	40	pies
Tubo piezómetro	160	pies
Tubo de engrave de 2”	80	pies
Material selecto	50	pies
Desarrollo	8	horas
Prueba de bombeo	24	horas

Tabla 34: Información general de la fuente.

2.4.6.2. Potencial y caudal explotable

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida para garantizar su durabilidad y por ende la durabilidad del sistema.

La sección (5.3.3.) de la NTON 09001-99 establece como uno de los principales criterios de aceptación de una fuente para un MABE, que el caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP).

Para las condiciones de trabajo se consideró una fuente con un rendimiento de 80 gpm, por tanto:

CPD	23.77	Gpm
1.5CPD	35.66	Gpm
Rendimiento aproximado	80	Gpm

Como el rendimiento de la fuente (80gpm) > 1.5CPD (35.66gpm), la fuente considerada es suficiente para abastecer al sistema.

El CMH para el periodo de diseño es de 2.31 lps \approx 39.63 gpm, lo que es aún muy inferior al rendimiento de la fuente, hecho que resulta favorable considerado que el CMD representa una situación crítica durante la vida útil del sistema y por tanto las fuentes de agua no se diseñan considerando esta situación.

Los resultados indican que el grado de explotación de la fuente considerada será mínimo, lo que garantiza su durabilidad y un suministro de agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población.

2.4.7. Diseño hidráulico del equipo de bombeo

Se diseñara un solo equipo de bombeo, calculado para el caudal de diseño de 20 años, el equipo deberá ser reemplazado luego del primer periodo de 10 años, por otro equipo de iguales especificaciones que el primero, las que se determinaran en esta sección.

Condiciones		
Nivel Estático del Agua (NEA)	10	m
Variaciones estacionales	20	pies
Abatimiento por bombeo	20	pies
Sumergencia	20	pies
Tubería de conducción de PVC con C	150	
$Q_{\text{diseño}}$	1.5	lps
12 horas de bombeo		

Tabla 35: Especificaciones para cálculo del equipo de bombeo.

a) Diámetro interno de la tubería de descarga

Aplicando la ecuación 6: $D=0.9 (0.00150)^{0.45}$

$$D = 0.04824847m \approx 1.89954619 \text{ in} \approx 2''$$

b) Carga total dinámica

Aplicando la ecuación 7:

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

▪ Nivel más bajo del agua durante el bombeo (NB)

$$NB = NEA + \text{Variaciones estacionales} + \text{Abatimiento}$$

$$NB = 32.8\text{pies} + 20\text{pies} + 20\text{pies}$$

$$NB = 72.8\text{pies} \approx 22.19m$$

▪ Carga estática de la descarga CED

$$CED = 273.623m - 225.7m \quad CED = 47.923 m$$

▪ **Perdidas de la columna dentro del pozo ($hf_{columna}$)**

La NTON 09001-99 establece (sección 6.4.1.), que las pérdidas por fricción en la columna de bombeo se consideran no mayor al 5% de su longitud.

$$hf_{columna} = 5\%Lc \text{ Ecuación 8:}$$

$$Lc = NB + \text{Sumergencia} \text{ Ecuación 9:}$$

$$Lc = 72.8 \text{ pies} + 20 \text{ pies}$$

$$Lc = 92.8 \text{ pies}$$

$$hf_{columna} = 0.05(92.8 \text{ pies})$$

$$hf_{columna} = 4.64 \text{ pies} \approx 1.415m$$

▪ **Perdidas en la descarga ($hp_{descarga}$)**

Considerando una tubería con un diámetro $\emptyset_{descarga} = 2''$.

Utilizando la tabla 7 de perdidas localizadas en longitudes equivalentes en metro de tubería recta.

Accesorio	Cantidad	Longitud equivalente (m)	Total (m)
C-90° de radio mediano	1	1.4	1.4
Válvula de compuerta, VC liviano	1	0.4	0.4
Válvula de retención, VR liviano	1	4.2	4.2
Tee paso directo	1	1.1	1.1
Medidor	1	10	10
C-90° de radio corto	1	1.7	1.7
C-45°	4	0.8	3.2
Salida al tanque	1	1.5	1.5
			$\sum Le \text{ total} = 23.5 m$

Tabla 36: Pérdidas localizadas como longitudes equivalentes de tubería.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

$L_{real} = L_{total} + L_{tuberia}$ Ecuación 10:

$$L_{real} = 23.5m + 605.14m$$

$$L_{real} = 628.34m$$

$h_{f_{descarga}} = 10.674 \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} \left(\frac{l}{\phi^{4.87}}\right)$ Ecuación 11:

$$h_{f_{descarga}} = 10.674 \left(\frac{0.00150m^3/s}{150}\right)^{1.852} \left(\frac{628.34m}{(0.0508m)^{4.87}}\right)$$

$$h_{f_{descarga}} = 7.395m$$

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

$$CTD = 22.19m + 47.923m + 1.415m + 7.395m$$

$$CTD = 78.923m \approx 258.86744pies$$

c) Potencia hidráulica de la bomba

$$P_B = \frac{Q * CTD}{3960}$$
 Ecuación 12:

$$P_B = \frac{(23.78 \text{ gpm})(258.86744pies)}{3960}$$

$$P_B = 1.555HP$$

Se requiere un equipo de bombeo con una potencia hidráulica superior a los 1.555 HP.

d) Punto de operación y selección del equipo de bombeo

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

Caudal 5.4 m³/h

CTD 258.86744 Pies

Como referencia se utilizó el catálogo de bombas sumergibles GRUNDFOS SP A, SP de 50Hz, resultando la elección de la bomba SP 5A-12 para caudales de operación de hasta 6.4 m³/h, las características del equipo de bombeo se indican a continuación:

Velocidad de giro (n)	2870	rpm	
Diámetro	4	plg	
Potencia (P)	1.1	kw	≈ 1.25 HP
Eficiencia (e)	60	%	

El fabricante no indica en catalogo el valor de la altura neta positiva de succión requerida (CNPSr), por tanto se considera que el valor es tan pequeño que el equipo no presentara problemas de cavitación.

e) Potencia analítica del equipo de bombeo

$$P_{EB} = \frac{P_H}{e} \text{ Ecuación 13:}$$

$$P_{EB} = \frac{1.555HP}{0.6}$$

$$P_{EB} = 2.591HP$$

Concepto	Valor calculado	
Diámetro interno de la tubería	2	Pulgadas
Nivel de Bombeo (NB)	20	M
Carga Estática de Descarga (CED)	47.923	M
Pérdidas friccionaste en la columna de bombeo ($hf_{columna}$)	1.415	M
Pérdidas friccionantes en la descarga (hf_{desc})	7.395	M
Carga Total Dinámica (CTD)	258.86744	Pies
Potencia hidráulica de la bomba (calculada)	1.555	HP
Potencia analítica de la bomba	2.591	HP

Tabla 37: Resumen de resultados para la estación de bombeo.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.4.8. Diseño hidráulico de la línea de conducción

a) Diámetro económico

El diámetro económico fue calculado en la sección (2.4.7.a), dando como resultado una tubería de conducción de 2 pulgadas.

b) Velocidad

Aplicando la ecuación de continuidad, obtenemos:

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 16: } V &= \frac{4Q}{\pi\phi^2} \\ V &= \frac{4(0.00150\text{m}^3/\text{s})}{\pi(0.0508\text{m})^2} \\ V &= 0.74 \text{ m/s} \\ 0.6 \text{ m/s} &< 0.74 \text{ m/s} < 1.5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

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

c) Golpe de ariete

▪ Cálculo de la celeridad

Considerando una línea de conducción de PVC SDR-26 de 2", el espesor del tubo es 2.31mm y la K para tubos plásticos de acuerdo a la tabla 8 es de 18.

Aplicando la ecuación de celeridad (ecu. 20):

$$\begin{aligned} C &= \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 \frac{(0.0508\text{m})}{(0.00231\text{m})}}} \\ C &= 469.76\text{m/s} \end{aligned}$$

▪ Cálculo del tiempo de cierre

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

Aplicando la ecuación 18 para cierre instantáneo:

$$T = \frac{2(605.14\text{m})}{469.76\text{m/s}}$$

$$T = 2.576 \text{segundos}$$

▪ Cálculo de la sobrepresión

A través de la ecuación 19, se obtiene el valor de la sobrepresión.

$$G.A. = \frac{(469.76 \text{ m/s})(0.74 \text{ m/s})}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$G.A. = 35.44 \text{m}$$

d) Presión total

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

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

$$PT = 35.44 \text{m} + 47.923 \text{m}$$

$$PT = 83.363 \text{m}$$

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

Concepto	Valor calculado	Valor de referencia	Observación
Velocidad	0.74 m/s	0.74m/s < v < 1.5 m/s	Cumple
Golpe de ariete	83.363 m	112 m.c.a.	Cumple

Tabla 38: Resumen de resultados para la línea de conducción.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.4.9. Dimensionamiento del tanque de almacenamiento

a) Calculo del volumen del tanque

El volumen del tanque lo compone el volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia (20% CPTD), más el volumen de compensador (15% CPDT).

$$\text{Ecuación 23: } Vol.Total = 35\%CPDT$$

$$Vol.Total = 35\%dia/100(129.6m^3/dia)$$

$$Vol.Total = 45.36m^3$$

b) Calculo de la altura del tanque

De la tabla 9, se determina que la constante de la capacidad de almacenamiento del tanque es $k = 2$. Aplicando la ecuación 24 para determinar la altura económica:

$$h = \frac{45.36m^3}{\frac{100}{3}} + 2$$

$$h = 2.15m$$

La altura hasta la tubería de reboce será de 3m, para una altura total del tanque será de 3.3m, esto sin afectar la estabilidad de la estructura.

a) Calculo de la base del tanque

Ecuación 25: $L = \sqrt{\frac{45.36}{2.15}}$, es el lado de la pila.

Concepto	Dimensión		Observación
Volumen	45.36	m ³	Se consideró un 35% del CPDT
Altura	3.30	m	Incluye un reboce de 30 cm
Lado	5	m	El tanque será de sección cuadrada.

Tabla 39: Dimensiones finales del tanque de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.4.10. Análisis hidráulico de la red de distribución

La simulación del sistema fue realizada con el software EPANET, considerando el:

- Tanque lleno y CMH: Representa la condición más exigente, donde se presentan las mayores velocidades y altas presiones de trabajo, solamente por debajo de las presiones existentes cuando no hay demanda en el sistema.

Para la modelación del sistema se necesitaron 17 nodos, el alto nivel de sinuosidad de las calles y las altas pendientes en algunos sectores, hizo necesario la colocación de nodos ocasionalmente cercanos, para llevar un mejor control de las características de interés (presiones y velocidades).

Todas las simulaciones se realizaron tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Nivel dinámico del agua dentro del pozo.
- La curva característica del equipo de bombeo seleccionado en la sección.
- Las dimensiones del tanque de almacenamiento calculadas en la sección.
- Tuberías de PVC, C= 150 y 2 pulgadas de diámetro.

El esquema de la red con el etiquetado de nodos, se muestra a continuación;

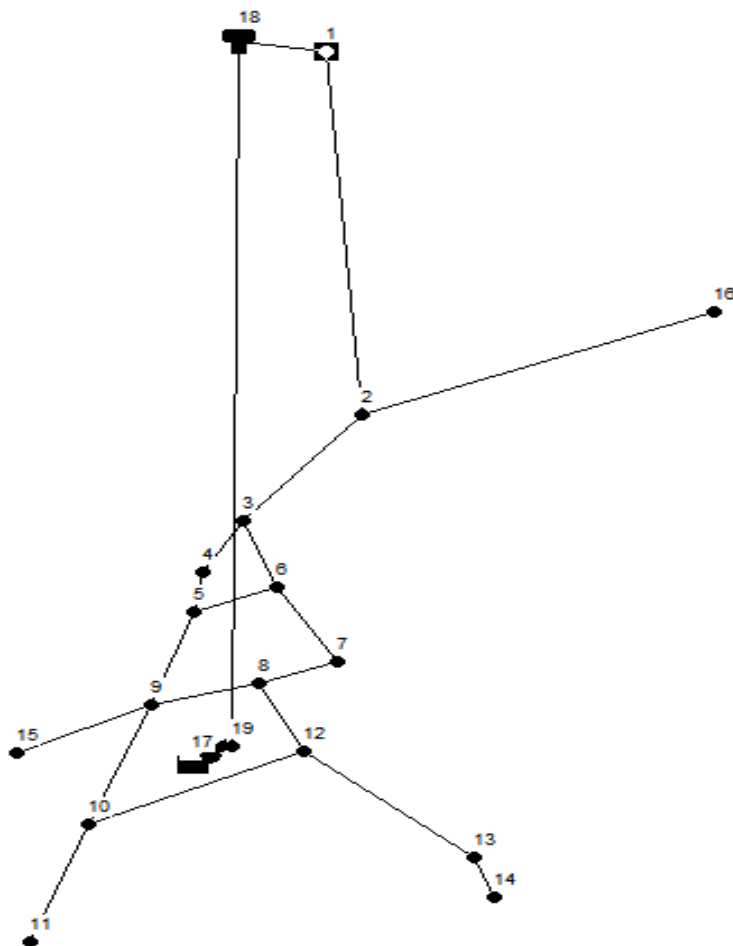


Figura 5: Esquema de la red de distribución, etiquetado de líneas.
Fuente: EPANET. (2015).

2.4.11. Condición: Tanque lleno y CMH

a) Análisis de presiones

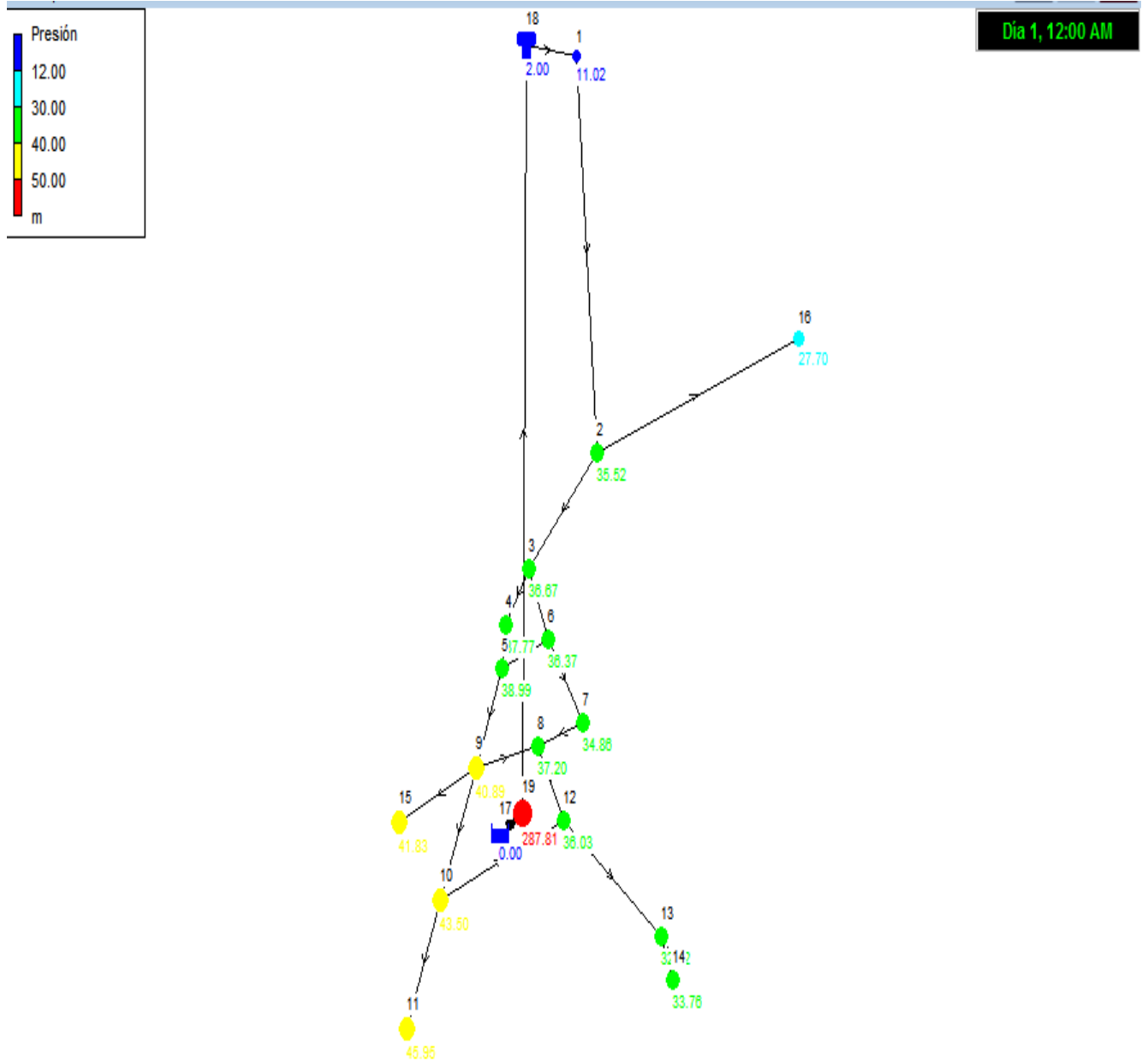


Figura 6: Esquema de presiones para la condición Tanque lleno y CMH.

Fuente: EPANET. (2015).

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 1	264.273	0.420	0.42	275.29	11.02
Nudo 2	233.052968	0.159	0.16	268.57	35.52
Nudo 3	230.341057	0.149	0.15	267.01	36.67
Nudo 4	229.106499	0.046	0.05	266.88	37.77
Nudo 5	227.811079	0.113	0.11	266.80	38.99
Nudo 6	230.430147	0.177	0.18	266.80	36.37
Nudo 7	231.824594	0.071	0.07	266.68	34.86
Nudo 8	229.414312	0.181	0.18	266.62	37.20
Nudo 9	225.732675	0.149	0.15	266.62	40.89
Nudo 10	223.073389	0	0.00	266.58	43.50
Nudo 11	220.612111	0.144	0.14	266.56	45.95
Nudo 12	230.533181	0.202	0.20	266.57	36.03
Nudo 13	234.096963	0.190	0.19	266.51	32.42
Nudo 14	232.754494	0.049	0.05	266.51	33.76
Nudo 15	224.777925	0.128	0.13	266.61	41.83
Nudo 16	240.708293	0.322	0.32	268.41	27.70
Nudo 19	0	0	0.00	287.81	287.81
Embalse 17	225.7	Sin Valor	-1.92	225.70	0.00
Depósito 18	273.623	Sin Valor	-0.58	275.62	2.00

Tabla 40: Estado de nodos en la red.

Fuente: Elaboración Propia (EPANET)

En esta condición, todos los nodos cumplen con las presiones recomendados por el INNA en la norma rural por encima de los 5mca. El resto de nodos presentan presiones por encima de 5mca-46mca.

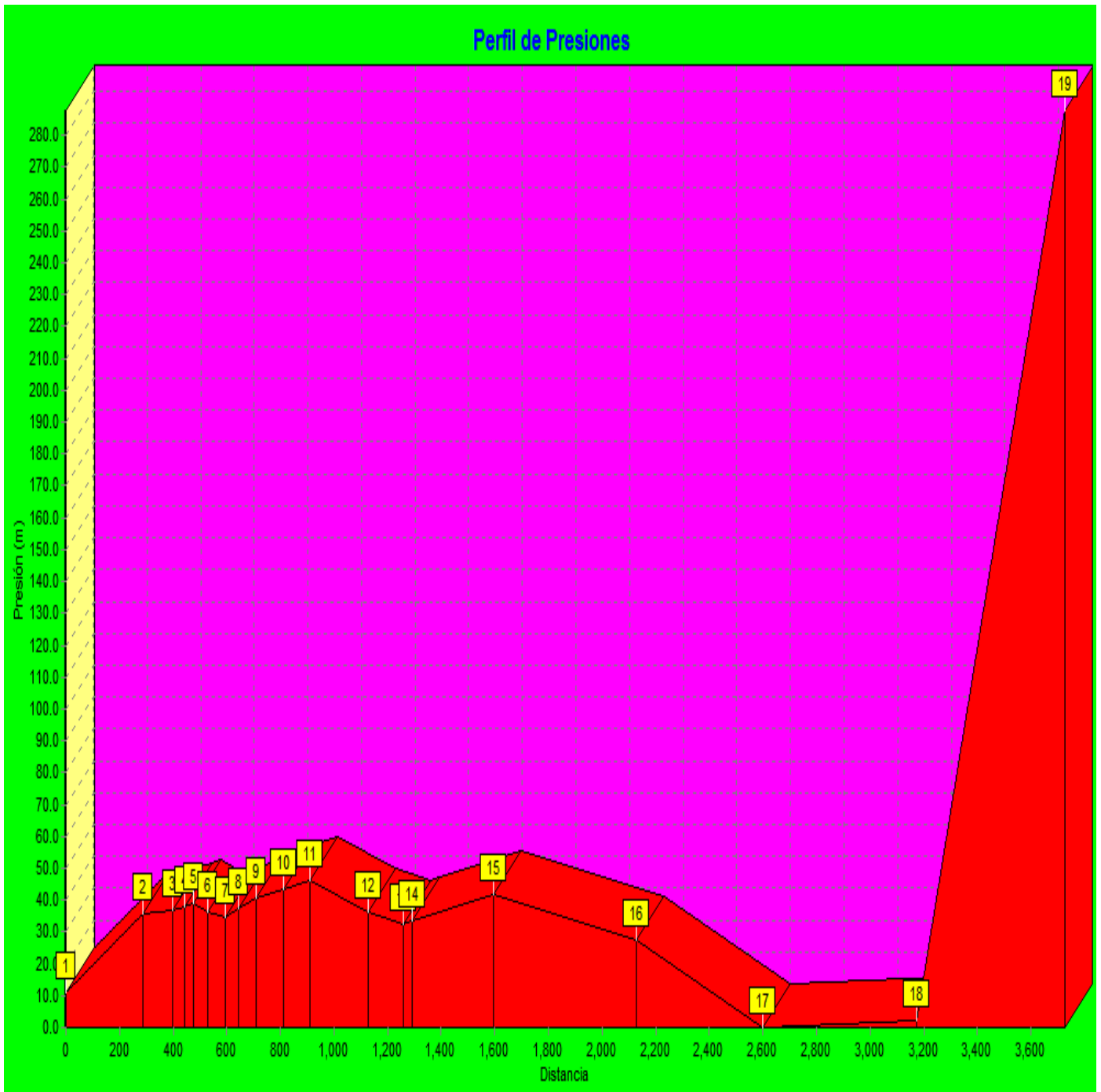
Se encontraron 16 tuberías que presentan velocidades por debajo de los 0.4m/s recomendados en la norma.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción	Estado
Tubería 1	287.84	50	150	2.08	1.06	23.35	0.020	Abierta
Tubería 2	220.79	50	150	0.32	0.16	0.74	0.027	Abierta
Tubería 3	108.66	50	150	1.60	0.81	14.35	0.021	Abierta
Tubería 4	46.77	50	150	0.67	0.34	2.86	0.024	Abierta
Tubería 5	31.84	50	150	-0.62	0.32	2.51	0.024	Abierta
Tubería 6	51.92	50	150	-0.09	0.04	0.07	0.033	Abierta
Tubería 7	55.38	50	150	0.78	0.40	3.80	0.024	Abierta
Tubería 8	69.38	50	150	0.52	0.26	1.76	0.025	Abierta
Tubería 9	48.38	50	150	0.44	0.23	1.34	0.026	Abierta
Tubería 10	64.72	50	150	-0.08	0.04	0.06	0.033	Abierta
Tubería 11	77.16	50	150	0.60	0.30	2.33	0.025	Abierta
Tubería 12	87.66	50	150	0.13	0.07	0.13	0.031	Abierta
Tubería 13	102.18	50	150	0.24	0.12	0.42	0.028	Abierta
Tubería 14	138.14	50	150	0.09	0.05	0.08	0.032	Abierta
Tubería 15	58.93	50	150	0.35	0.18	0.85	0.027	Abierta
Tubería 16	98.44	50	150	0.14	0.07	0.17	0.030	Abierta
Tubería 17	130.26	50	150	0.24	0.12	0.42	0.028	Abierta
Tubería 18	33.24	50	150	0.05	0.02	0.02	0.035	Abierta
Tubería 19	10	50	150	-2.50	1.27	32.83	0.020	Abierta
Tubería 20	605.14	50	150	-1.92	0.98	20.14	0.021	Abierta
Bomba 21	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	1.92	0.00	-62.11	0.000	Marcha

Tabla 41: Estado de la línea de la red de distribución.

Fuente: EPANET 2015

2.4.12. Resultados del análisis



Gráfica 15: perfil de presiones en los nodos.

Fuente: Elaboración propia.EPANET (2015).

En esta condición, todos los nodos cumplen con las presiones recomendados por el INNA en la norma rural por encima de los 5mca. El resto de nodos presentan presiones por encima de 5mca-46mca.

Con relación a las velocidades, se evidencia la necesidad de colocar válvulas de limpieza para prevenir la acumulación de sedimentos, pues la gran mayoría de las tuberías presenta velocidades por debajo de los 0.4 m/s establecidos por norma. Esta situación es causada por la baja densidad poblacional, lo que ocasiona que la demanda de agua resultante también sea pequeña, esto combinado con la notablemente dispersión de las viviendas, ocasiona que los caudales nodales calculados resulten insignificantes en comparación con las longitudes y el diámetro de las tuberías (algunas tuberías fueron colocadas para servir solamente a una familia).

2.4.13. Desinfección

2.4.13.1. Tratamiento

Con el propósito de proveer agua libre de bacterias, virus y amebas a los usuarios, se debe incorporar un sistema de desinfección. Los resultados de los análisis físico-químicos, bacteriológicos, organolépticos, hierro y arsénico determinaron que no se requiere de ningún tratamiento adicional más que la desinfección preventiva con cloro para garantizar la pureza del agua y eliminar las coliformes totales.

Se ha reconocido ampliamente la cloración del agua potable como uno de los avances más significativos en la protección de la salud pública. La filtración y la cloración prácticamente han eliminado las enfermedades transmitidas por el agua como el cólera, la tifoidea, la disentería y la hepatitis A, en los países desarrollados. Los desinfectantes basados en cloro son los únicos con las propiedades residuales duraderas que previenen un nuevo crecimiento microbiano y proporcionan protección continua durante todo el proceso de distribución.

El cloro se presenta puro en forma líquida o compuesta, como hipoclorito de Calcio, el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de Sodio de configuración líquida. Cuando se usa hipoclorito de Calcio, la concentración de la solución debe ser entre 1% y 3% de cloro disponible para impedir la formación excesiva de depósitos y sedimentos de Calcio. Las soluciones de hipoclorito de sodio pueden ser hasta de 10%. Las concentraciones mayores no son aconsejables porque pierden potencia rápidamente y si son muy altas se pueden cristalizar.

2.4.13.2. Dosificación

La efectividad de una desinfección se expresa como cloro residual después de cierto tiempo de contacto, el INAA establece concentraciones entre 0.2 y 0.5 mg/l después de 30 minutos, mientras que la OMS recomienda una concentración de 0.5mg/l de cloro libre residual. De conformidad con los métodos y medios empleados por el ENACAL y FISE en sistemas rurales, el método de cloración consistirá en desinfección por

inyección hidráulica de hipoclorito de Calcio, usando una concentración de cloro activo de 2 mg/lit, para obtener una concentración de cloro residual de 0.2 mg/lit, Ante la ausencia de coniformes fecales, esta concentración será suficiente para desinfectar el agua de cualquier microorganismo restante y además permitirá que el agua mantenga un sabor agradable.

La aplicación al agua de la solución se efectuará mediante un hipoclorador de carga constante, que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65%, diluido hasta alcanzar una concentración de solución del 1%. A inicios del primer periodo de 10 años de la vida útil del proyecto, se deberá realizar una inspección detallada para verificar el funcionamiento de la unidad y si es necesario reemplazarla.

En la siguiente tabla se detalla la dosificación del cloro a suministrar en el tanque.

Dosis Promedio		Concentración Comercial		Concentración Solución			
d= 2 mg/lit		CC= 0.65		CS= 0.01			
	CMD	Vol. Cloro	Vol. Hipoclorito de Calcio		Vol. de Solución		Dosificación
	Gpm	lb/dia	lb/dia	gr/dia	lt/dia	GPD	gotas/min
2015	12.77	0.307	0.472	214.39	21.44	5.66	193.55
2016	13.55	0.325	0.500	227.45	22.74	6.01	205.34
2017	13.96	0.335	0.515	234.27	23.43	6.19	211.50
2018	14.38	0.345	0.531	241.30	24.13	6.38	217.84
2019	14.81	0.355	0.547	248.54	24.85	6.57	224.38
2020	15.25	0.366	0.563	256.00	25.60	6.76	231.11
2021	15.71	0.377	0.580	263.68	26.37	6.97	238.04
2022	16.18	0.388	0.597	271.59	27.16	7.18	245.18
2023	16.67	0.400	0.615	279.73	27.97	7.39	252.54
2024	17.17	0.412	0.634	288.13	28.81	7.61	260.11
2025	17.68	0.424	0.653	296.77	29.68	7.84	267.92
2026	18.21	0.437	0.672	305.67	30.57	8.08	275.96
2027	18.76	0.450	0.693	314.84	31.48	8.32	284.23
2028	19.32	0.464	0.713	324.29	32.43	8.57	292.76
2029	19.90	0.478	0.735	334.02	33.40	8.82	301.54
2030	20.50	0.492	0.757	344.04	34.40	9.09	310.59
2031	21.11	0.507	0.780	354.36	35.44	9.36	319.91
2032	21.75	0.522	0.803	364.99	36.50	9.64	329.51
2033	22.40	0.538	0.827	375.94	37.59	9.93	339.39
2034	23.07	0.554	0.852	387.22	38.72	10.23	349.57
2035	23.76	0.570	0.877	398.83	39.88	10.54	360.06

Tabla 42: Dosificación de hipoclorito de Calcio.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

$$\text{Vol. Cloro (lb/día)} = 0.012 * \text{CMD} * d \quad (37)$$

$$\text{Vol. hipoclorito de Calcio} \left(\frac{\text{lb}}{\text{día}} \right) = \frac{\text{Vol. Cloro}}{\text{Concentración comercial}} \quad (38)$$

$$\text{Vol. Hipoclorito de Calcio (gr/día)} = \frac{\text{V. H. Calcio(lb/día)} * 1000}{2.2} \quad (39)$$

$$\text{Vol. Solución (lt/día)} = \frac{\text{V. H. Calcio(gr/día)}}{\text{Concentración. Solución} * 100} \quad (40)$$

$$\text{Vol. Solución (gl/día)} = \frac{\text{Vol. Solución(lt/día)}}{3.785} \quad (41)$$

$$\text{Dosificación (got/min)} = \text{Vol. Solución(lt/día)} * 1000 * 13/24/60 \quad (42)$$

A lo largo de la vida útil del proyecto deberán ser realizados estudio periódicos para evaluar la calidad del agua de la fuente, si los resultados arrojan que la calidad del agua no cumple con los parámetros establecidos por el INAA, entonces dependiendo de la severidad del caso, la dosificación deberá ser recalculada basado en los nuevos requerimientos o en el peor de los casos deberá ser considerada una nueva alternativa de desinfección. De lo contrario el tratamiento considerado en esta sección será aún vigente.

2.5. Estudio de Impacto Ambiental

2.5.1 Introducción al estudio de impacto ambiental

En el presente capítulo, se pretende recoger una síntesis de las condiciones operacional correspondiente al entorno afectable por la realización del proyecto.

En la actualidad el control y la normativa de los estudios y la evaluación de impacto ambiental para los proyectos de desarrollo está asignada al Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), por medio de la ley creadora de MARENA 1-94, la ley 290 de la organización del estado, la ley general del ambiente (ley 217) y su reglamento y el decreto para la administración de EIA y permisos ambientales (decreto 76-2006).

En este estudio se define la línea base ambiental, la cual es el punto de partida para evaluar los impactos negativos y positivos que generará el proyecto, tanto en la etapa de construcción como en la de funcionamiento, a través de un conjunto de matrices. En la evaluación se abordan los factores son afectados, como: el suelo, la salud y el ambiente humano, realizando un programa de mitigación para los impactos negativos críticos de la obra.

2.5.2. Objetivos del estudio de impacto ambiental

Objetivo general

- Elaborar un Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto Diseño de Miniacueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) para la comarca “El Jicarito” del municipio de Santo Tomas, Chontales.

Objetivos específicos

- Garantizar que el proyecto de Diseño de Miniacueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) para la comarca El Jicarito, sea ambientalmente sostenibles.
- Elaborar la Línea de Base Ambiental (LBA), de factores afectados e involucrados.
- Elaborar medidas de mitigación incorporada al ciclo de proyectos, basada en la prevención de impactos negativos al ambiente y precaución en caso que exista consecuencias ambientales.

2.5.3. Descripción general del proyecto

El emplazamiento del proyecto tiene por ubicación en el municipio de Santo Tomas, comunidad El Jicarito, con una población estimada de 482 habitantes. Se prevé que la ejecución de la obra tendrá una baja incidencia de impactos negativos sobre los habitantes, que transitan sobre la vía, próximos a la ubicación de la red de distribución y línea de conducción.

Las etapas de construcción de la obra son: preliminares, movimiento de tierra, construcción de tanque de almacenamiento y limpieza final. Durante todos los trabajos de excavación es muy probable la emisión de ruido, emisiones de partícula, afectaciones a la vegetación existente.

2.5.4. Instrumentos ambientales del SISGA y su relación en el marco legal nacional

En Nicaragua mediante el decreto 76-2006, se establecen las bases que rigen el sistema de evaluación ambiental en el país. Dicho decreto de acuerdo a las incidencias ambientales que tienen los proyectos, establece 3 categorías ambientales.

El proyecto de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de El Jicarito, municipio de Santo Tomas, está considerado como un proyecto de categoría III, quedando sujeto a una valoración de impacto ambiental.

Categoría ambiental III: La componen proyectos que pueden causar impactos ambientales moderados, aunque pueden generar efectos acumulativos, por lo que quedarán sujetos a una valoración ambiental, como condición para otorgar la autorización ambiental correspondientes.

El proceso de valoración correspondiente quedará a cargo de las delegaciones territoriales del MARENA, en coordinación con las unidades ambientales sectoriales y municipales pertinentes, según sea el tipo de obra, proyecto, industria o actividad. En el caso de las Regiones Autónomas, el sistema será administrado por los Consejos Regionales a través de la Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SERENA), en coordinación con el MARENA.

2.5.4.1. Componentes ambientales a ser analizados

La valoración, consiste en determinar los elementos con impactos negativos y positivos generados por el proyecto, este análisis es realizado durante la etapa de construcción en las distintas actividades de ejecución. Luego, se consideran los impactos negativos y los impactos positivos en una tabla resumen, esto con el fin de razonar las medidas de mitigación que se deben realizar durante la construcción del proyecto.

2.5.5. Línea base ambiental

A continuación se presenta la LBA, destacando las principales situaciones positivas y negativas detectadas en el área de proyecto durante la construcción.

2.5.5.1. Resumen de la valoración ambiental del proyecto

CATEGORIA	COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLES
ESTUDIO DEL MEDIO FISICO	Calidad del aire	Fuentes principales de emisión.
		Niveles de emisión alcanzados en determinados lugares.
		Características meteorológicas de la zona de estudio con la calidad del aire.
		Áreas de especial sensibilidad.
		Estudio de la corrosión.
		Estudio de la contaminación por ruido.
		Estudio de las vibraciones.
	Geología y Geomorfología	Estudio de las características geológicas y geotectónicas de los materiales.
		Condiciones sísmicas e historial.
		Hidrogeología.
	Suelos	La calidad paisajística propia de una comunidad Urbana.
		Su dureza.
	ESTUDIO DEL MEDIO SOCIO ECONOMICO Y AMBIENTAL	Espacios públicos
Equipamiento.		
Grado de insuficiencia e insatisfacción de los servicios básicos.		
Evaluación de los recursos turísticos del área de estudio.		
Salud		Servicios de salud.
		Población sin servicio de agua.
		Incremento de los niveles de morbilidad y mortalidad relacionada con la

		carencia de servicios de agua.
		Expectativas en la mejora del sector salud en pro de mejor calidad de vida.
		Demandas por características de la población.
	Calidad de vida	Sensibilización de la población.
		Cercanía a las fuentes de materia prima.
		Disponibilidad de mano de obra y su calificación técnica.
	Economía	Recursos naturales y locales.
		Las condiciones naturales. tales como topografía, resistencia del suelo, drenaje natural, etc.
		Población dedicada al sector agrícola y ganadero, de ahí su representatividad dentro del conjunto e población activa.
		Cercanía y vinculación a vías importantes de circulación.

Tabla 43: Línea base ambiental.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

Los factores ambientales sobre los cuales se provocan efectos por las actividades de construcción son: ruidos y vibraciones, geología y geomorfología, suelo, vegetación, paisaje, salud y vulnerabilidad. Los resultados para evaluar el éxito del proyecto se expresan en las matrices de Millán.

2.5.5.2. Identificación de los impactos negativos en la etapa de construcción

ESTADO DEL PROYECTO	ACCIONES IMPACTANTES	EFFECTOS	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO
PRELIMINARIES	Movimiento de tierra	Producción de ruidos	Calidad del aire
		Producción de polvos	
		Riesgo de inestabilidad en laderas	Suelos
		Riesgo de daño a la infraestructura pública o	Medio construido

		privada	
CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Trabajos preliminares (limpieza descapoto)	Producción de polvo	Calidad
			Aire/Suelo
	Movimiento de tierra	Riesgo de erosión	Tierra/suelo
		Compactación del suelo	
		Producción de polvo	
		Producción de desechos orgánicos e inorgánicos	
		Emisión de ruidos	
	Construcción del tanque	Destrucción de suelo vegetal	
Riesgo de accidentes laborales		Población	
		Producción de ruidos	Ruidos
CONSTRUCCIÓN DE MIN ACUEDUCTO (redes, conexiones y protección)	Trabajos de construcción de tuberías, depósitos, conexiones y obras de protección	Producción de polvo	Calidad del aire
		Producción de ruidos	Ruidos
		Riesgo de inestabilidad de tierras en zanjas	Geología
		Riesgo de daño a la Infraestructura pública o privada	Medio construido
		Riesgos de accidentes laborales	Población

Tabla 44: Identificación de impactos negativos en la etapa de construcción.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.5.5.3. Identificación de los impactos negativos en la etapa de funcionamiento

Tabla 45: Identificación de impactos negativos en la etapa de funcionamiento.

ETAPA DEL PROYECTO	IMPACTOS O ACCIONES DEL PROYECTO	FACTOR DEL MEDIO AFECTADO	EFECTO DIRECTO
FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION DE BOMBEO	Extracción de agua	Salud humana	Riesgo de contaminación por falta de higiene en la manipulación.
		Calidad de vida	No tiene efectos negativos sobre la calidad de vida.
		Población	Bajo riesgo de accidentes laborales.
SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA	Funcionamiento del sistema de tratamiento	Calidad de vida	Mala calidad del servicio de agua potable pese al posible deterioro del sistema de desinfección de las agua para consumo humano.
		Salud humana	Riesgo de contaminación del agua, por falta de mantenimiento y limpieza del sistema.
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Funcionamiento del tanque de almacenamiento	Salud humana	Riesgo de contaminación del agua, por falta de aplicación de desinfectantes.
		Calidad de vida	Deterioro del servicio ante mal funcionamiento del comité de agua, lo que afecta la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.
		Población	Bajo riesgos de accidentes.
REDES, CONEXIONES Y PROTECCION	Funcionamiento del sistema de distribución	Salud humana	Riesgo de contaminación por asentamiento de residuos en el tanque de materias impuras (polvo y residuos contenidos en el agua).
		Población	Riesgo de accidentes.
		Calidad de Vida	Deterioro del servicio ante deficiencia de funcionamiento del comité de agua, lo que afecta la sostenibilidad del proyecto.
		Fuentes energéticas	Aumento del consumo de energía energética en los mini acueductos por bombeo eléctrico (MABE).

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.5.5.4. Identificación de los impactos positivos en la etapa de funcionamiento


Tabla 46: Identificación de impactos positivos en la etapa de funcionamiento.

ETAPA DEL PROYECTO	IMPACTOS O ACCIONES DEL PROYECTO	FACTOR DEL MEDIO AFECTADO	EFECTO DIRECTO
FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION DE BOMBEO	Extracción de agua	Salud humana	Representará uno de los medios esenciales del conjunto de diseño permitiendo el transporte de vital líquido por la línea de conducción.
		Calidad de vida	No tiene efectos negativos.
		Población	Transporte de vital líquido hasta el tanque de almacenamiento.
SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA	Funcionamiento del sistema de tratamiento	Calidad de vida	Desinfección de las aguas para consumo humano.
		Salud humana	Disminución de enfermedades gastrointestinales.
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Funcionamiento del tanque de almacenamiento	Salud humana	Aplicación de tratamiento de desinfección.
		Calidad de vida y población	Proveer a la población de agua potable en su totalidad.
REDES, CONEXIONES Y PROTECCION	Funcionamiento del sistema de distribución	Salud humana	Asegurar a cada abonado un servicio pago y de calidad.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.5.6. Evaluación cualitativa de los impactos generados en la etapa de construcción

2.5.6.1. Matriz causa – efecto de los impactos negativos en la etapa de construcción.

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS		IA01 					
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN					
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO					
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Concreto en fundaciones	Estructura de acero	Obras Sanitarias	Limpieza final
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6
CLIMA	M1		x				
CALIDAD DEL AIRE	M2		x	X	X		x
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3			X		x	x
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4		x	X		x	x
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5						
SUELO	M6	x	x	X		x	x
VEGETACION	M7		x			x	
FAUNA	M8						
PAISAJE	M9	x	x				
RELACIONES ECOLÓGICAS	M10						
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	M11						
TRANSPORTE Y VIALIDAD	M12						
ACUEDUCTO	M13						

ALCANTARILLADO	M14						
TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	M15						
HABITAT HUMANO	M16					x	
ESPACIOS PUBLICOS	M17		x				
PAISAJE URBANO	M18						
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	M19						
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M20						
SALUD	M21						
CALIDAD DE VIDA	M22						
FACTORES SOCIOCULTURALES	M23						
VULNERABILIDAD	M24					x	
ECONOMIA	M25						
RELACIONES DEPENDENCIA	M26						
FUENTES ENERGETICAS	M27						

Tabla 47: Matriz causa-efecto de impactos negativos en la etapa de construcción.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.5.6.2. Matriz para la evaluación de impactos negativos en la etapa de construcción


MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS													IA02																							
VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																				
(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia [I= -(3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]	Valor Máximo de Importancia						
Impacto perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo			Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta
Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre de aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad de manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)					S	S																
Signo	I	Ex					Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS					s	s																
(-)	1	1					4	1	1	1	4	4	2	2					-24	100																
(-)	1	1					4	2	1	1	4	4	1	2					-24	100																
(-)	1	1					4	2	1	1	4	4	1	2					-24	100																
(-)	2	2					4	2	2	2	4	4	1	2					-31	100																
(-)	1	1					4	2	1	2	4	4	1	8					-31	100																
(-)	1	2					4	2	1	2	4	4	1	8					-33	100																
(-)	1	4					4	2	2	2	4	4	1	4					-34	100																
(-)	1	1					4	4	2	2	4	4	1	4					-30	100																
(-)	1	1					4	2	1	1	4	4	1	4					-26	100																
(-)	1	2					4	2	2	2	4	4	1	4					-30	100																
(-)	1	2					4	4	4	2	4	4	1	4					-34	100																
(-)	1	1					4	4	4	2	4	4	1	4					-32	100																
(-)	1	2					4	4	4	2	4	4	1	4					-34	100																
(-)	1	1					4	2	2	2	4	4	1	4					-28	100																
(-)	1	2					4	4	1	2	4	4	1	4					-31	100																
(-)	1	1					4	4	4	2	4	4	1	4					-32	100																
(-)	1	1					4	4	4	2	4	4	1	4					-32	100																
(-)	1	1					4	4	4	2	4	4	1	4					-32	100																
(-)	1	1					4	2	1	1	4	4	1	2					-24	100																
(-)	1	2					4	2	1	2	4	4	1	8					-33	100																
(-)	1	2					4	2	1	1	4	4	1	8					-32	100																
(-)	1	1					4	2	1	1	4	4	1	2					-24	100																
(-)	1	1					4	2	2	1	4	4	1	2					-25	100																
(-)	1	1					4	1	1	2	4	4	1	8					-30	100																
(-)	1	1					4	1	1	1	4	4	1	2					-23	100																

Tabla 48: Evaluación de impactos negativos en la etapa de construcción.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.5.6.3. Acciones de impactos negativos en la etapa de la construcción



MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS										IA03	
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN									
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO									
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Concreto en fundaciones	Estructura de acero	Obras Sanitarias	Limpieza final (Primera etapa)	Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración	
FACTOR	COD		C2	C3	C1	C5	C8				
CLIMA	M1		-24						-24	100	-12
CALIDAD DEL AIRE	M2		-31	-30	-28			-24	-113	400	-19
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3			-34			-31	-25	-90	300	-11
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4		-31	-32			-32	-30	-125	400	-25
SUELO	M6	-24	-33	-34			-32	-23	-146	500	-21
VEGETACION	M7		-34				-24		-58	200	-15
PAISAJE	M9	-24	-30						-54	200	-18
HABITAT	M16						-33		-33	100	-17
ESPACIOS PUBLICOS	M17		-26						-26	100	-13
VULNERABILIDAD	M24						-32		-32	100	-3
Valor Medio de Importancia		-29									
Dispersión Típica		4									
Rango de Discriminación		-33									
Valor de la Alteración		-48	-209	-130	-28	-184	-102	-701			
Máximo Valor de Alteración		200	700	400	100	600	400	2400			
Grado de Alteración		-3	-15	-22	-14	-26	-20			-29	

Tabla 49: Valoración de impactos negativos en la etapa de construcción.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

En el caso de los negativos	
Valor por encima del rango	IMPACTOS CRITICOS
Valor dentro del rango	IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango	IMPACTOS IRRELEVANTES

2.5.6.4. Matriz causa-efecto de impactos positivos en la etapa construcción

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS		IA04 					
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN					
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO					
		Preliminares	Movimiento de Tierra	Concreto en fundaciones	Estructura de acero	Obras Sanitarias	Limpieza final
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6
CLIMA	M1						x
CALIDAD DEL AIRE	M2						x
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3						
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4						
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5					x	
SUELO	M6		x				
VEGETACION	M7						x
FAUNA	M8						
PAISAJE	M9					x	x
RELACIONES ECOLÓGICAS	M10						
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	M11						

TRANSPORTE Y VIALIDAD	M12						
ACUEDUCTO	M13						
ALCANTARILLADO	M14						
TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	M15						
HABITAT HUMANO	M16				x	x	x
ESPACIOS PUBLICOS	M17						x
PAISAJE URBANO	M18						
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	M19						
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M20						
SALUD	M21				x	x	x
CALIDAD DE VIDA	M22					x	x
FACTORES SOCIOCULTURALES	M23						
VULNERABILIDAD	M24						
ECONOMIA	M25	x	x	x	x	x	x
RELACIONES DEPENDENCIA	M26						
FUENTES ENERGETICAS	M27						

Tabla 50: Matriz causa-efecto de impactos positivos en la etapa de construcción.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.5.6.5. Matriz para la evaluación de impactos positivos en la etapa de construcción

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DISEÑO DE MINIACUEDUCTO (MABE) PARA LA COMARCA EL BAJO DE CERRO DE PIEDRA														MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS POSITIVOS										IA05															
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																												Importancia [(3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]	Valor Máximo de Importancia									
	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8			12								
	impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto			Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Área de influencia)				Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre de aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad de manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)	Signo	I	Ex	Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS	S	S												
C1M25	(-)		1				4					4				2			1			1			4		4		2				4			33	100		
C2M6	(-)		1				1					2				2			1			1			4		4		2				8			29	100		
C2M25	(-)		1				4					4				2			1			1			2		4		2				4			31	100		
C3M25	(-)		1				4					4				2			1			1			1		4		4				4			32	100		
C4M16	(-)		1				2					2				2			1			1			4		4		2				4			27	100		
C4M21	(-)		1				8					4				4			1			1			4		4		2				8			47	100		
C4M25	(-)		1				4					4				2			1			1			2		4		2				4			31	100		
C5M5	(-)		1				2					2				2			1			1			4		4		2				8			31	100		
C5M9	(-)		1				2					4				2			1			1			2		4		2				8			31	100		
C5M16	(-)		1				8					4				2			1			1			4		4		2				8			45	100		
C5M21	(-)		1				4					4				4			1			1			4		4		4				8			41	100		
C5M22	(-)		1				4					4				4			1			1			4		4		4				4			37	100		
C5M25	(-)		1				4					4				2			1			1			4		4		2				8			37	100		
C6M1	(-)		1				2					2				2			1			1			2		4		1				4			24	100		
C6M2	(-)		1				2					2				2			1			1			2		4		1				4			24	100		
C6M7	(-)		1				2					2				2			1			1			2		4		2				2			23	100		
C6M9	(-)		1				1					2				2			1			1			2		4		1				2			20	100		
C6M16	(-)		1				1					2				2			1			1			2		4		2				2			21	100		
C6M17	(-)		1				1					2				2			1			1			2		4		4				4			25	100		
C6M21	(-)		1				1					2				2			1			1			4		4		2				4			25	100		
C6M22	(-)		1				2					2				2			1			1			4		4		2				2			25	100		
C6M25	(-)		1				4					4				2			1			1			4		4		2				2			31	100		

Tabla 51: Evaluación de impactos positivos en la etapa de construcción.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.5.6.6. Factores que afectan positivamente en la etapa construcción


MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS										IA06 				
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: CONSTRUCCIÓN												
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO										Valor de la alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de alteración
		Preliminares	Movimiento de Tierras	Concreto en fundaciones	Estructura de acera	Obras Sanitarias	Limpieza final (Primera etapa)							
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Valor de la alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de alteración				
CLIMA	M1						24	24	100	24				
CALIDAD DEL AIRE	M2						24	24	100	24				
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5					31		31	100	31				
SUELO	M6		29					29	100	29				
VEGETACION	M7						23	23	100	23				
PAISAJE	M9					31	20	51	200	26				
HABITAT	M16				27	45	21	93	300	31				
ESPACIOS PUBLICOS	M17						25	25	100	25				
SALUD	M21				47	41	25	113	300	38				
CALIDAD DE VIDA	M22					37	25	62	200	31				
ECONOMIA	M25	33	31	32	31	37	31	195	600	33				
Valor Medio de Importancia		30												
Dispersión Típica		7												
Rango de Discriminación		23												
Valor de la Alteración		33	60	32	105	222	218	670						
Máximo Valor de Alteración		100	200	100	300	600	900		2200					
Grado de Alteración		2	4	5	53	32	44			30				


Tabla 52: Valoración de impactos positivos en la etapa de construcción.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

En el caso de impactos positivos	
Valor por encima del rango	IMPACTOS RELEVANTES
Valor dentro del rango	IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango	IMPACTOS IRRELEVANTES

2.5.7. Evaluación cualitativa de los impactos generados en la etapa de operación

2.5.7.1. Matriz causa - efecto de impactos negativos en la etapa de funcionamiento

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS		IA07 			
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: FUNCIONAMIENTO			
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO			
		Estación de bombeo	Sistema de tratamiento de agua	Tanque de almacenamiento	Sistema de distribución
FACTOR	COD	F1	F2	F3	F4
CLIMA	M1				
CALIDAD DEL AIRE	M2				
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3				
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4				
HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	M5				
SUELO	M6				
VEGETACION	M7				
FAUNA	M8				
PAISAJE	M9				
RELACIONES ECOLÓGICAS	M10				
SISTEMA DE ASENTAMIENTO	M11				
TRANSPORTE Y VIALIDAD	M12				
ACUEDUCTO	M13				
ALCANTARILLADO	M14				

TRATAMIENTO DES. SOLIDOS	M15				
HABITAT HUMANO	M16				
ESPACIOS PUBLICOS	M17				
PAISAJE URBANO	M18				
EQUIPAMIENTO DE SERVICIO	M19				
REGULACIONES URB. Y ARQ.	M20				
SALUD	M21	x	x	X	x
CALIDAD DE VIDA	M22	x	x	X	x
FACTORES SOCIOCULTURALES	M23				
VULNERABILIDAD	M24				
ECONOMIA	M25				
RELACIONES DEPENDENCIA	M26				
FUENTES ENERGETICAS	M27				

Tabla 53: Matriz causa-efecto de impactos negativos en la etapa de funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

Valor medio de importancia		-20					
Dispersión típica		0					
Rango de discriminación	-20						
Valor de la alteración	-40	-40	-40	-40	-160		
Máximo valor de alteración	200	200	200	200		800	
Grado de alteración	-20	-20	-20	-20		-20	

Tabla 55: Valoración de impactos negativos en la etapa de funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

En el caso de los negativos	
Valor por encima del rango	IMPACTOS CRITICOS
Valor dentro del rango	IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango	IMPACTOS IRRELEVANTES

2.5.7.3. Matriz causa - efecto de impactos positivos en la etapa de funcionamiento



MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS		IA10 			
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: FUNCIONAMIENTO			
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO			
		Estación de bombeo	Sistema de tratamiento de agua	Tanque de almacenamiento	Sistema de distribución
FACTOR	COD	F1	F2	F3	F4
SALUD	M21	X	x	x	x
CALIDAD DE VIDA	M22	X	x	x	X

Tabla 56: Matriz causa-efecto de impactos positivos en la etapa de funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.5.7.4. Matriz para la evaluación de impactos positivos en la etapa de


MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS POSITIVOS														IA11																									
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS														Importancia II= (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]	Valor Máximo de Importancia																							
	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2			4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12											
	impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo			Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	im probable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Área de influencia)				Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre de aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad de manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)																									
Signo	I	Ex				Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS				S	S																					
F1M21	(-)	8	4	1	4	1	4	1	1	4	2	2	4	51	100																								
F1M22	(-)	8	4	1	4	1	4	1	1	4	2	2	4	51	100																								
F2M21	(-)	8	4	1	4	1	4	1	1	4	2	2	4	51	100																								
F2M22	(-)	8	4	1	4	1	4	1	1	4	2	2	4	51	100																								
F3M21	(-)	8	4	1	4	1	4	1	1	4	2	2	4	51	100																								
F3M22	(-)	8	4	1	4	1	4	1	1	4	2	2	4	51	100																								
F4M21	(-)	8	4	1	4	1	4	1	1	4	2	2	4	51	100																								
F4M22	(-)	8	4	1	4	1	4	1	1	4	2	2	4	51	100																								

funcionamiento

Tabla 57: Evaluación de impactos positivos en la etapa de funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.5.7.5. Valoración de impactos positivos en la etapa de funcionamiento

MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS POSITIVOS							IA12	
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ETAPA: FUNCIONAMIENTO						
		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO						
		Estación de bombeo	Sistema de tratamiento de agua	Tanque de almacenamiento	Sistema de distribución	Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración
FACTOR	COD	F1	F2	F3	F4			
SALUD	M21	51	51	51	51	204	400	51
CALIDAD DE VIDA	M22	51	51	51	51	204	400	51
Valor Medio de Importancia		51						
Dispersión Típica		0						

Rango de Discriminación	51						
Valor de la Alteración	102	102	102	102	408		
Máximo Valor de Alteración	200	200	200	200		800	
Grado de Alteración	51	51	51	51			51

Tabla 58: Valoración de impactos positivos en la etapa de funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

En el caso de impactos positivos	
Valor por encima del rango	IMPACTOS RELEVANTES
Valor dentro del rango	IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango	IMPACTOS IRRELEVANTES

2.5.8. Resultados de los impactos negativos y positivos

2.5.8.1. Número total de impactos ambientales negativos generados por el proyecto

Etapa	Impactos Críticos	Impactos Moderados	Impactos Irrelevantes
Construcción	5	13	6
Funcionamiento	0	0	8

Tabla 59: Total de impactos ambientales negativos generados por el proyecto.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

La mayor cantidad de impactos negativos se generan en la etapa de construcción, tales como la alteración a la calidad del aire, la producción de ruidos y vibraciones por la maquinaria y equipos, y riesgo de erosión de los suelos. En la etapa de funcionamiento se producen 8 impactos irrelevantes, lo que indica que el proyecto funcionaría de manera satisfactoria en el medio. A partir de estos impactos negativos se formulan acciones para mitigar la alteración al medio ambiente.

2.5.8.2. Número total de impactos ambientales positivos generados por el proyecto

Etapa	Impactos Críticos	Impactos Moderados	Impactos Irrelevantes
Construcción	2	15	5
Funcionamiento	0	8	0

El proyecto produce impactos positivos tanto en la construcción como en el funcionamiento que benefician a la población, tales como la mejora de la calidad de vida y salud, y en el aporte temporal a la economía local, al generar empleos a los obreros de la construcción.

2.5.9. Plan de acción preventivo-correctivo

Evaluadas las acciones que producirán impactos negativos sobre el ambiente, a continuación se presentan las correspondientes medidas de mitigación, con el ánimo de contribuir a disminuir la vulnerabilidad en los aspectos considerados.

Atmósfera: Una de las principales medidas a ser aplicadas para disminuir la contaminación del aire con polvaredas es el riego y el humedecimiento continuo de las zonas donde se efectuará el movimiento de tierra.

Agua: Asegurar la calidad de los recursos hídricos que puedan encontrarse en la comunidad, es uno de los aspectos más importantes durante la fase de construcción. Arrojar restos de cortes, verter aceite y petróleo, son algunas de las acciones a evitar durante esta etapa, por tanto se hará necesario el capacitar al personal de construcción en el tema de manejo de desechos.

Suelo: Las principales alteraciones sobre los suelos se prevén en las etapas de movimiento de tierra y excavación para cimentaciones y zapatas. Al respecto se plantea eliminar el material de desecho, colocándolo como relleno adecuadamente compactado o en caso de tener excesos, ubicándolos en zonas seleccionadas, las mismas que se estabilizarán con plantaciones.

2.5.10. Conclusiones y recomendaciones del EIA

- Los impactos ambientales que tendrían lugar con la ejecución del SAAP para la comarca El Jicarito del municipio de Santo Tomas, varían de acuerdo a la fase del proceso construcción. Con relación a los impactos positivos, se encontraron impactos de bajo y de alto significado, estos últimos se presentarían principalmente en la fase de operación, viéndose reflejados en la mejora de la calidad de vida en la comunidad.
- Los impactos negativos, en cambio, serían de mediano a bajo significado, presentándose en todas las fases del proceso constructivo, principalmente en la etapa de corte y relleno. Todos los efectos son susceptibles a ser controlados mediante la aplicación de medidas de mitigación y/o corrección, como el emplazamiento de un campamento y patio de maquinaria.
- La alteración de la calidad del aire en el área por emisión de polvo, se presentaría en toda la fase constructiva, afectando al personal y población cercana. Este desfavorable efecto del proceso constructivo sería controlado mediante riego permanente.
- Se deberá capacitar a los ciudadanos en temas de educación sanitaria y ambiental, dando énfasis a la importancia del cambio de hábitos y actitud frente a determinadas acciones que afectan al medio ambiente y la salud pública.
- Los programas de educación ambiental estarán especialmente dirigidos, para constituir un medio de acción multiplicadora, enfatizando a la población escolar y a las madres de familia. A fin de afianzar los conocimientos transmitidos será necesario la elaboración de folletos y capacitar continuamente los recursos humanos destinados para tal fin.
- Fomentar la organización de la población en la formación de comités para el control de las prácticas de uso del servicio de agua.
- La responsabilidad de la educación sanitaria se deberá coordinar con la administración municipal, la cual debe promover la implementación de los programas respectivos.

- Por último, de lo anterior se concluye que el proyecto de un Miniacueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) para la comarca “El Jicarito” del municipio de Santo Tomas, es ambientalmente viable.

2.6. Presupuesto del Proyecto

Para el análisis de costos se utilizó como referencia el catálogo de etapas y sub-etapas del FISE para proyectos de sistemas de agua potable y las normas de rendimiento horario establecida por esta misma entidad.

◆ Estructura del presupuesto

a) Costo directo

Son las atribuciones directas a la ejecución del proyecto y se definen en la mano de obra calificada y no calificada, materiales locales y no locales y costo de herramienta y transporte. Estos costos son integrados a través de los correspondientes costos unitarios.

b) Costos indirectos

Serán costos a los que se incurrirá de manera global para realizar la construcción, mantenimiento o reparación de un punto dañado de la red en un plazo establecido, sin que vayan a ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra. Entre los costos indirectos tenemos los siguientes grupos:

Costos administrativos: Son los costos en que se incurre por mantener el personal administrativo de campo el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Salinos, prestaciones sociales, transporte, alimentación y dormida del personal de campo.
- Mobiliario y equipo de oficina.
- Formatos y papelería.
- Impresiones y fotocopias de informes y avalúos.

Costos de Utilidad: Son los costos previos que un contratista espera obtener como ganancia por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un "sitio crítico" de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido. Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos y de administración central, con un rango entre el 3% y el 20% (no establecido). Este costo fluctúa en la medida en que se comporta oferta y la demanda del sector construcción.

Costos de operación: Son los costos en que se incurre permanentemente para operar el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Movilización y desmovilización.
- Equipo liviano y herramientas.
- Alquileres de bienes inmuebles.
- Combustibles y lubricantes.
- Señalamiento preventivo.
- Seguridad, protección e higiene ocupacional.
- Medidas de mitigación de impactos ambientales.

Costos por servicios especializados: Son los costos en que se incurre por la contratación de servicios profesionales. Estos generalmente son:

- Laboratorio de materiales.
- Informática de proyectos.
- Mantenimiento preventivo especializado de equipos.
- Supervisión de trabajos.
- Asesoría Jurídica.
- Asesoría técnica.

Costos imprevistos: Son los costos en que se incurre por acontecimientos o circunstancias no previstas. Estos generalmente son:

- Errores de diseño.
- Errores de presupuesto.
- Ampliación injustificada de plazo.
- Incremento de costos no reconocibles.

Costos de administración central: Son los costos previstos en que puede incurrir un contratista al atender y monitorear con su administración central la construcción, reparación o mantenimiento de un "sitio crítico" de la red en un plazo establecido.

Impuestos: Se presentan en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos, de administración central y de utilidad, siendo actualmente el 1% del impuesto municipal y el 15% del impuesto de valor agregado, que se aplica a la misma sumatoria anterior, pero agregándole el impuesto municipal.

◆ Criterios considerados durante la elaboración del presupuesto

a) Materiales

El costo de materiales se determinó en base a cotizaciones con proveedores específicos (locales), en combinación con los valores de referencia encontrados en el manual de costo del FISE.

b) Mano de obra

Los costos de mano de obra fueron estimados teniendo como referencia el manual de costos del FISE del año 2013, proyectados al año 2015, a través de los reajustes hechos al salario mínimo en el sector construcción en los años 2014 (#%) y 2015 (#%).

c) Transporte

Los costos de transporte del material se estimaron como el 8% del total de costos de los materiales, considerando con esto el aumento de costos que implica el trabajar con proveedores no locales.

d) Equipos y herramientas

El costo en equipos y herramientas se incorporó considerando el 3% del costo de los materiales.

e) Impuestos

- Costos indirectos de operación: 15% del sub total de los costos directos.
- Impuestos sobre el valor agregado: 15% del sub total de los costos directos.
- Impuesto municipal: 1% del sub total de los costos directos.
- Imprevistos: 10% del sub total de los costos directos.
- Gastos administrativos y utilidades: 15% del sub total de los costos directos.

Nota: Ver tabla de presupuesto en Anexos 11

Capitulo III

Resultados

III. RESULTADOS

Según los datos obtenidos y al procesamiento de estos se logró llegar a los resultados, expresados en la siguiente tabla:

Población proyectada a 20 años(2034)	894 hab.
Caudal de diseño	0.0015m³/seg

Para el sistema de abastecimiento se obtuvo que:

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS
Tubería 1	287.84	50	150	2.08
Tubería 2	220.79	50	150	0.32
Tubería 3	108.66	50	150	1.60
Tubería 4	46.77	50	150	0.67
Tubería 5	31.84	50	150	-0.62
Tubería 6	51.92	50	150	-0.09
Tubería 7	55.38	50	150	0.78
Tubería 8	69.38	50	150	0.52
Tubería 9	48.38	50	150	0.44
Tubería 10	64.72	50	150	-0.08
Tubería 11	77.16	50	150	0.60
Tubería 12	87.66	50	150	0.13
Tubería 13	102.18	50	150	0.24
Tubería 14	138.14	50	150	0.09
Tubería 15	58.93	50	150	0.35
Tubería 16	98.44	50	150	0.14
Tubería 17	130.26	50	150	0.24
Tubería 18	33.24	50	150	0.05
Tubería 19	10	50	150	-2.50
Tubería 20	605.14	50	150	-1.92
Bomba 21	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	1.92

Tabla 60: resultados obtenidos.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

Para los nodos se logró lo siguiente:

NODO	COTA	ALTURA	CONDICION	CAUDAL NODAL(q_N)
1	264.27	275.29	A	0.42
2	233.05	268.57	A	0.16
3	230.34	267.01	A	0.15
4	229.11	266.88	A	0.05
5	227.81	266.8	A	0.11
6	230.43	266.8	A	0.18
7	231.82	266.68	A	0.07
8	229.41	266.62	A	0.18
9	225.73	266.62	A	0.15
10	223.07	266.58	A	0
11	220.61	266.56	A	0.14
12	230.53	266.57	A	0.2
13	234.10	266.51	A	0.19
14	232.75	266.51	A	0.05
15	224.78	266.61	A	0.13
16	240.71	268.41	A	0.32
17	0.00	287.81	A	0
18	225.70	225.7	A	-1.92
19	273.62	275.62	A	-0.58

Tabla 61: resultados en los nodos.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

Para la estación de bombeo y en específico para la bomba sumergible:

SERIE	SP5A-12
CAUDAL	90 L/MIN
ARRANQUE MÁXIMO	20 HORAS
ALTURA	83.4M
TEMPERATURA	30 °C
POTENCIA	3HP
DIAMETRO IMPULSOR	2 PULG.

Tabla 62: tipo de bomba a usar.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

En base a los resultados obtenidos, se obtuvo que:

- Para los diseños realizados en el presente documento, la comunidad Jicarito en un período de proyección de 20 años, tendrá una población de más o menos 897 habitantes, esto al año 2034.

- Para el diseño del SAAP, se hizo uso de una fuente subterránea o pozo perforado, trasladando el agua por bombeo hasta el tanque y del tanque a la red.

- Teniendo una longitud mayor a 10m, entre la superficie donde está la bomba y el nivel estático del agua, se procedió a usar una bomba sumergible para el diseño del SAAP, la cual por cálculos nos dio con una PB= 2.5 HP.....

- Las dimensiones del tanque fueron las siguientes:
Tanque cuadrado de lado 5m y altura total de 3.2m.

Capitulo IV

Especificaciones Tecnicas

IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. Especificaciones para el tanque de concreto Armado

a. Condiciones generales

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

b. Movimiento do tierra

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

c. Concreto reforzado

Consiste en el suministro de los materiales, mano de obra, equipos, herramientas y demás complementos para suplir el concreto reforzado para la obra de acuerdo a estas especificaciones y a los detalles que aparecen en los planos. El concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días $f'c=3,000$ psi. Para todo concreto la proporción de cemento, árido y agua para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con las normas 613-54 del ACI. No se permitirá cambios en las proporciones sin la aprobación del Ingeniero.

d. Materiales

i. Cemento

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

ii. Agregado fino

El agregado fino será arena natural Motastepe manufacturada, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica o detrito de conchas marinas, sujeta a las especificaciones ASSHTO-R92-93 y ASTM-C-33-92; en caso de usarse arena de cauce de la zona, ésta deberá ser lavada para eliminar todo limo o tierra vegetal que contenga. El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a especificaciones ASTM-C-33-6IT.

iii. Agregado grueso

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

iv. Agua

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

v. Acero de refuerzo

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación ASTM A-305 con un límite de fluencia $f_y=40\text{ksi}$, de acuerdo a las especificaciones ASTM A-615-68, grado 40. Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

e. Almacenaje de materiales

El cemento se almacenará en bodegas secas, sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El cemento debe llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros. No se utilizará cemento dañado o ya endurecido. Los áridos finos y gruesos se manejarán y almacenarán separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materiales extraños. Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

f. Colocación del acero de refuerzo

La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se harán de acuerdo con las normas y recomendaciones 318-89 del ACI. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del proyecto, sin errores mayores de un centímetro. Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro. Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre o tacos de concreto y entre sí con ataduras de alambre de hierro dulce n°16, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente. No se dispondrá sin necesidad, el empalme de las varillas no señaladas en los planos sin autorización del Ingeniero.

g. Dosificación y mezcla

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

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

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

h. Colocación del concreto

El vertido de todo el concreto se hará de acuerdo con las normas 318-89, 605-59 y 614-59 del ACI y en la forma que aquí se amplía. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala. No se permitirá la colocación de mezclas que muestren señales de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca sobre lodo suave o tierra seca o porosa. El concreto debe ser colocado con la ayuda de equipo de vibración mecánica. La vibración deberá ser aplicada directamente al concreto a menos que el Ingeniero lo apruebe de otra manera. La intensidad de la vibración será lo suficiente como para causar el flujo y asentamiento del concreto en su lugar.

i. Curado del concreto

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

j. Excavación

El Contratista replanteará el trabajo y será responsable de su marcación de acuerdo a las referencias de los planos, las cuales deberán ser mantenidas durante el progreso del trabajo. El Ingeniero establecerá un banco de nivel permanente que servirá de referencia para todos los niveles. El Contratista será responsable de la conservación de este banco de niveles y pagará el costo de su reposición si se pierde por su negligencia.

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las dimensiones y niveles indicados en los planos. La excavación se extenderá a una distancia tal de las paredes que permita llevar a cabo las diferentes operaciones de construcción e inspección de la obra, el mejoramiento del suelo donde se construirá el tanque, será de acuerdo a lo recomendado por el laboratorio de suelo que efectuó los estudios y que se anexan a estas especificaciones. Toda obstrucción, troncos y desperdicios en el área del movimiento de tierra será removida fuera del predio por el Contratista. Si no se encontrara un subsuelo a la profundidad indicada en los planos de fundaciones con un soporte adecuado, el Contratista notificará inmediatamente al Ingeniero. El Contratista mantendrá el área de excavación

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

El Contratista mantendrá en todo momento los pozos y zanjas de las cimentaciones libres de agua. Proveerá el bombeo necesario para mantener durante la construcción los espacios excavados libres de agua.

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

k. Limpieza

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

l. Partes a ser construidas de concreto

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

m. Curado del concreto

El Contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto de las estructuras. Todas las superficies expuestas, deberán mantenerse húmedas por un período de 10 días después que el concreto haya sido colocado y desencofrado. Se evitarán causas externas (sobrecargas, vibraciones, etc) que puedan provocar fisuras en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

n. Remoción de formaletas y obras falsas

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

o. Acabado de superficies expuestas

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

p. Trabajos defectuosos

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

q. Pruebas

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

r. Acabado interno de paredes

En la parte interior de las paredes se aplicará un repello de 1. centímetros con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello se aplicará un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad.

s. Accesorios del tanque

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

i. Tubería de llegada

La tubería de llegada al tanque proyectado será de PVC de 2", que previo a su entrada será convertida mediante un adaptador a tubería de F.G. de igual diámetro, contando además con válvulas de control de flujo (ver detalles en planos).

ii. Tubería de salida

La tubería de salida será de F.G. de 2", provista de una válvula de compuerta del mismo diámetro de F.G, posterior a la válvula de compuerta será convertida en tubería de PVC de igual diámetro mediante un adaptador (ver detalles en planos).

iii. Tubería de limpieza

Sera de 2" F.G. y está ubicada en el fondo de la unidad de almacenamiento. Cuenta para su operación con una válvula de compuerta de F.G. del mismo diámetro.

iv. Tubería de ventilación

Consiste en tubería de material PVC de 1.5", formando con codos del mismo material, una "U" invertida. La entrada será protegida con cedazo fino (ver detalles en planos).

v. Tubería de rebose

Consiste en tubería 2" de diámetro F.G., que descargara hacia un canal rectangular de 0.84x0.84 cm (ver detalles en planos).

vi. Escalera Interior

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

vii. Boca de inspección

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

2. Especificaciones para la caseta de bombeo

a. Limpieza inicial

Esta sección comprende todo lo relacionado con remoción, desalojo y disposición final de todos los materiales producto de la limpieza y/o desbrozo de todas las áreas en donde se realizarán las obras definitivas del proyecto. Este trabajo comprende la eliminación y despeje del terreno de todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y vegetación en general.

Las labores de limpieza y desbroce al mismo tiempo en toda el área de emplazamiento de la caseta.

b. Concreto

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

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

c. Materiales

El cemento, agua, agregado grueso, agregado fino y acero de refuerzo, seguirá las especificaciones establecidas en la sección 4.1.d. de este documento.

i. Bloques de adobe estabilizado (huevo)

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

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

d. Repellos y finos

Las superficies de concreto que deben repellarse, serán piqueteadas totalmente para asegurar la adhesión del mortero. No se permitirá piquete salteado. En lugar del piqueteado, se podrá utilizar productos químicos aprobados que garanticen la adherencia.

El mortero para repello se fabricara con una proporción 1: 4, tanto para el interior como para el exterior.

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

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

e. Estructura de techo

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

i. Construcción

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

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

ii. Cubierta de techo

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

f. Acabado y pintado

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

g. Piso

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

La cubierta de piso consistirá en un cascote de concreto de 7.5cm, sin refuerzo.

3. Especificaciones para el equipo de bombeo

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

Caudal	23.77	gpm
CTD	258.86744	Pies
Potencia de la bomba	2.59	HP

a. Bomba

Los tazones de la bomba podrán ser de acero inoxidable, hierro dúctil o hierro fundido de grano fino, teniendo una resistencia mínima de 30,000 lb/plg². La resistencia del material seleccionado para la construcción de los tazones deberá tener relación directa con la carga total dinámica de la bomba. Además, deberán estar libres de ampollas, picaduras o cualquier otro defecto; haber sido maquinados con precisión y ajustados a dimensiones exactas.

Se deberá especificar la curva de operación, la cual será planteada a las mismas revoluciones con que gira el motor eléctrico a que irá acoplada. Se requiere que la bomba sea seleccionada en real punto de máxima eficiencia o ligeramente a la derecha del mismo.

La bomba debe estar dotada de un sensor de mínimo y máximo nivel de bombeo. Dicho plato debe tener agujeros que permitan la introducción del cable de alimentación eléctrica del motor, así como la introducción de tubería PVC de una pulgada. Esta

última será utilizada como tubo piezométrico. La tubería de columna irá roscada directamente al codo de descarga.

b. Válvulas de retención horizontal (válvula check)

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

c. Medidor maestro

Serán del tipo medidor de velocidad con hélice propulsada, de esfera seca y lectura tipo recta con rodillos de cifras saltantes. En términos generales, deberán cumplir con las normas AWWA C-794-70.

La indicación de totalizador deberá tener por lo menos seis (6) rodillos de cifras. Los primeros cinco rodillos indicarán metros cúbicos enteros hasta 99.99 metros cúbicos y el sexto rodillo indicará décimas de metros cúbicos. La indicación de las centésimas de metros cúbicos (10 litros) podrá ser hecha mediante aguja indicadora que gire en el sentido horario en círculo dividido en diez partes iguales mediante un séptimo rodillo de cifra. La totalización máxima será de 100,000 metros cúbicos, mientras que la lectura mínima será de diez litros.

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

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

Los medidores traerán las siguientes marcas:

- Tamaño nominal en ambos lados de la caja fundido en alto relieve.
- Dirección de la corriente en ambos lados de la caja fundidos en alto relieve.

- Marca abreviada del fabricante con el número de fabricación en la tapa o en la cabeza, en el anillo de sujeción del cristal.
- Sentido de la regulación fundido en alto relieve.

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

d. Manómetro de carga

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

4. Especificaciones para instalación de tuberías

a. Excavación

i. Trabajos iniciales

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

ii. Dimensiones de excavación

El ancho de zanja sera igual al diámetro nominal de la tubería más 0 40m, colocando la tubería al centro de la zanja, manteniendo la verticalidad de zanja en toda su extensión. No se reconocerá al Contratista en la forma de pago, la ampliación de las zanjas hechas sin autorización del Ingeniero.

En general, a menos que los planos indiquen lo contrario, la profundidad de la zanja será de 1.2m.

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

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

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

b. Instalación de tuberías

i. Recursos y procedimientos

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

ii. Cortes y rectificaciones en tubería

Los cortes en tubería son una actividad importante a controlar durante la ejecución del trabajo, principalmente durante la instalación de accesorios y válvulas, o bien, cuando es necesario cortar y rectificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte, manejo o acarreo al sitio de la obra. También pueden requerirse para efectuar curvas en el alineamiento; en tales casos, es preciso cortar la parte dañada o reducir un tubo normal a la longitud requerida y rectificar luego los extremos del corte para proceder a efectuar las uniones.

iii. Remoción de agua en las zanjas

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

iv. Instalación de tuberías

Las tuberías a instalar en la red de distribución y línea de conducción serán de PVC SDR-26, con diámetro de 50 mm (2").

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

Los tubos podrán ser abajados a la zanja a mano o por medio de cuerdas, teniendo el cuidado de no dejarlos caer sino depositarlos y no dejados rodar.

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

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

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

En los pases a través de cauces y quebradas, la tubería será protegida con una camisa consistente en tubos de hierro fundido H°F° de 2" de diámetro.

Cuando el zanjeo sea en forma de curva horizontal, la instalación se hará aprovechando las desviaciones angulares permisibles que cada junta puede alcanzar, la cual será la especificada por el fabricante de la tubería. Conviene recordar que el montaje se realiza a partir de tubos perfectamente alineados. La desviación sólo debe realizarse, después que el montaje de la junta se encuentre totalmente terminado.

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

v. Instalación de válvulas y accesorios

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

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

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

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

a) Válvulas de compuerta

En los sitios indicados en los planos se instalarán válvulas de compuerta. Estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá ser instalada de tal forma que la tuerca para operar quede en posición vertical. Las cajas de protección de las válvulas se instalarán a nivel con la superficie del terreno.

b) Válvula de Limpieza

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

vi. Anclajes bloques de reacción

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

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

vii. Cruces de cauces

Los cruces de cauces se realizarán donde lo indiquen los planos y de conformidad con los detalles en ellos indicados.

Los cruces de quebradas, con longitudes de tubería de 12 y metros, se harán aéreo, revistiendo la tubería de PVC diámetro 2” con tubería de hierro galvanizado diámetro 3”, sostenido en los extremos en bloques de reacción y en el claro del cauce.

viii. Prueba de presión hidrostática y de estanqueidad

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

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

La tubería se someterá a una prueba de presión hidrostática equivalente a 1.5 veces la presión estimada de trabajo, no siendo inferior en ningún caso a 150 psi. Estas

presiones de prueba deberán mantenerse por no menos de una hora. Los costos del agua que se utilice para realizar las pruebas deben ser integrados en los precios unitarios de la oferta.

ix. Conexiones domiciliarias

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

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

c. Relleno y compactación

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

i. Requerimientos generales

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

- 1) Se iniciará el relleno con capas de 10 centímetros de espesor y material seleccionado aceptado por El Ingeniero, cuidadosamente apisonadas sobre y muy particularmente, debajo del tubo y sus costados, hasta un nivel que corresponda a 1/4 del área del tubo. Al terminar el apisonado del fondo de la zanja, se usará un azadón de forma curva para proveer un apoyo uniforme y continuo para el cuadrante inferior de los tubos.

- 2) Se continuará compactando el relleno en capas no mayores de 10 centímetros hasta alcanzar un espesor de 30 cm arriba de la parte superior de la tubería.
- 3) Desde 0.30 metros sobre el tubo hasta el nivel de rasante, se rellenará con material de la excavación, pero escogido, colocado y apisonado en capas de 15 centímetros. Piedras de más de 10 centímetros serán excluidas de todo relleno.
- 4) Cada capa de material de relleno con una humedad aceptable, que no sea ni muy baja (falta de agua) ni excesivamente saturada (exceso de agua) será compactada adecuadamente con apisonadoras de barra hasta lograr una apariencia de compactación sólida y densidad uniforme.

ii. Tipos de relleno

a) Relleno común

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

b) Relleno especial

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

5. Especificaciones para tubería y accesorios PVC

a. Tuberías

Todas las tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC) a ser suministradas deberán cumplir con la especificación estándar ASTM D 2241-89, la tubería de 2" deberá ser clase SDR-26, según la, del tipo de unión flexible, tipo PUSH-ON o TYTON o JUNTA RAPIDA, es decir, que en el interior de uno de sus extremos traerá incorporado un empaque de caucho o neopreno donde se insertará el extremo libre del otro tubo, haciendo un sello perfecto.

Las tuberías PVC de 4 y 6" a utilizar para la protección de válvulas serán clase SDR-41, mientras que las tuberías de ½" de diámetro a utilizarse en acometidas domiciliarias serán clase SDR-13.5 del tipo de unión cementada. Las propiedades físicas de la tubería serán probadas de conformidad a la última versión de las normas ASTM D2241, D1598 y D1599, para la presión sostenida, presión de estallido integridad hidrostática, aplastamiento y calidad de la extrusión.

Todas las tuberías PVC deberán llevar marcado lo siguiente:

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

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

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

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

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

b. Accesorios PVC

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

c. Pegamento PVC

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

6. Especificaciones para válvulas de hierro fundido y bronce

a. Válvulas de pase de bronce (CURB STOP)

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

Las válvulas de 1/2" serán similares a los modelos FORD ZX11-111 y MUELLER H-10202.

b. Válvulas de compuerta de hierro fundido

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

Las válvulas vendrán provistas de tuerca de operación de 2" x 2" con extremos con empaque de hule, con un diámetro interior igual al diámetro exterior del tubo suministrado (PVC SDR-17 o 26), llevarán interior y exteriormente un revestimiento protector. Las válvulas con extremos de bridas serán según especificaciones ANSI B-

16.1, clase 125, con sus respectivos compañeros de brida de hierro fundido con rosca hembra I.P. (Female Iron Pipe Threads), pernos, tuercas y empaques.

7. Especificaciones para tuberías y accesorios de Hierro Galvanizado (HG)

La tubería de hierro galvanizado será del tipo estándar cédula 41, debiendo ajustarse a las especificaciones ASTM 120-65 y ASTM A 90-39. Será suministrada en longitud de 6 metros, con rosca estándar en cada extremo y las respectivas

uniones. Esta última consistirá en una camisa de hierro galvanizado con rosca standard para roscarse en el extremo del tubo. Los accesorios de hierro galvanizado se ajustarán a las especificaciones ASTM, tendrán rosca hembra del tipo IRON PIPE (I.P.) y deberán ser diseñados para acoplarse a tubería de HG.

Capitulo V

Conclusiones

V. CONCLUSIONES

Conclusiones

1) El estudio y diseño del miniacueducto por bombeo eléctrico para la comunidad “El Jicarito”, se ha efectuado adoptando las “Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99)”, emitidas por el INAA.

2) El diagnóstico socioeconómico reflejó:

- La distribución de géneros es bastante equitativa, correspondiendo a un 52% de habitantes del sexo masculino y 48% del sexo femenino.
- El 35 % de los hombres es analfabeta o solo saben leer y el 17 % de las mujeres se encuentran en esta misma situación.
- Con relación a la vivienda, el tipo de construcción es tradicional, con materiales de la zona (madera y otros).
- En la comunidad no hay servicio de alcantarillado sanitario, las aguas servidas provenientes de lavado, baño y cocina son descargadas superficialmente sobre los patios.
- No existe un mecanismo comunitario de eliminación de desechos, por lo que cada familia se encarga de despejar los desechos de sus viviendas, la gran mayoría de las población (70%) quema la basura.
- El 100% de las familias tienen una letrina propia.
- El único servicio público básico con el que cuenta la comunidad es el suministro de energía eléctrica.
- La principal actividad económica es la ganadería, destacándose entre otras.
- Las expectativas de la población están puestas en una mejora en la calidad del agua para consumo humano. El 100% de la población demanda un sistema con conexiones domiciliarias.
- En cuanto a economía y estilo de vida la comunidad pertenece a la de la ciudad de Santo Tomas, catalogada por el INIDE como en media pobreza.
- La población económicamente activa dentro de la comunidad es de 203 personas, que representa el 42% de la población total (solamente el 8% son mujeres). La

población con trabajo permanente está comprendida por 185 personas, que representa el 39% de la población total. El 96% de las personas trabaja dentro de la comunidad y solamente el 4% trabaja fuera de ella.

3) Los resultados del análisis de la calidad del agua en términos generales son satisfactorios, los parámetros físico-químicos, organolépticos, hierro y arsénico, se encuentran dentro de los límites establecidos por el INAA; en cuanto a los parámetros bacteriológicos, se encontró una concentración excedente de coliformes totales con un valor de $3.3E+03$ NPM/100ml, sin embargo la ausencia de coliformes fecales asegura la utilización del agua del pozo para consumo humano.

4) La dotación de agua para el cálculo del caudal de diseño fue seleccionada a partir del análisis de la demanda de agua para actividades domésticas y la posible demanda de agua por parte de animales y de microempresas caseras, descartando estas últimas por resultar poco significativas, esto debido a las características socioeconómicas y a las costumbres de la población. Por conveniencia se tomó como referencia los 20gppd considerados por FISE para el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua rural, pues comúnmente las alcaldías abogan a esta entidad del ejecutivo para financiar diferentes tipos de proyectos, entre los que se destacan los proyectos de agua potable y saneamiento.

5) El equipo de bombeo consistirá en una bomba sumergible de 2.59 HP, con una capacidad de hasta $6.4 \text{ m}^3/\text{h} \approx 28 \text{ gpm}$. El equipo deberá ser reemplazado al finalizar el primer periodo de 10 años con otro equipo de iguales características.

6) El tanque de almacenamiento será construido de concreto Armado con una capacidad de 45.36 m^3 de agua.

7) La línea de conducción del sistema de abastecimiento se diseñó considerando tubería de PVC SDR-26 de 2", la velocidad se encuentra en el rango recomendados por la normativa de $0.6 < v < 1.5 \text{ m/s}$. El golpe de ariete no resulta un problema a tener en consideración para el tipo de tubería.

8) La red de distribución se construirá con tubería de PVC SDR-26 de 2". Con la finalidad de garantizar un óptimo funcionamiento hidráulico, se han diseñado obras especiales como pasos elevados; así como la instalación de válvulas de compuerta y válvulas de limpieza, cuyas características y localización y se amplían en las especificaciones técnicas y planos constructivos.

9) El análisis hidráulico del sistema se realizó con el programa EPANET, con el que se evidenció la necesidad de garantizar un bombeo continuo de un mínimo de 13 horas.

10) Las conexiones domiciliarias beneficiaran a todas las familias de la comunidad y se deberá considerar una toma de patio por cada predio, con una tubería de 1/2” de diámetro.

11) El diagnóstico socioeconómico mostró que la población de comunidad el Jicarito cuenta con la suficiente capacidad, económicamente hablando, para hacer frente a un proyecto de MABE, si bien los ingresos familiares son bajos por las características de los trabajos que se desempeñan, el ingreso familiar promedio de C\$ 1907.00 (Un mil novecientos siete córdobas netos) resulta suficiente para cubrir la cuota establecida para labores de administración, operación y mantenimiento del sistema, cuota que convencionalmente oscila los C\$ 60.00 (Treinta córdobas).

12) En el Estudio de Impacto Ambiental se deduce que el proyecto no tendría una incidencia significativa en el deterioro ambiental de la zona. Los impactos negativos se presentaran principalmente en la etapa de corte y relleno, por la alteración a la integridad de los suelos y la calidad del aire, aunque son susceptibles a ser controlados mediante la aplicación de medidas de mitigación y/o corrección. El principal impacto positivo será la mejora de la calidad de vida en la comunidad.

13) El sistema adoptado es el más recomendable, habiendo considerado la realidad socioeconómica de la comunidad y las características hidrológico y topográficas del sitio.

Capitulo VI

Recomendaciones

VI. RECOMENDACIONES

- 1) La Alcaldía de Santo Tomas y la comunidad El Jicarito, deben trabajar conjuntamente en la organización adecuada de los comunitarios, a través de sus líderes. Los pobladores deben ser capacitados y educados para que logren construir, mantener y operar su propio proyecto de agua.
- 2) Se recomienda coordinación con las autoridades responsables de ENACAL y el MINSA, para que se imparta a los beneficiarios, diversos cursos y seminarios que aborden el manejo, operación y mantenimiento del sistema, sus aspectos técnicos, financieros y de salud.
- 3) También se deberán realizar capacitaciones periódicas en temas de ambiente y salubridad, para aprovechar de manera íntegra los beneficios del nuevo sistema de agua.
- 4) Se debe conformar un Comité de Agua Potable (CAP), que vele por el manejo, cuidado y mantenimiento del servicio. El comité deberá sostener reuniones periódicas a lo interno.
- 5) Es recomendable realizar monitoreo sistemático del grado de contaminación de las aguas en la obra de captación, para regular la dosificación de cloro a utilizar. Estos análisis deben realizarse en coordinación con el departamento de higiene y epidemiología del MINSA, trimestralmente como promedio.
- 6) Se deberá consumir el agua principalmente para las necesidades humanas y actividades domésticas, no utilizar el agua para el cultivo, ni para el consumo y baño de grandes animales; o cualquier actividad no considerada durante el diseño o que resulte inapropiada a saber por el CAP.
- 7) El Comité de Agua Potable designara a los encargados de realizar las labores de operación y mantenimiento del sistema, para las que deberán recibir capacitaciones por parte del Programa de Agua y Saneamiento de la alcaldía municipal. Dentro las

personas encargadas de manipular y brindar mantenimiento al sistema se recomienda que al menos uno de ellos sea fontanero.

8) Se recomienda mantener un fondo monetario para enfrentar reparaciones eventuales del sistema.

9) Realizar la limpieza constantemente en las siguientes obras construidas: Tanque de almacenamiento e hipoclorador de carga constante. Se deberá coordinar con la alcaldía municipal de Santo Tomas en caso de una desinfección completa del sistema.

10) Mantener un stock de herramientas y accesorios para reparaciones inmediatas del sistema.

BIBLIOGRAFIA

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

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

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

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

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

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

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

Universidad del Valle, Instituto Cinara (2007). *Lineamientos para el diseño y administración de sistemas de abastecimiento de agua bajo el enfoque de usos múltiples*. Colombia.

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

Netto, A., & Acosta, G. (1996). *Manual de Hidráulica*. Editorial Harla.

Arocha, S. (1977). *Abastecimientos de agua, Teoría y diseño*. Venezuela.

Blanco, M. (2003). *Folleto de estaciones y equipos de bombeo. Curso de explotación y administración de recursos hídricos. Managua, Nicaragua: Facultad de Tecnología de la Construcción. UNI-RUPAP. Nicaragua.*

Agüero, P. R. (1997). *Sistemas de abastecimiento sin tratamiento. Lima*



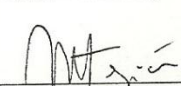
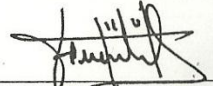
González, J. (2011). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín chiquito, municipio de san mateo ixtatán, huehuetenango. Guatemala.*

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

Tirado, V. R. (2009). *Apuntes de hidrología. Managua, Nicaragua: Facultad de Ciencias e Ingeniería, UNAN-MANAGUA.*



ANEXOS

Anexo 1: Informe de resultados del análisis fisicoquímico y parámetros organolépticos

 Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua Hospital Monte España 300 metros al lago, Teléfonos (505) 278 6981, 278 6767, 278 6982 Telefax (505) 267-8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni							
CLIENTE UNAN AMBIENTAL Proyecto "Jicarito" Rotonda Universitaria 1c. al Norte, Managua, Managua Dr. Francisco Moreno Cruz. Telef. 22705189		Resultados Analíticos Físico Químicos					
		MATRIZ DE LA MUESTRA FUENTE IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE LUGAR Y/O COMUNIDAD MUNICIPIO, DEPARTAMENTO COORDENADAS FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO	AGUA NATURAL Pozo Pozo2 "Jicarito" Jicarito Santo Tomas, Chontales 710952, 1325245 2011-06-15 10 h 45				
		CÓDIGO DEL LABORATORIO FECHA DE RECEPCIÓN FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS FECHA DEL REPORTE	AN-443 2011-06-15 2011-06-15 2011-06-25				
Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l ⁻¹	Rango de Detección	Valor máximo admisible ³ CAPRE
TURBIDEZ	2130.B ¹		1,10	UNT		0,00 a 999	5,00 UNT
pH A 25,0 °C	4500-H.B ¹		7,90	Unds.de pH		0,10 a 14,00	6,5 - 8,5 Unidades de pH
CONDUCTIVIDAD A 23,9 °C	2510.B ¹		387,00	µS.cm ⁻¹		1,0 a 200 000	No hay referencia
SOL. TOTALES DISUELTOS	2510.B ¹		290,72	mg.l ⁻¹		Hasta 20 000,00	1000,00 mg.l ⁻¹
COLOR VERDADERO	2120.B ¹		< rd	mg.l ⁻¹ Pt-Co		5,0 - 70,0	15,00 mg.l ⁻¹ Pt-Co
CALCIO	3500-Ca.D ¹	0,08	36,50	mg.l ⁻¹	1,821		No hay referencia
MAGNESIO	3500-Mg.E ¹	0,20	15,16	mg.l ⁻¹	1,247		50,00 mg.l ⁻¹
SODIO	3500-Na.D ¹	0,18	14,54	mg.l ⁻¹	0,632		200,00 mg.l ⁻¹
POTASIO	3500-K.D ¹	0,10	6,16	mg.l ⁻¹	0,158		10,00 mg.l ⁻¹
CLORUROS	4110.B ¹	0,25	30,00	mg.l ⁻¹	0,846		250,00 mg.l ⁻¹
NITRATOS	4110.B ¹	0,05	7,89	mg.l ⁻¹	0,127		50,00 mg.l ⁻¹
SULFATOS	4110.B ¹	0,25	40,93	mg.l ⁻¹	0,852		250,00 mg.l ⁻¹
CARBONATOS	2320.B ¹	2,00	< ld	mg.l ⁻¹			No hay referencia
BICARBONATOS	2320.B ¹	0,75	128,14	mg.l ⁻¹	2,100		No hay referencia
DUREZA TOTAL	2340.C ¹	0,13	153,45	mg.l ⁻¹	3,069		No hay referencia
ALCALINIDAD TOTAL	2320.B ¹	0,62	105,00	mg.l ⁻¹	2,100		No hay referencia
ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B ¹	1,67	< ld	mg.l ⁻¹			No hay referencia
SILICE DISUELTA	4500-Si.D ¹	0,20	75,68	mg.l ⁻¹			No hay referencia
NITRITOS	4500-NO2.B ¹	0,003	0,003	mg.l ⁻¹			0,10 ó 3,00 mg.l ⁻¹ 4
HIERRO TOTAL	3500-Fe.D ¹	0,02	0,16	mg.l ⁻¹			0,30 mg.l ⁻¹
FLUORUROS	4500-F.D ¹	0,03	0,86	mg.l ⁻¹			0,7 - 1,5 mg.l ⁻¹
AMONIO	Azul de Indofenol ²	0,005	0,027	mg.l ⁻¹			0,5 mg.l ⁻¹
BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.F ¹		0,86	%			
Clave: < ld: El valor está por debajo del límite de detección < rd: El valor está por debajo del rango de detección		Datos de Campo: pH: 8,37 Unds Conductividad: 376 µS.cm ⁻¹ Temperatura: 23,0 °C Elevación: 545 msnm		* Si se toma el valor de 3,00 mg.l ⁻¹ debe relacionarse el nitrato y nitrito por fórmula			
Referencias: ¹ American Public Health Association (APHA). (2005). <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i> . 21 st Edition Washington: APHA. ² Rodier, J. (1981). <i>Análisis de las Aguas Naturales, Residuales y Agua de Mar</i> . España: Ediciones Omega. ³ Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993). <i>Normas de Calidad para consumo humano</i> . Costa Rica.		 Lic. Mario Mejía Téllez Especialista - Analista		 MSc. Sylvia Fuentes Huelvas Jefa de laboratorio de Aguas Naturales			

Fuente: Asociación CDC (2011).

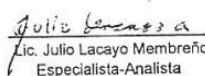
Anexo 2: Informe de resultados del análisis de arsénico

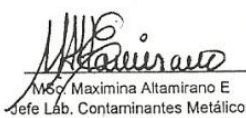
 CLIENTE UNAN-AMBIENTAL - Proyecto "Jicarito" Rotonda Universitaria 1 cuadra al norte Dr. Francisco Moreno Cruz Telf: 22705189	Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua Hospital Monte España 300 metros al lago, Teléfonos (505) 278 6981, 278 6767, 278 6982 Telefax (505) 267-8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni		
	Resultados Analíticos de Metales Pesados		
	MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA NATURAL	
	FUENTE	Pozo	
	IDENTIFICACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE	Pozo2 "Jicarito"	
	LUGAR Y/O COMUNIDAD	Jicarito	
	MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	Santo Tomas, Chontales	
	COORDENADAS	710952,1325245	
	FECHA DE MUESTREO	2011-07-12	
	HORA DE MUESTREO	12 h 45	
	CODIGO DEL LABORATORIO	CM-244	
	FECHA DE RECEPCION	2011-07-12	
	FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2011-07-21	
	FECHA DEL REPORTE	2011-07-22	

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Valores máximos admisibles OMS ²
Arsénico total	E. Rothery. et al, 1984 ¹	2,02	< Id	µg. l ⁻¹	10 µg l ⁻¹


Clave:
 Id: Límite de detección.
 nd: Analizado pero no detectado

Referencias:
 1 E. Rothery, 1984. Operation Manual - VGA 76, VARIAN.
 2 Organización Mundial de la Salud, 1995. Guías para la calidad del agua potable. 2ª Ed. Ginebra: OMS.



 Lic. Julio Lacayo Membreño
 Especialista-Analista


 MSc. Maximina Altamirano E
 Jefe Lab. Contaminantes Metálicos

Anexo 3: Informe de resultados del análisis bacteriológico.



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
 Hospital Monte España 300 metros al lago, Teléfonos (505) 278 6981, 278 6767, 278 6982
 Telefax (505) 267-8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan-edu.ni



Resultados Analíticos de Microbiología

CLIENTE

UNAN AMBIENTAL, PROYECTO EL JICARITO
 Rotonda Universitaria 1 c al Norte
 Managua, Managua
 Dr. Francisco Moreno Cruz
 Tel. 22705189

MATRIZ DE LA MUESTRA	Agua Natural
FUENTE	Pozo
IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE	Pozo2" Jicarito"
LUGAR Y/O COMUNIDAD	Jicarito
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	Santo Tomas, Chontales
COORDENADAS	710952,1325245
FECHA DE MUESTREO	2011-06-15
HORA DE MUESTREO	10 h 45
CÓDIGO DEL LABORATORIO	MB-496
FECHA DE RECEPCIÓN	2011-06-15
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	2011-06-15
FECHA DEL REPORTE	2011-06-21

Datos de Campo:
 pH: 8,37 Unidades de pH
 Temperatura: 23,0 °C
 Conductividad: 376 µS.cm⁻¹

Observaciones:
 Coliformes termotolerantes: Coliformes fecales (denominación anterior)
Clave:
 NMP/100 ml: Número más Probable en cien mililitros de muestra analizada.



Lic. María Luisa Talavera López
Especialista - Analista



Lic. Carmen Chacón Méyrga
Jefe Lab. Microbiología

Referencias:

¹ American Public Health Association (APHA). (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21st. Ed. Washington: APHA.

² Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE). (1993). *Normas de Calidad de Agua para Consumo Humano Costa Rica*: CAPRE.

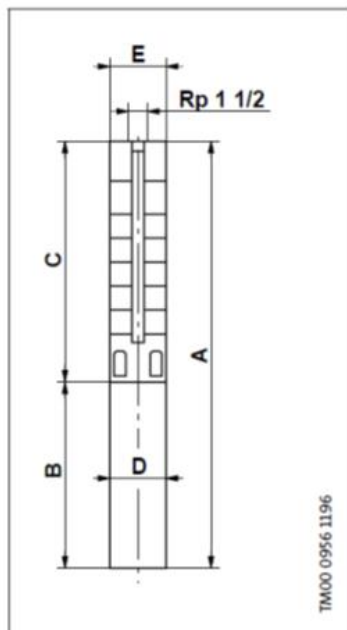
³ Organización Panamericana de la Salud (OPS). (1986). *Guías para la Calidad del Agua Potable*, 2^{da} Ed. Ginebra: OPS.

Anexo 4: Especificaciones técnicas de tuberías PVC.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TUBERIAS PVC									
PVC - CLASE 125 (SDR-32.5, ASTM-2241)									
Diámetro Nominal		Diámetro Interior	Diámetro Exterior	Espesor de Pared	Longitud		Peso	Presión de Trabajo	
pulg.	mm	mm	mm	mm	Pies	m	kg/tubo	PSI	kg/cm ²
3	75	83.42	88.90	2.74	20	6.1	6.32	125	8.8
4	100	107.28	114.30	3.51	20	6.1	10.38	125	8.8
6	150	157.92	168.28	5.18	20	6.1	22.58	125	8.8
8	200	205.62	219.08	6.73	20	6.1	38.19	125	8.8
10	250	256.24	273.05	8.41	20	6.1	58.81	125	8.8
12	300	303.94	323.85	9.96	20	6.1	82.6	125	8.8
PVC - SDR 57.5 (DRENAJE)									
Diámetro Nominal		Diámetro Interior	Diámetro Exterior	Espesor de Pared	Longitud		Peso	Presión de Trabajo	
pulg.	mm	mm	mm	mm	Pies	m	kg/tubo	PSI	kg/cm ²
4	100	110.3	114.3	2	20	6.1	6.05	Drenaje	
PVC - CLASE 160 (SDR-26, ASTM-2241)									
Diámetro Nominal		Diámetro Interior	Diámetro Exterior	Espesor de Pared	Longitud		Peso	Presión de Trabajo	
pulg.	mm	mm	mm	mm	Pies	m	kg/tubo	PSI	kg/cm ²
1	25	30.36	33.4	1.52	20	6.1	1.3	160	11.2
1 1/4	31	38.9	42.16	1.63	20	6.1	1.76	160	11.2
1 1/2	38	44.56	48.26	1.85	20	6.1	2.3	160	11.2
2	50	55.71	60.33	2.31	20	6.1	3.58	160	11.2
2 1/2	62	67.45	73.03	2.79	20	6.1	5.24	160	11.2
3	75	82.04	88.9	3.43	20	6.1	7.83	160	11.2
4	100	105.52	114.3	4.39	20	6.1	12.91	160	11.2
6	150	155.32	168.28	6.48	20	6.1	28	160	11.2
8	200	202.22	219.08	8.43	20	6.1	47.47	160	11.2
10	250	252.07	273.05	10.49	20	6.1	72.8	160	11.2
12	300	298.95	323.85	12.45	20	6.1	102.44	160	11.2
PVC - CLASE 250 (SDR-17, ASTM-2241)									
Diámetro Nominal		Diámetro Interior	Diámetro Exterior	Espesor de Pared	Longitud		Peso	Presión de Trabajo	
pulg.	mm	mm	mm	mm	Pies	m	kg/tubo	PSI	kg/cm ²
¾	18	23.53	26.67	1.57	20	6.1	1.06	250	17.6
1	25	29.48	33.4	1.96	20	6.1	1.64	250	17.6
1 1/4	31	37.18	42.16	2.49	20	6.1	2.64	250	17.6
1 1/2	38	42.58	48.26	2.84	20	6.1	3.45	250	17.6
2	50	53.21	60.33	3.56	20	6.1	5.39	250	17.6
2 1/2	62	64.45	73.03	4.29	20	6.1	7.88	250	17.6
3	75	78.44	88.9	5.23	20	6.1	11.7	250	17.6
4	100	100.84	114.3	6.73	20	6.1	19.35	250	17.6
6	150	148.46	168.28	9.91	20	6.1	41.92	250	17.6
8	200	193.28	219.08	12.9	20	6.1	71.09	250	17.6
10	250	240.95	273.05	16.05	20	6.1	110.13	250	17.6
12	300	285.75	323.85	19.05	20	6.1	154.99	250	17.6

Anexo 5: Datos técnicos bombas GRUNDFOS modelos SP 5A de 50Hz.

Dimensiones y pesos



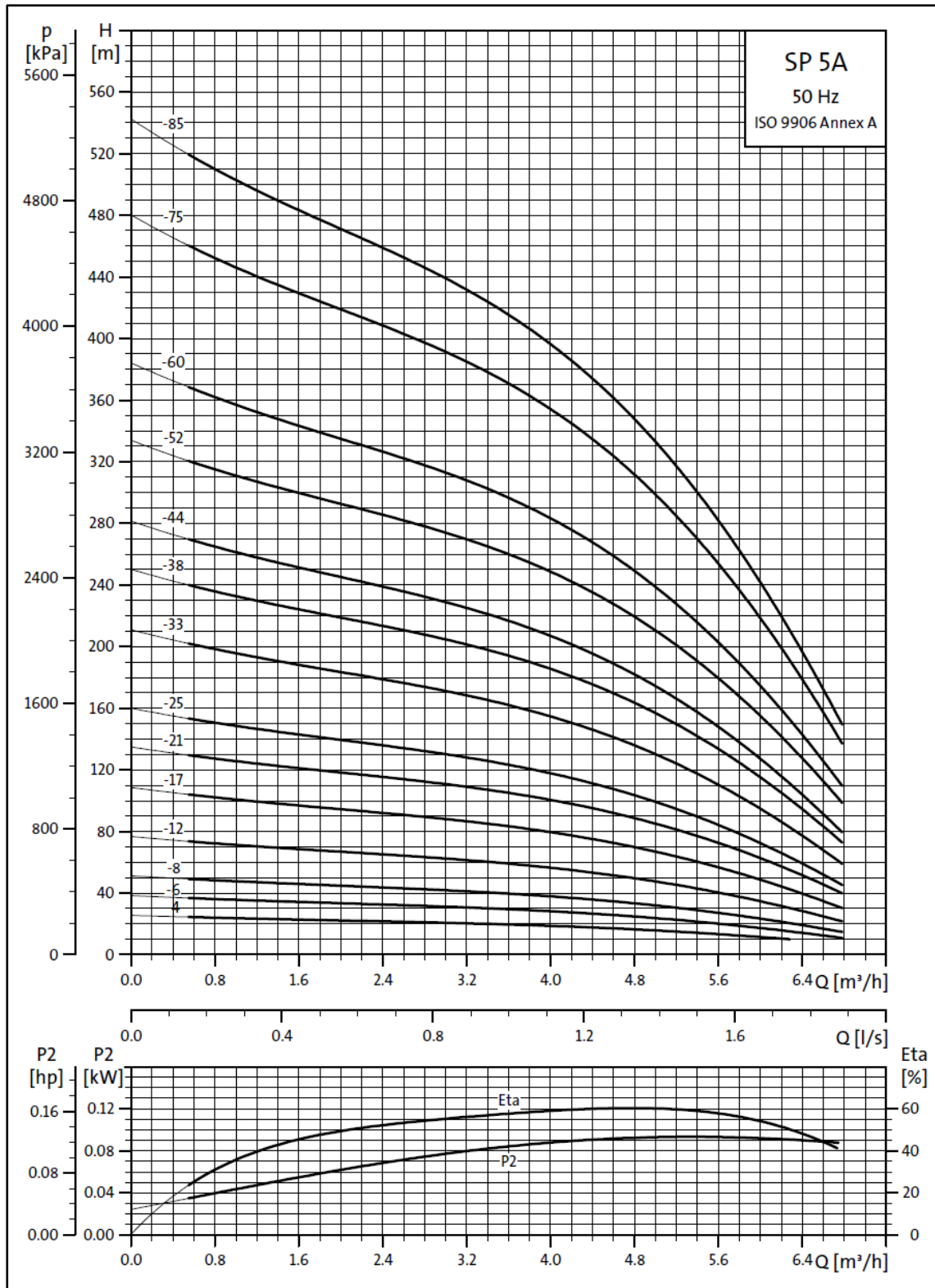
TM00 0956 1196

SP 5A-75 y SP 5A-85 están encamisadas para conexión R 1 1/2.

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]						Peso neto [kg]		
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		D	E	1x230V	3x230V 3x400V
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V				
SP 5A-4	MS 402	0.37	240	256	226	496	466	95	101	10	8
SP 5A-4N	MS 4000R	2.2	284	573		857		95	101	25	
SP 5A-4N	MS 4000R	0.75	284		398		682	95	101		17
SP 5A-6	MS 402	0.55	282	291	241	573	523	95	101	11	10
SP 5A-6N	MS 4000R	2.2	326	573		899		95	101	26	
SP 5A-6N	MS 4000R	0.75	326		398		724	95	101		18
SP 5A-8	MS 402	0.75	324	306	276	630	600	95	101	13	11
SP 5A-8N	MS 4000R	2.2	368	573		941		95	101	27	
SP 5A-8N	MS 4000R	0.75	368		398		766	95	101		19
SP 5A-12	MS 402	1.1	408	346	306	754	714	95	101	15	13
SP 5A-12N	MS 4000R	2.2	452	573		1025		95	101	28	
SP 5A-12N	MS 4000R	1.1	452		413		865	95	101		21
SP 5A-17	MS 402	1.5	513	346	346	859	859	95	101	17	16
SP 5A-17N	MS 4000R	2.2	557	573		1130		95	101	29	
SP 5A-17N	MS 4000R	1.5	557		413		970	95	101		22
SP 5A-21	MS 4000	2.2	597	573		1170		95	101	27	
SP 5A-21	MS 402	2.2	597		346		943	95	101		18
SP 5A-21N	MS 4000R	2.2	641	573	453	1214	1094	95	101	30	25
SP 5A-25	MS 4000	2.2	681	573		1254		95	101	28	
SP 5A-25	MS 402	2.2	681		346		1027	95	101		19
SP 5A-25N	MS 4000R	2.2	725	573	453	1298	1178	95	101	32	27
SP 5A-33	MS 4000	3.0	849		493		1342	95	101		26
SP 5A-33N	MS 4000R	3.0	893		493		1386	95	101		30
SP 5A-38	MS 4000	4.0	998		573		1571	95	101		36
SP 5A-38N	MS 4000R	4.0	998		573		1571	95	101		36
SP 5A-44	MS 4000	4.0	1124		573		1697	95	101		38
SP 5A-44N	MS 4000R	4.0	1124		573		1697	95	101		38
SP 5A-52	MS 4000	5.5	1292		673		1965	95	101		46
SP 5A-52N	MS 4000R	5.5	1292		673		1965	95	101		46
SP 5A-60	MS 4000	5.5	1460		673		2133	95	101		48
SP 5A-60N	MS 4000R	5.5	1460		673		2133	95	101		48
SP 5A-52	MS 6000	5.5	1354		541		1895	138	138		60
SP 5A-52N	MS 6000R	5.5	1354		541		1895	138	138		60
SP 5A-60	MS 6000	5.5	1522		541		2063	138	138		63
SP 5A-60N	MS 6000R	5.5	1522		541		2063	138	138		63
SP 5A-75	MS 6000	7.5	2146		571		2717	138	140		86
SP 5A-85	MS 6000	7.5	2356		571		2927	138	140		92

E = Diámetro máximo de la bomba incl. protector de cable y motor..

Anexo 6: Curvas características bombas GRUNDFOS modelos SP 5A de 50Hz.



Anexo 7: Registro de precipitaciones estación PV 6108.



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL

Estación:	SANTO TOMAS /	Código:	6108
Departamento:		Municipio:	SANTO TOMAS
Latitud:	12°04'06"	Longitud:	85°05'30"
Años:	2000-2012	Elevación:	400 msnm
Parámetro:	Precipitación (mm)	Tipo:	PV

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
2000	21.9	36.3	5.8	19.6	56.9	269.1	108.7	380.5	209.2	149.0	104.7	22.8	1,384.5
2001	31.9	53.3	0.0	0.0	132.4	222.9	192.4	148.8	215.3	150.3	60.7	58.5	1,266.5
2002	83.0	37.0	8.4	43.9	327.3	482.7	303.9	146.2	171.7	164.5	98.1	42.3	1,909.0
2003	26.7	16.5	7.7	2.3	123.0	343.3	382.0	163.7	115.6	172.9	165.6	50.2	1,569.5
2004	72.1	31.9	45.7	67.5	254.9	255.8	179.7	154.2					1,061.8
2005	16.0	3.3	1.0	0.9	187.2	413.8	199.4	142.3	181.3	137.8	259.3	61.3	1,603.6
2006	87.6	33.6	7.2	16.6	90.7	184.2	236.1	118.5	94.1	115.5	124.7	85.9	1,194.7
2007	30.8	29.1	12.7	48.5	158.1	295.8	441.0	280.0	239.2	316.2	110.8	150.9	2,113.1
2008	80.0	12.5	5.7	11.3	263.9	610.0	149.5	130.0	155.9	396.8	20.4	55.1	1,891.1
2009	33.0	34.4	3.5	6.0	198.3	430.4	405.5	193.7	108.4	208.4	40.8	47.0	1,709.4
2011	50.2	58.0	13.2	94.8	251.6	83.1	576.1	200.3	212.8	268.9	64.4	21.4	1,894.8
Suma	533.2	345.9	110.9	311.4	2,044.3	3,591.1	3,174.3	2,058.2	1,703.5	2,080.3	1,049.5	595.4	17,598.0
Media	48.5	31.4	10.1	28.3	185.8	326.5	288.6	187.1	170.4	208.0	105.0	59.5	1,599.8
Max	87.6	58.0	45.7	94.8	327.3	610.0	576.1	380.5	239.2	396.8	259.3	150.9	2,113.1
Min	16.0	3.3	1.0	0.9	56.9	83.1	108.7	118.5	94.1	115.5	20.4	21.4	1,061.8

Anexo 8: Registro de temperaturas estación HMP 6108.



INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL

Estación: SANTOTOMAS /	Código: 6108
Departamento:	Municipio: SANTO TOMAS
Latitud: 12°04'06"	Longitud: 85°05'30"
Años: 2000-2012	Elevación: 400 msnm
Parámetro: Temperatura Mínima Media (C°)	Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
2000	25.5	25.8	26.9	28.1	27.8	26.7	26.7	26.9	25.7	26.1	26.4	26.2	26.6
2001	25.4	26.0	27.0	28.4	28.6	26.9	26.5	27.0	26.4	26.7	26.3	26.9	26.8
2002	26.3	26.4	27.5	28.0	28.0	27.3	26.9	27.3	26.5	26.6	26.7	27.0	27.0
2003	26.5	28.0	28.5	29.4	28.8	26.1	26.7	27.1	26.7	26.4	26.6	26.1	27.3
2004	25.9	26.7	27.6	28.8	27.5	27.0	26.8	27.1	27.1	26.9	26.6	26.4	27.0
2005	26.0	26.5	29.0	29.7	28.3	26.8	27.0	26.8	26.4	25.3	26.1	26.1	27.0
2006	26.1	26.0	27.3	28.6	28.1	27.2	27.1	27.7	27.3	27.3	26.5	26.9	27.2
2007	26.8	27.2	28.4	29.1	28.7	27.2	26.6	26.5	25.9	25.4	26.2	26.0	27.0
2008	25.9	26.6	27.6	28.7	28.2	26.7	26.6	26.7	26.5	25.9	26.5	26.3	26.9
2009	26.3	26.1	27.2	28.9	28.3	27.2	27.2	27.2	27.7	27.4	27.0	27.0	27.3
2010	26.5	27.9	28.7	29.5	28.0	26.9	26.7	26.2	26.0	26.7	26.1	25.5	27.1
2011	26.4	27.0	27.7	29.0	28.7	27.1	26.6	27.0	26.9		26.6	26.2	27.2
2012	25.8	26.5	27.7	28.9	28.4	27.3	27.0	27.2	27.0	26.8	27.1	27.2	27.3
2013	27.0	27.2	28.0	29.5	28.7	27.2	27.0	27.1	26.5	26.4	26.6	26.4	27.3
2014	26.5	27.0	28.3	29.4	29.1	28.0	28.7	27.9	26.6	26.7	26.7	26.8	27.6
Suma	1,218.8	1,218.7	1,245.1	1,295.7	1,317.6	1,292.0	1,283.5	1,272.9	1,246.3	1,243.4	1,267.8	1,236.6	1,282.3
Media	22.6	22.6	23.1	24.0	24.4	23.9	23.8	23.6	23.1	23.0	23.1	22.9	23.3
Max	24.0	23.9	24.4	25.2	25.9	25.6	25.7	24.5	24.4	24.1	24.0	24.0	24.1
Min	21.1	21.0	21.6	22.5	22.8	22.2	22.6	21.9	21.6	21.4	20.8	20.8	22.3

Anexo 9: Encuesta socioeconómica (continuación).

11. ¿Tienen animales de crianza? Sí _____ No _____

Cuantos: a) Cerdos _____ b) Gallinas _____

12. Los animales están

a) Encerrados _____ b) Amarrados _____ c) Suelos _____

18. ¿Existen charcas en el patio?

a) Si _____ (pasar # 19) b) No _____

19. ¿Cómo eliminan las charcas?

a) Drenando _____ b) Aterrando _____ c) Otros _____

III. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA (Observar, verificar)

14. ¿Tienen Letrina?

Si _____ En qué estado se encuentra? a) Buena _____
b) Regular _____ c) Mala _____ (verificar)

No _____ ¿Estaría dispuesto/a en construir su letrina?
a) Sí _____ b) No _____

15. ¿Quiénes usan la Letrina? a) Adultos _____
b) Niños/as _____ c) Otros familiares _____

16. La letrina está construida en suelo a) Rocoso _____
b) Arenoso _____ c) Arcilloso _____

17. ¿Qué hacen con las aguas servidas de la casa?
a) La riegan _____ b) La dejan correr _____ c) Tienen zanja de drenaje _____
d) Tiene filtro para drenaje _____

IV. PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL (PASR)

27. ¿Conoce el Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural del FISE?

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

28. ¿Le gustaría tener servicio de agua potable en su hogar?

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

29. ¿Cuánto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio? (marcar una)

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

Fuente: FISE. (2007). Manual de Administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM), Capítulo II: Preinversión. Managua. Nicaragua.

Anexo 10: Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio.

I. USOS DOMÉSTICOS (marcar con una X)

1. ¿Cuáles son los usos domésticos que le dan al agua del pozo? (marcar varias)

- a) Preparación de alimentos _____ b) Bebida _____
c) Lavado de platos _____ d) Ducha _____ e) Lavado de manos y dientes _____ f) Aseo de la Vivienda _____
g) Lavado de ropa _____ h) Otros usos domésticos _____

2. ¿En situaciones de escases para que actividades priorizan el agua del pozo? (marcar dos)

- a) Preparación de alimentos _____ b) Bebida _____
c) Lavado de platos _____ d) Lavado de manos y dientes _____

3. ¿En promedio cuánta agua del pozo usan en su vivienda por día? (marcar una)

- a) Cuatro baldes _____ b) Cinco baldes _____ c) Seis baldes _____ d) más de seis baldes _____

4. ¿Utilizan otras fuentes de agua para labores domésticas? Sí _____ No _____

Cuáles son esas fuentes: a) Pozo excavado _____
c) Manantial _____ d) Vertiente _____ e) Otro _____

8. ¿Los animales grandes se abastecen de agua en? (marcar una)

- a) Manantial _____ b) Quebrada _____ c) Pozo excavado _____

9. ¿Los pequeños o que no salen de la vivienda a beber, de que fuente se abastecen? (marcar varias)

- a) Manantial _____ b) Quebrada _____ c) Pozo excavado _____ d) Pozo perforado _____

III. DEMANDA DE AGUA PARA MICROEMPRESAS CASERAS (marcar con una X)

10. ¿Tiene algún negocio en su vivienda?

Si _____ b) No _____ (En caso de un no, omitir sección)

5. ¿Cuáles son los usos domésticos que le dan al agua de esas fuentes? (marcar varias)

- c) Lavado de platos _____ d) Ducha _____ f) Aseo de la Vivienda _____ g) Lavado de ropa _____ h) Otros usos domésticos _____

6. ¿En promedio cuánta agua de esas fuentes usan en su vivienda para esas labores domésticas? (marcar una)

- a) Cuatro baldes _____ b) Cinco baldes _____ c) Seis baldes _____ d) más de seis baldes _____

II. DEMANDA DE AGUA DE LOS ANIMALES (marcar con una X)

7. ¿Tiene animales? Sí _____ No _____

Cuántos tiene: a) Gallinas _____ b) Cerdos _____
c) Caballos _____ d) Burro _____ e) Mula _____
f) Cabras _____ g) Novillos _____ h) Conejo _____
i) Vaca _____ j) Gato _____ k) Perro _____
l) Otros _____

a) Menos de 200 _____ b) Entre 200 a 400m _____
c) Mas de 400m _____

17. ¿Cuáles son sus fuentes secundarias? (marcar varias)

- a) Pozo excavado _____ b) Manantial _____ c) Vertiente _____ d) No usamos fuente secundaria _____

18. ¿Qué tan lejos están estas fuentes de la vivienda?

- a) Menos de 500m _____ b) Entre 500 a 1000m _____
c) Mas de 1000m _____

19. ¿A qué horas acostumbra acarrear agua del pozo? (marcar varias)

- a) 4am-6am _____ b) 6am-8am _____ c) 8am-10am _____
d) 10am-12pm _____ e) 12pm-2pm _____
f) 2pm-4pm _____ g) 4pm-6pm _____ h) 6pm-8pm _____
i) 8pm-10pm _____

Anexo 10: Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio

¿Qué tipo de negocio tiene? a) Pulpería _____
b) Panadería _____ c) Venta de almuerzos _____ d) Otros (especifique el tipo de negocio) _____

11. ¿Utiliza agua del pozo para su negocio?

a) Si _____ b) No _____

12. ¿Cuánta agua del pozo utiliza al día?

a) Cuatro baldes _____ b) Seis baldes _____
c) Ocho baldes _____ d) Más de ocho baldes _____

13. ¿Utiliza agua de otra fuente para su negocio?

Sí _____ No _____

¿Cuál es esa fuente? Manantial _____ Quebrada _____
Pozo escavado _____

14. ¿Cuánta agua utiliza de esa fuente?

a) Cuatro baldes _____ b) Seis baldes _____
c) Ocho baldes _____ d) Más de ocho baldes _____

IV. CONDICIÓN DE SERVICIO (marcar con una X)

15. ¿Cuál es su principal fuente de abastecimiento? (marcar una)

a) Pozo excavado _____ b) Pozo perforado _____
c) Manantial _____

16. ¿Qué tan lejos está de la vivienda?

20. ¿Cuántas veces se debe ir a traer agua en el día?

a) Una _____ b) Dos _____ c) Tres _____

21. ¿Considera adecuada la cantidad de agua abastecida? a) Sí _____ b) No _____

22. ¿Cuánta agua considera necesita en realidad para los diferentes usos?

a) Siete baldes _____ b) Ocho baldes _____ c) Nueve baldes _____
d) más de nueve baldes _____

V. ESPECTATIVAS (marcar con una X)

23. ¿Considera necesario mejorar el nivel de servicio de agua potable? a) Sí _____ b) No _____

24. ¿Cuál es la principal mejora que esperaría con un nuevo servicio? (marcar una)

a) Cantidad de agua _____ b) Calidad _____ c) Mejor accesibilidad _____

25. ¿Estaría dispuesto a pagar por un mejor servicio de agua? a) Sí _____ b) No _____

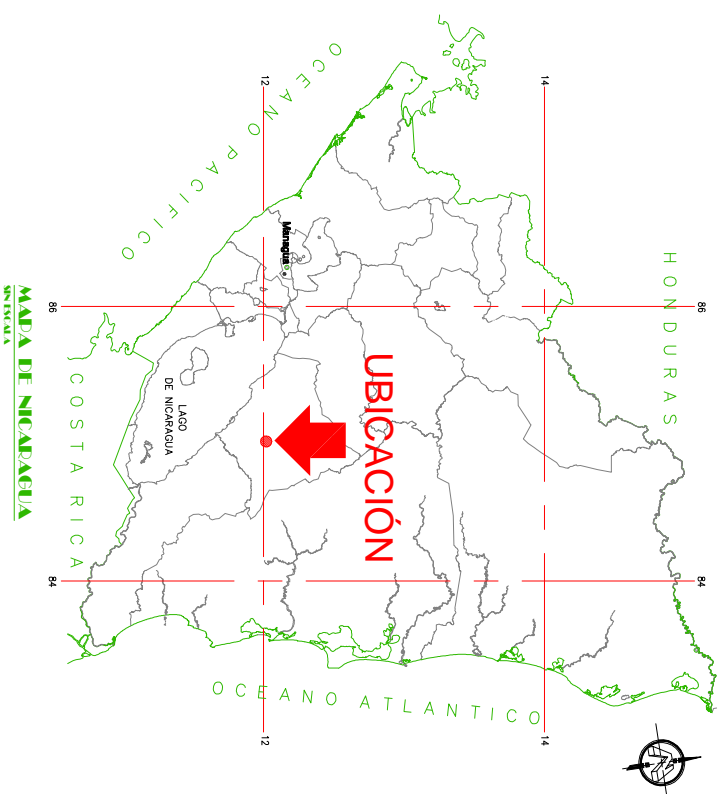
26. ¿Cuánto pagaría? a) C\$ 20 a 35 _____
b) C\$ 36 a 50 _____ c) C\$ 51 a mas _____

27. ¿Qué tipo de servicio esperaría por el pago?

a) Tomas publicas _____ b) Conexiones domiciliarias _____

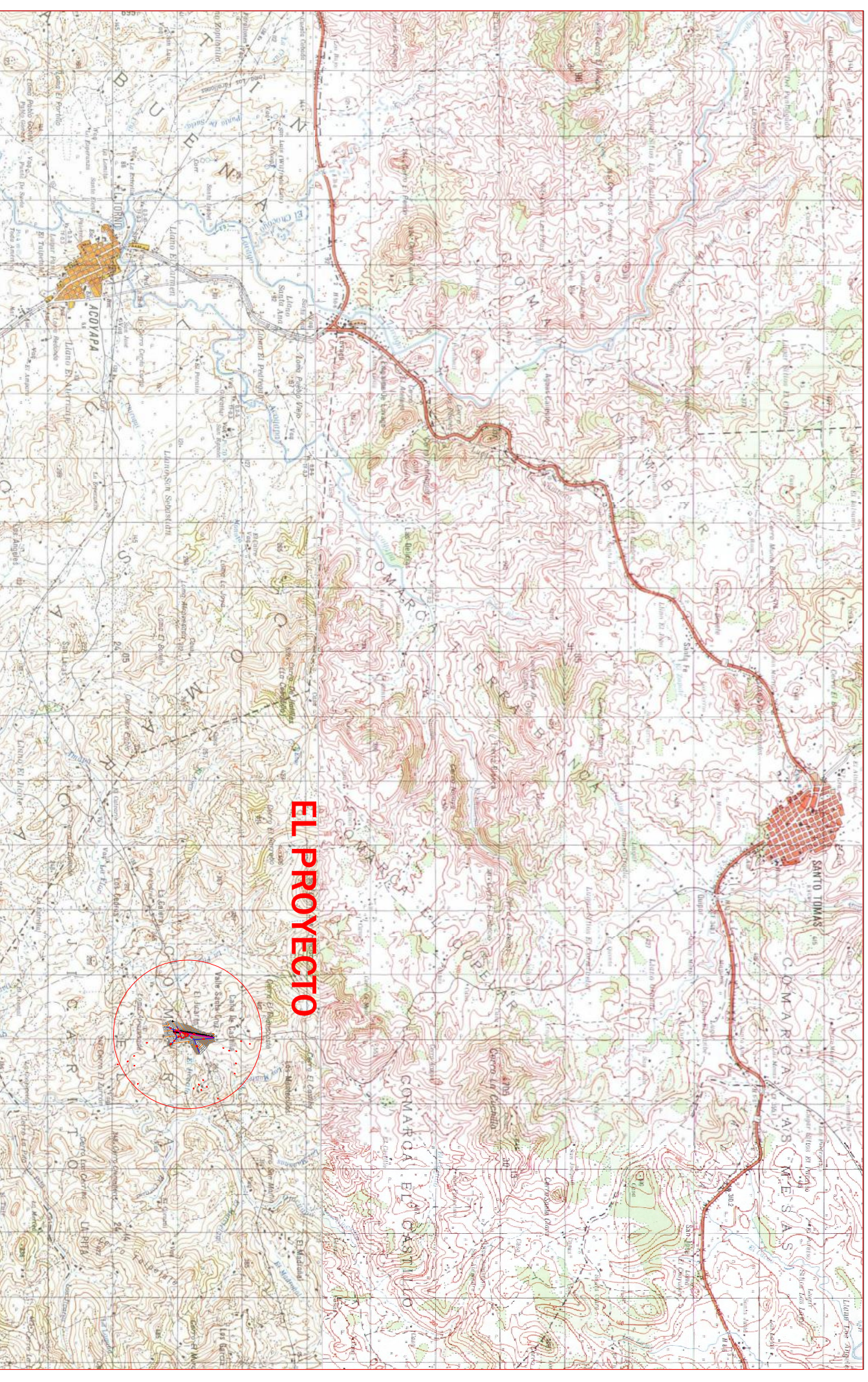
Fuente: Elaboración propia. (2014).

PROYECTO: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD EL JICARITO SANTO TOMAS – CHONTALES



INDICE

- 01 — CARATULA E INDICE
- 02 — PLANO DE CONJUNTO
- 03 — PLANO DE CONJUNTO PLANIMETRICO
- 04 — PLANTA PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
- 05 — PERFILES 1
- 06 — PERFILES 2
- 07 — TANQUE DE HORMIGÓN ARMADO DE 45 M3
- 08 — DETALLES CONSTRUCTIVOS DE CASETA 1
- 09 — DETALLES CONSTRUCTIVOS DE CASETA 2
- 10 — DETALLES DE SARTA DE BOMBEO
- 11 — DETALLES GENERALES



PRESENTADO POR:

-ELMER JOSE RODRIGUEZ GARCIA
-JOSELING CAROLINA GUZMAN MALLAÑOS
-MARCOS DANILLO SALMERÓN ALTAMIRANO

TUTOR:

ING. BAYARDO ALTAMIRANO

ASESOR:

DR. VICTOR TIRADO PICADO

PROYECTO:

DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE
EN LA COMUNIDAD EL JICARITO - SANTO TOMAS

CONTENIDO:

CARÁTULA E INDICE

PLANO No.

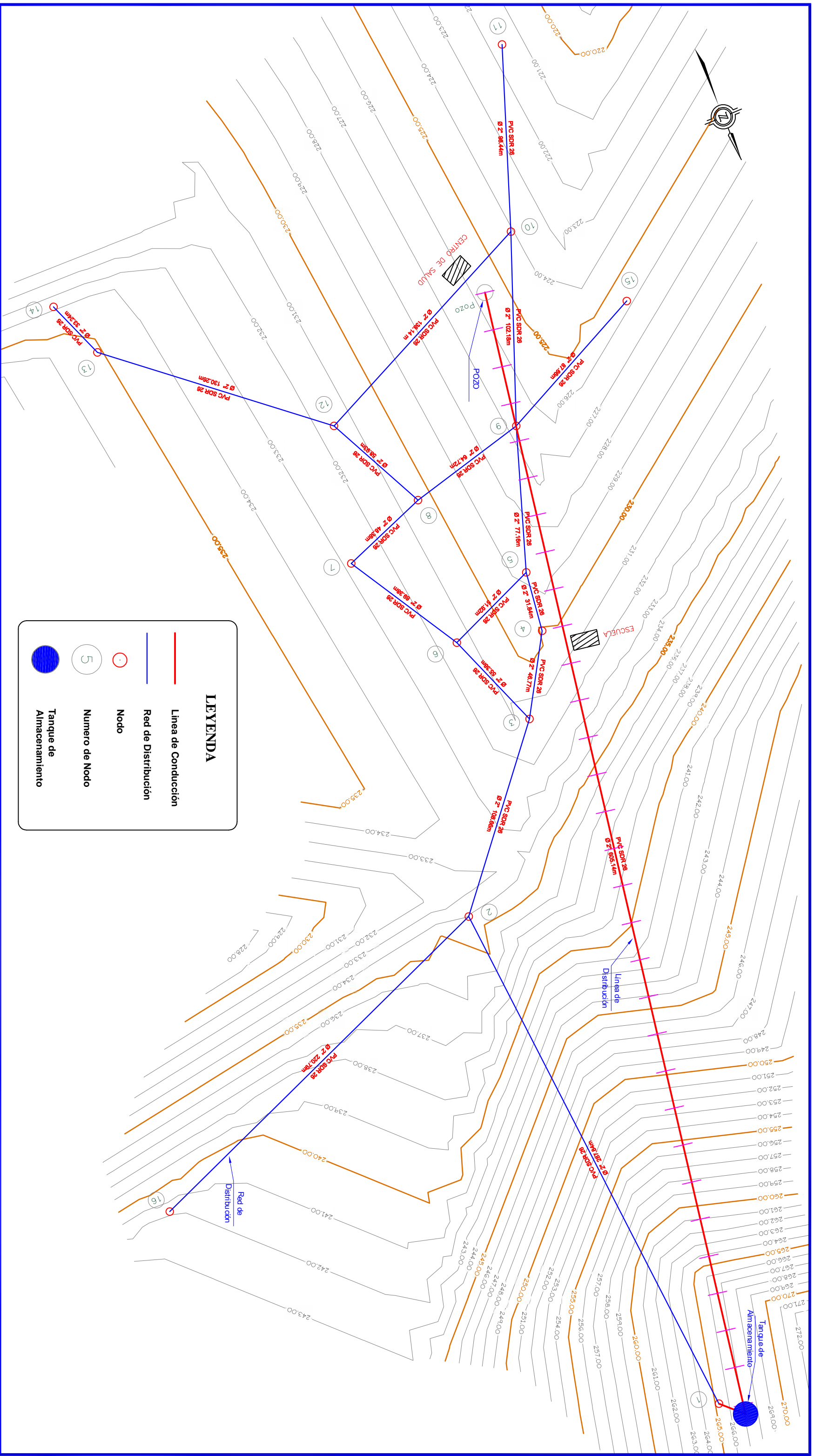
1

DE

11

FECHA: AGOSTO DEL 2015

ESCALA: INDICADA



LEYENDA

- Línea de Conducción
- Red de Distribución
- Nodo
- 5 Numero de Nodo
- Tanque de Almacenamiento

PRESENTADO POR:
 -ELMER JOSE RODRIGUEZ GARCIA
 -JOSELING CAROLINA GUZMAN MALLAÑOS
 -MARCOS DANILLO SALMERÓN ALTAMIRANO

TUTOR:
 ING. BAYARDO ALTAMIRANO

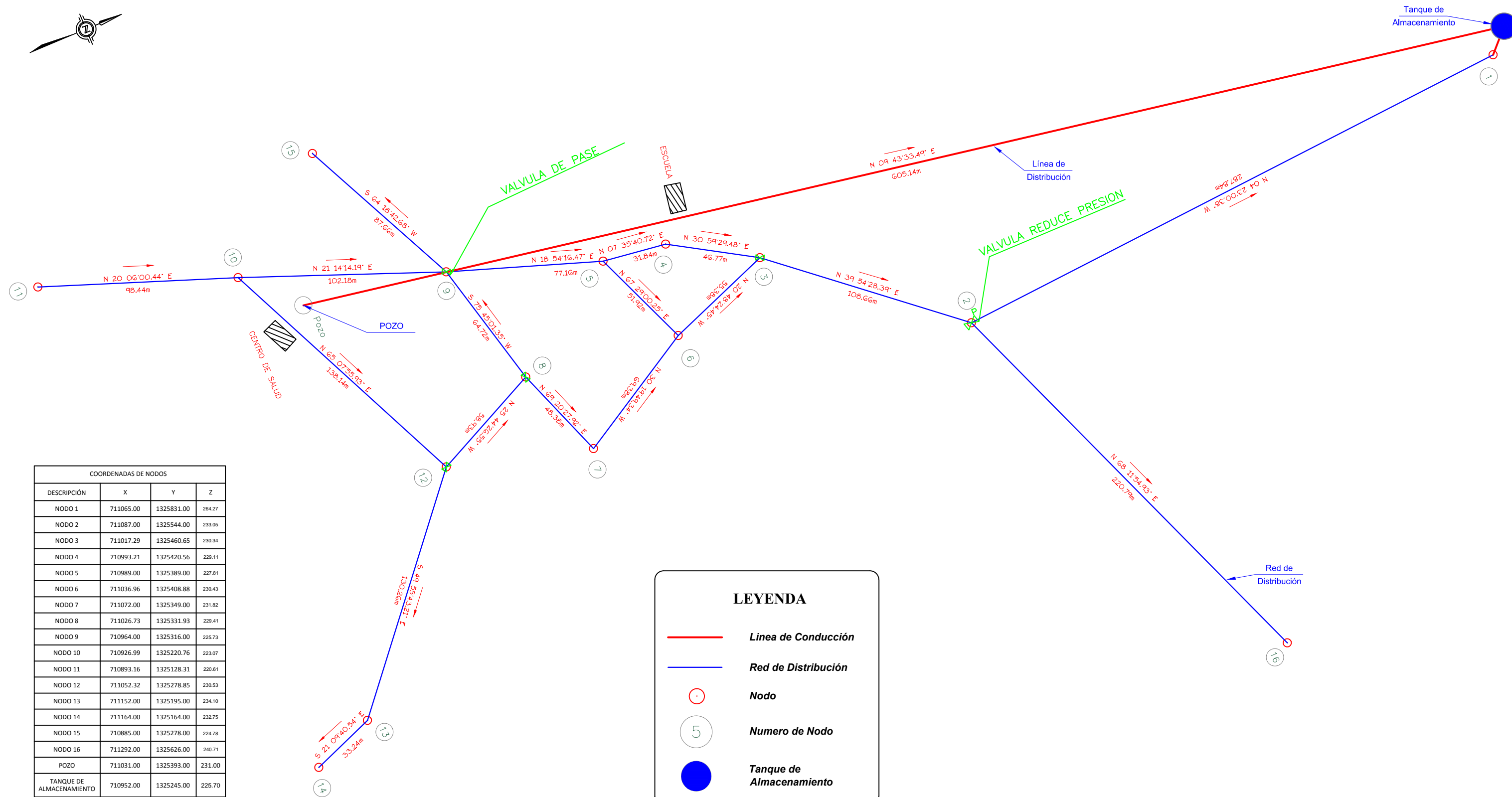
ASESOR:
 DR. VICTOR TIRADO PICADO

PROYECTO:
 DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE
 EN LA COMUNIDAD EL JICARITO - SANTO TOMAS

CONTENIDO:
 PLANO DE CONJUNTO

FECHA: AGOSTO DEL 2015

PLANO No.
 2
 DE
 11



COORDENADAS DE NODOS			
DESCRIPCIÓN	X	Y	Z
NODO 1	711065.00	1325831.00	264.27
NODO 2	711087.00	1325544.00	233.05
NODO 3	711017.29	1325460.65	230.34
NODO 4	710993.21	1325420.56	229.11
NODO 5	710989.00	1325389.00	227.81
NODO 6	711036.96	1325408.88	230.43
NODO 7	711072.00	1325349.00	231.82
NODO 8	711026.73	1325331.93	229.41
NODO 9	710964.00	1325316.00	225.73
NODO 10	710926.99	1325220.76	223.07
NODO 11	710893.16	1325128.31	220.61
NODO 12	711052.32	1325278.85	230.53
NODO 13	711152.00	1325195.00	234.10
NODO 14	711164.00	1325164.00	232.75
NODO 15	710885.00	1325278.00	224.78
NODO 16	711292.00	1325626.00	240.71
POZO	711031.00	1325393.00	231.00
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	710952.00	1325245.00	225.70

LEYENDA

- Línea de Conducción
- Red de Distribución
- Nodo
- 5 Numero de Nodo
- Tanque de Almacenamiento



PRESENTADO POR:
 -ELMER RODRIGEZ
 -CAROLINA
 -MARCOS DANILO SALMERÓN ALTAMIRANO

TUTOR:
 ING. BAYARDO ALTAMIRANO

ASESOR:
 DR. VICTOR TIRADO PICADO

PROYECTO:
 DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE
 EN LA COMUNIDAD EL JICARITO - SANTO TOMAS

CONTENIDO:
 PLANO DE CONJUNTO

FECHA: 25 DE JULIO DEL 2015 ESCALA: 1 / 1,850

PLANO No.
 3
 DE
 11



PRESENTADO POR:
 -ELMER JOSE RODRIGUEZ GARCIA
 -JOSELING CAROLINA GUZMAN MALLAÑOS
 -MARCOS DANILLO SALMERÓN ALTAMIRANO

TUTOR:
ING. BAYARDO ALTAMIRANO
 ASESOR:
DR. VICTOR TIRADO PICADO

PROYECTO:
**DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE
 EN LA COMUNIDAD EL JICARITO - SANTO TOMAS**

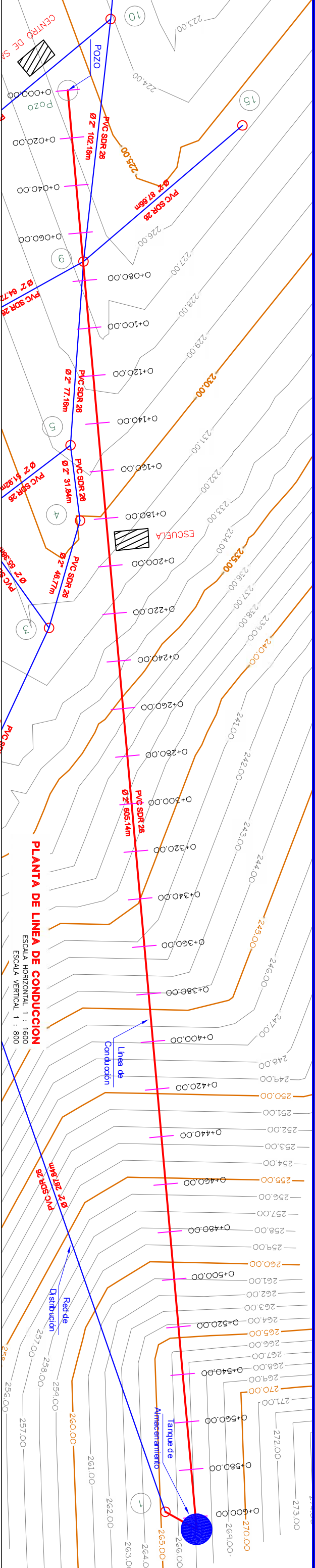
CONTENIDO:
PLANTA PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN

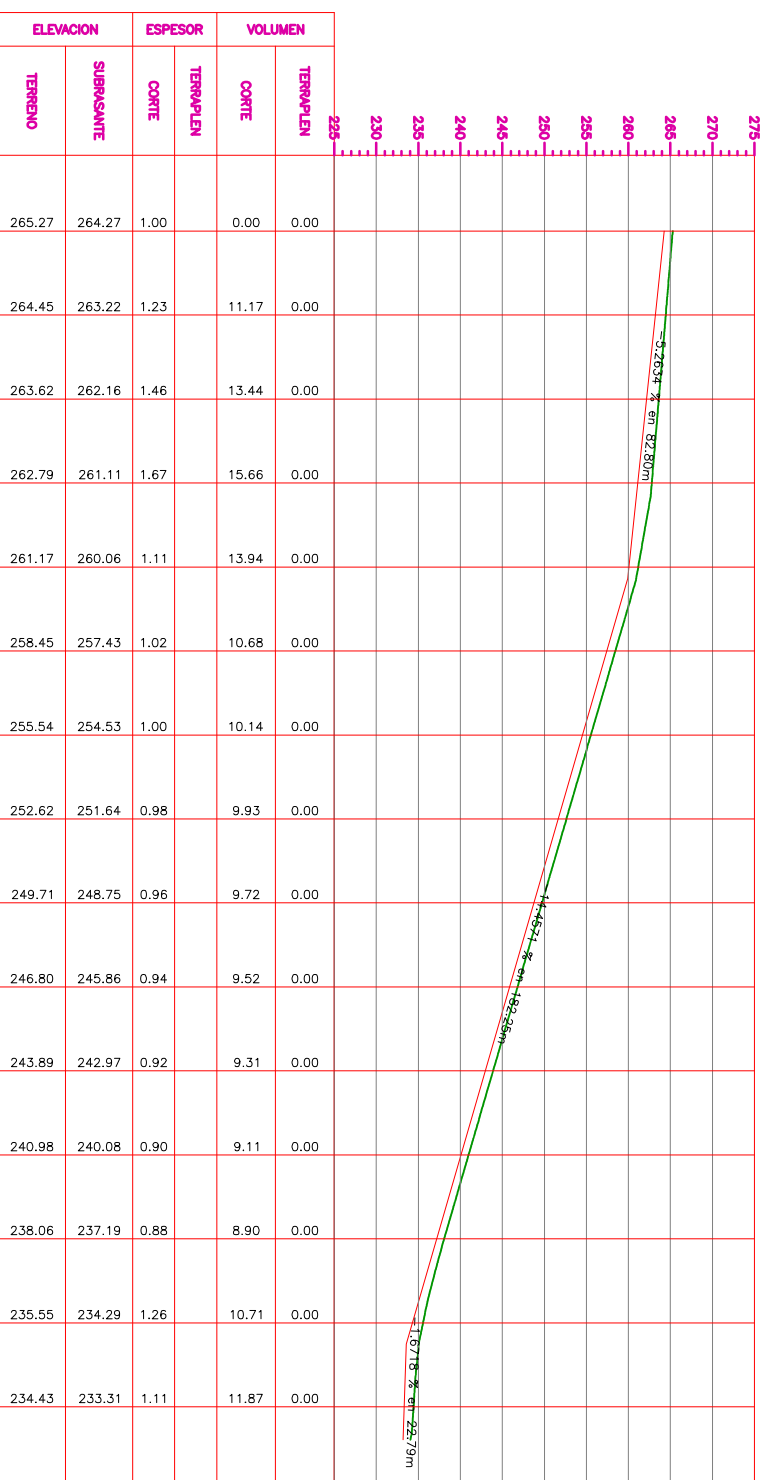
FECHA: AGOSTO DEL 2015
 ESCALA: INDICADA
 PLANO No. **4**
 DE **11**

ESTACION	ELEVACION		ESPESOR		VOLUMEN	
	SUBRASANTE	TERRENO	CORTE	TERRAPLEN	CORTE	TERRAPLEN
0+000.00	224.64	225.64	1.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	224.96	225.95	0.98	0.00	9.92	0.00
0+040.00	225.28	226.25	0.97	0.00	9.77	0.00
0+060.00	225.61	226.56	0.95	0.00	9.61	0.00
0+080.00	225.93	226.89	0.96	0.00	9.58	0.00
0+100.00	226.25	227.17	0.92	0.00	9.42	0.00
0+120.00	226.70	227.72	1.02	0.00	9.70	0.00
0+140.00	227.54	228.56	1.02	0.00	10.19	0.00
0+160.00	228.38	229.21	0.83	0.00	9.22	0.00
0+180.00	229.23	230.17	0.94	0.00	8.83	0.00
0+200.00	230.07	231.24	1.17	0.00	10.57	0.00
0+220.00	231.15	232.26	1.12	0.00	11.45	0.00
0+240.00	232.71	233.77	1.06	0.00	10.90	0.00
0+260.00	234.27	235.48	1.21	0.00	11.38	0.00
0+280.00	235.83	237.14	1.31	0.00	12.62	0.00
0+300.00	237.22	238.27	1.04	0.00	11.76	0.00
0+320.00	238.13	239.13	1.00	0.00	10.22	0.00
0+340.00	239.04	239.99	0.95	0.00	9.77	0.00
0+360.00	240.15	241.26	1.10	0.00	10.29	0.00
0+380.00	243.01	244.08	1.06	0.00	10.84	0.00
0+400.00	245.88	246.90	1.02	0.00	10.44	0.00
0+420.00	248.74	249.72	0.98	0.00	10.03	0.00
0+440.00	251.60	252.54	0.94	0.00	9.82	0.00
0+460.00	254.47	255.37	0.90	0.00	9.21	0.00
0+480.00	257.33	258.19	0.86	0.00	8.81	0.00
0+500.00	260.19	261.01	0.82	0.00	8.40	0.00
0+520.00	263.05	264.20	1.15	0.00	9.83	0.00
0+540.00	265.20	266.60	1.41	0.00	12.78	0.00
0+560.00	265.46	266.75	1.28	0.00	13.47	0.00
0+580.00	265.73	266.89	1.16	0.00	12.22	0.00
0+600.00	266.00	267.04	1.03	0.00	10.97	0.00

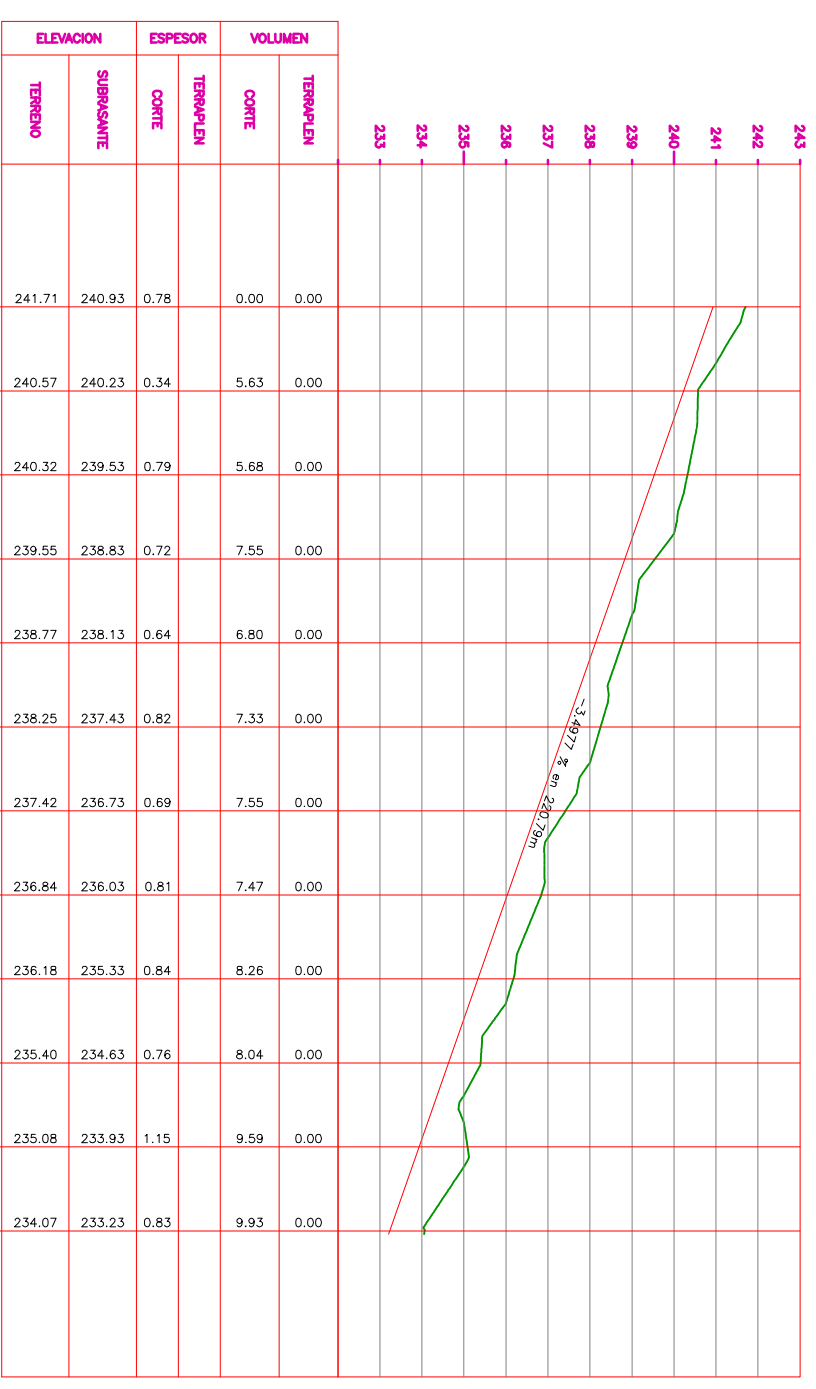
PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1650
 ESCALA VERTICAL 1 : 825

TOTAL VOLUMEN CORTE = 311.80m³
 TOTAL VOLUMEN RELLENO = 0.00m³

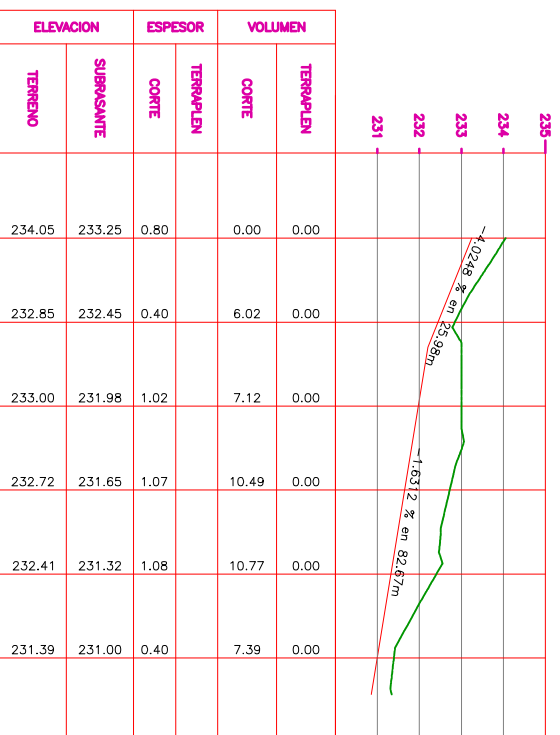




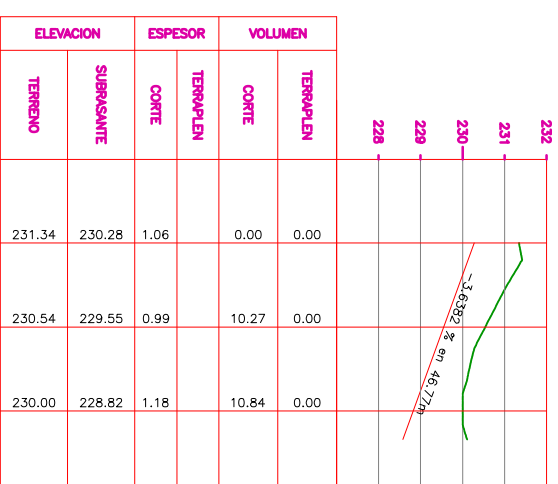
PERFIL TRAMO DE 1 A 2
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 500
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 154.08m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = 0.00m³



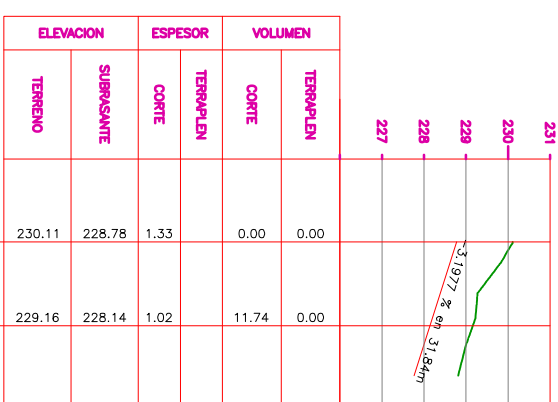
PERFIL TRAMO DE 16 A 2
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 100
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 83.83m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = 0.00m³



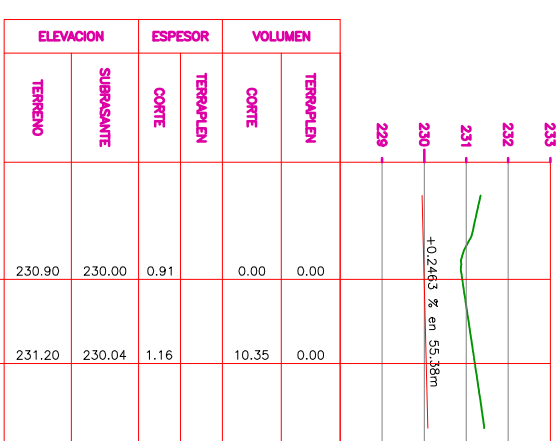
PERFIL TRAMO DE 2 A 3
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 100
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 41.79m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = 0.00m³



PERFIL TRAMO DE 3 A 4
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 100
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 21.11m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = 0.00m³



PERFIL TRAMO DE 4 A 5
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 100
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 11.74m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = 0.00m³



PERFIL TRAMO DE 3 A 6
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 100
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 10.35m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = 0.00m³



PERFIL TRAMO DE 5 A 6
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
 ESCALA VERTICAL 1 : 100
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 20.96m³
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = 0.00m³



PRESENTADO POR:
 -ELMER JOSE RODRIGUEZ GARCIA
 -JOSELING CAROLINA GUZMAN MALLAÑOS
 -MARCOS DANILLO SALMERÓN ALTAMIRANO

TUTOR:
 ING. BAYARDO ALTAMIRANO
ASESOR:
 DR. VICTOR TIRADO PICADO

PROYECTO:
 DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE
 EN LA COMUNIDAD EL JICARITO - SANTO TOMAS

CONTENIDO:
 PERFILES 1

PLANO No.
 5
DE
 11

FECHA: AGOSTO DEL 2015
 ESCALA: INDICADA



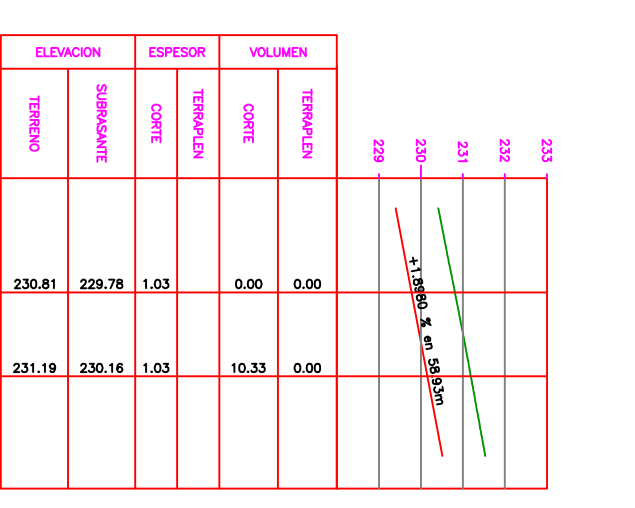
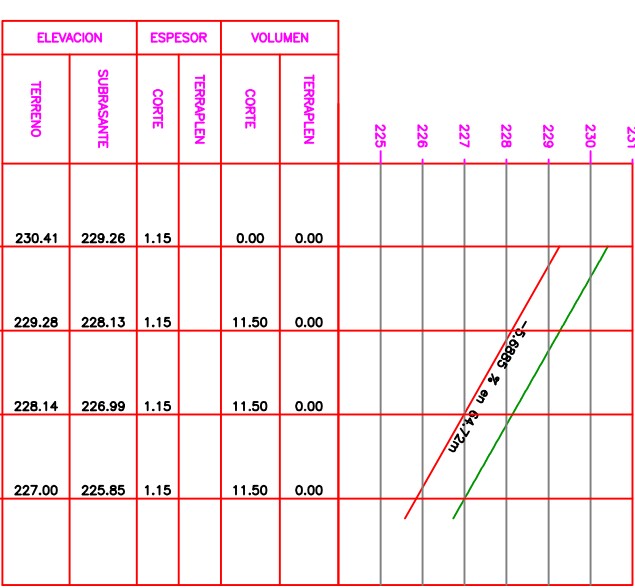
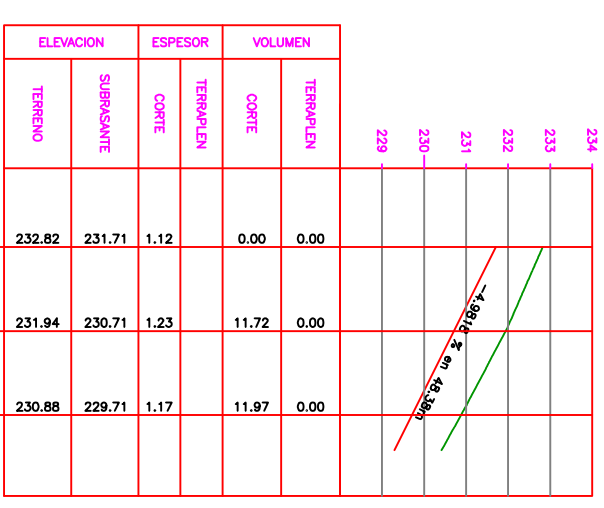
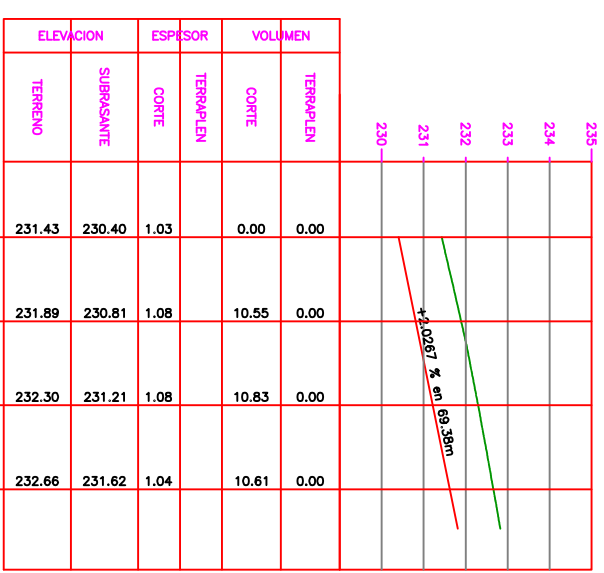
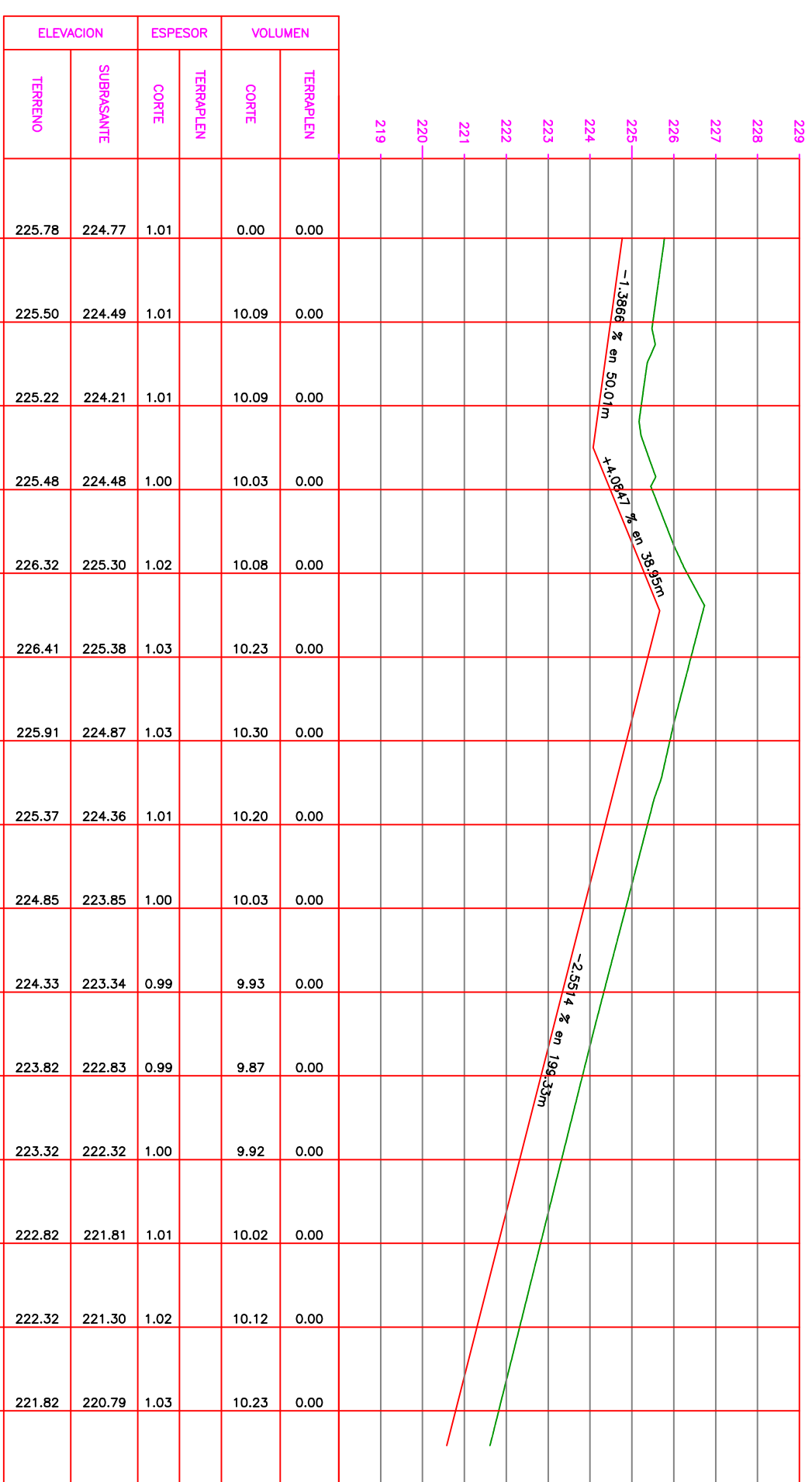
PRESENTADO POR:
 -ELMER JOSE RODRIGUEZ GARCIA
 -JOSELING CAROLINA GUZMAN MALLAÑOS
 -MARCOS DANILLO SALMERÓN ALTAMIRANO

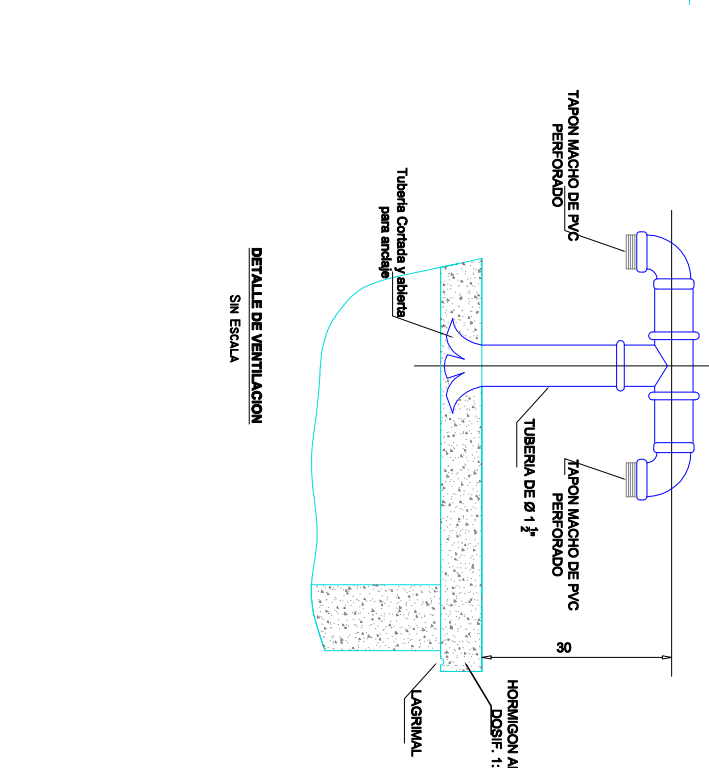
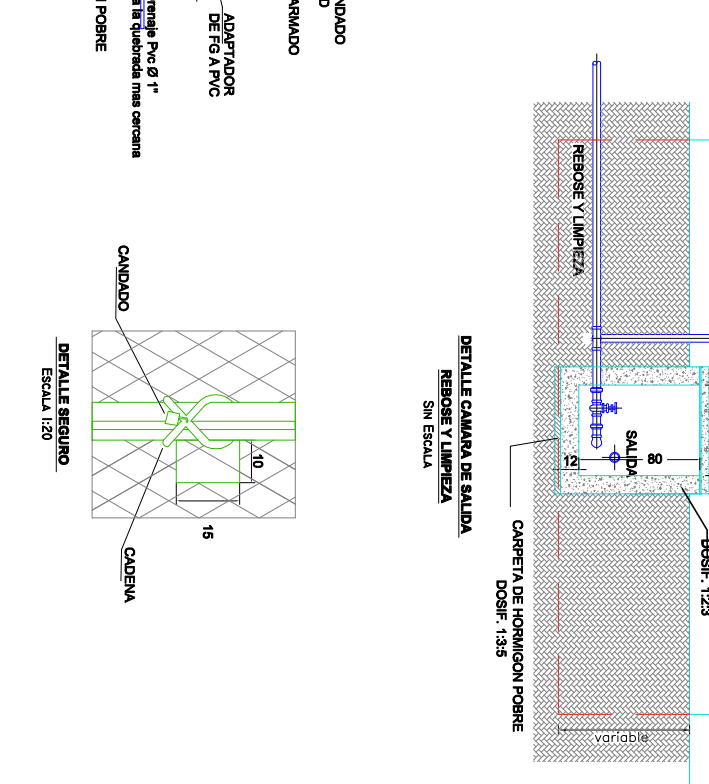
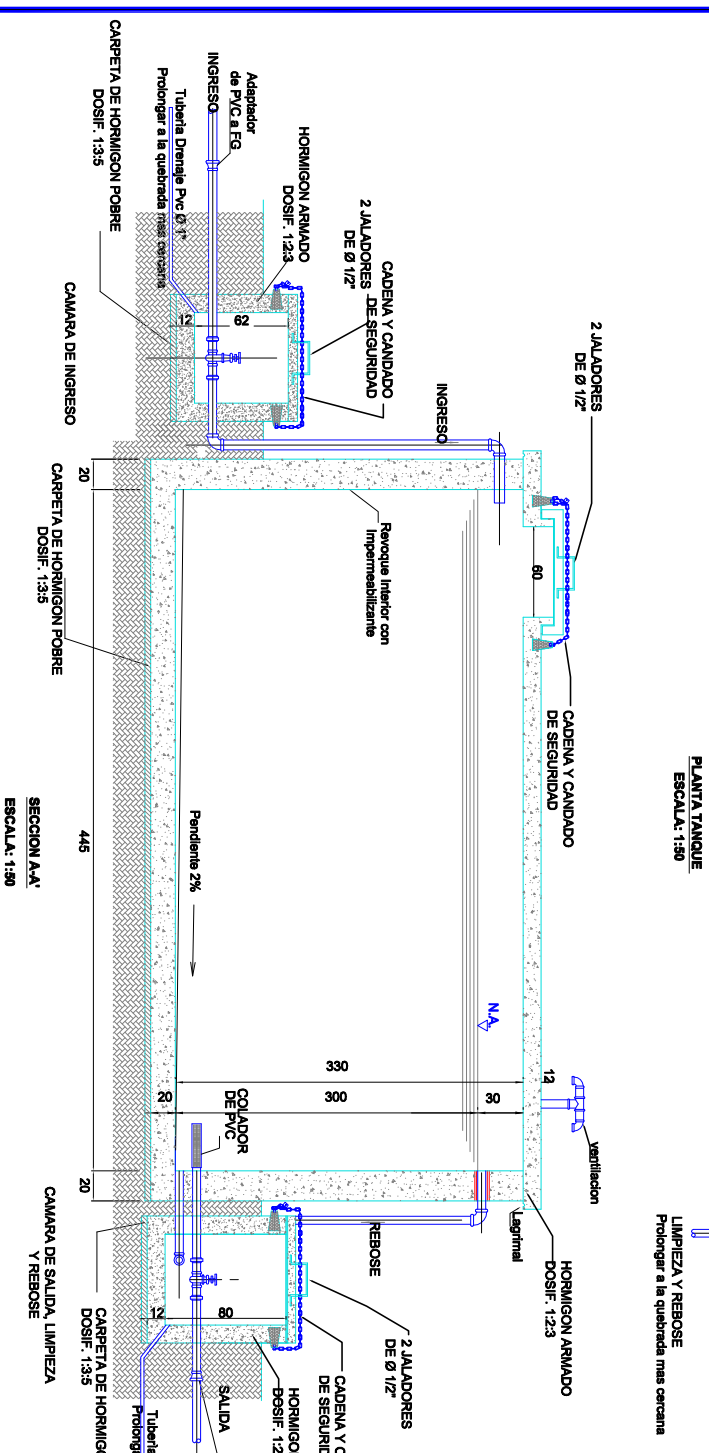
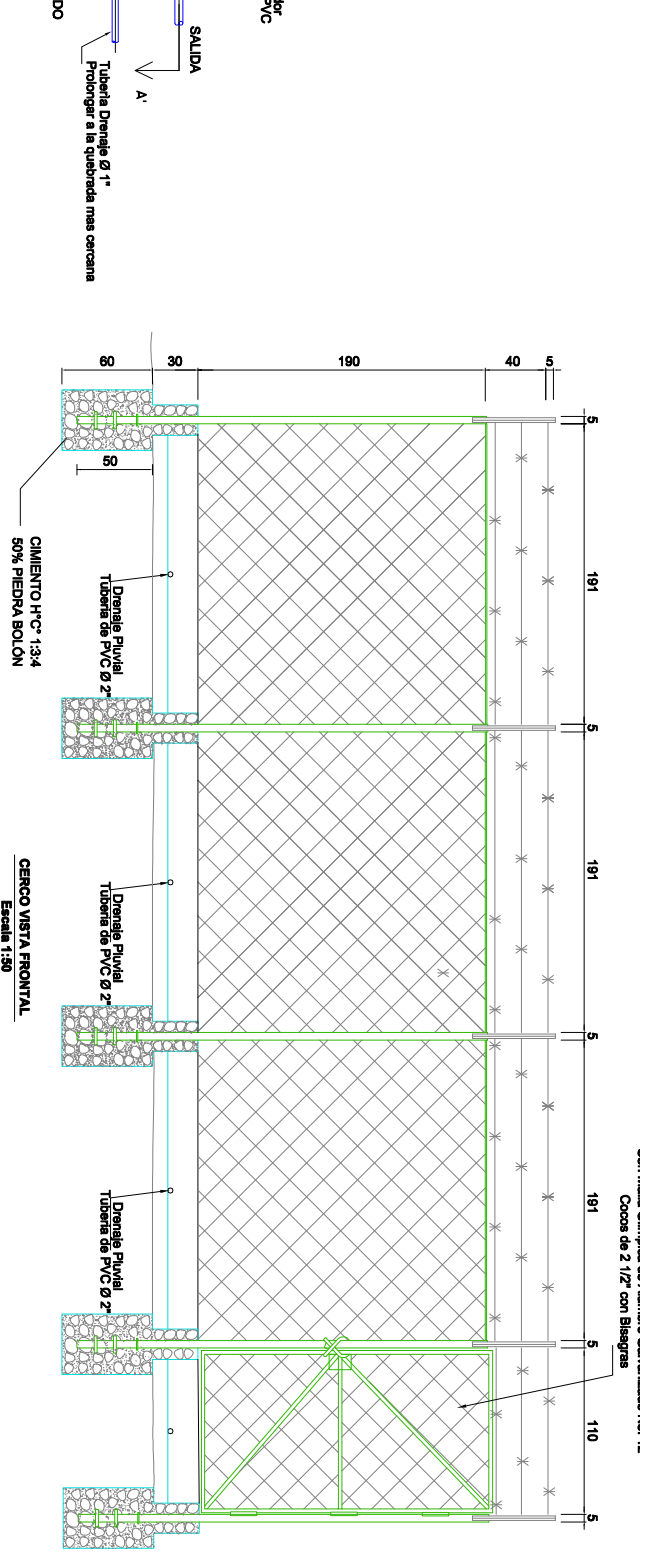
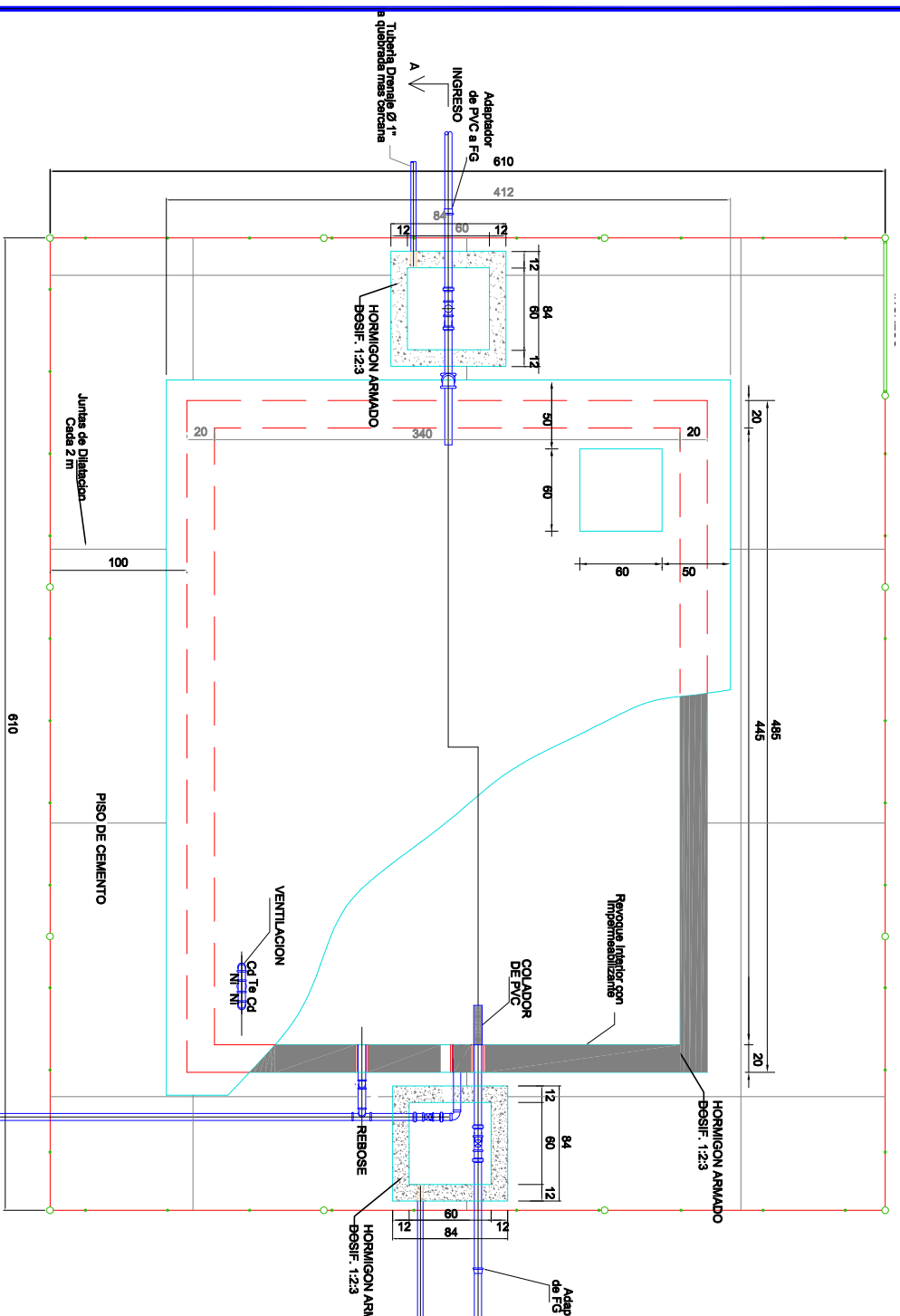
TUTOR:
ING. BAYARDO ALTAMIRANO
 ASESOR:
DR. VICTOR TIRADO PICADO

PROYECTO:
**DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE
 EN LA COMUNIDAD EL JICARITO - SANTO TOMAS**

CONTENIDO:
PERFILES 2
 FECHA: AGOSTO DEL 2015

PLANO No.
6
 DE
11





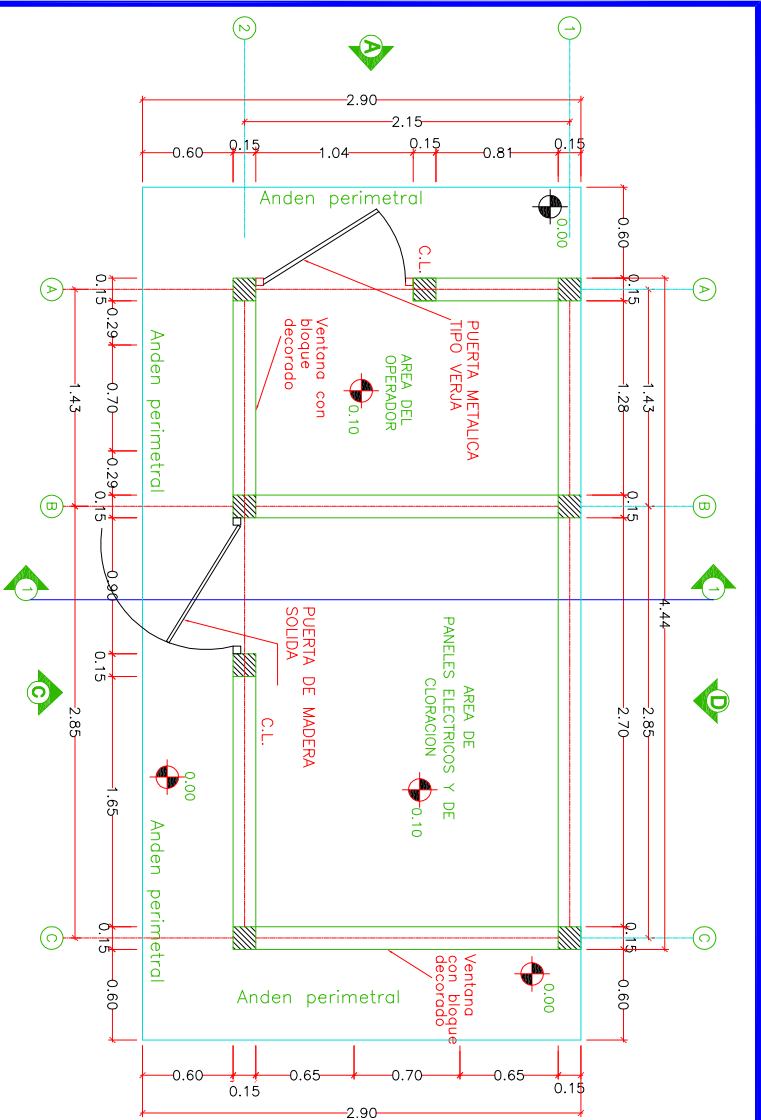
PRESENTADO POR:
-ELMER JOSE RODRIGUEZ GARCIA
-JOSELING CAROLINA GUZMAN MALLAÑOS
-MARCOS DANILLO SALMERÓN ALTAMIRANO

TUTOR:
ING. BAYARDO ALTAMIRANO
ASESOR:
DR. VICTOR TIRADO PICADO

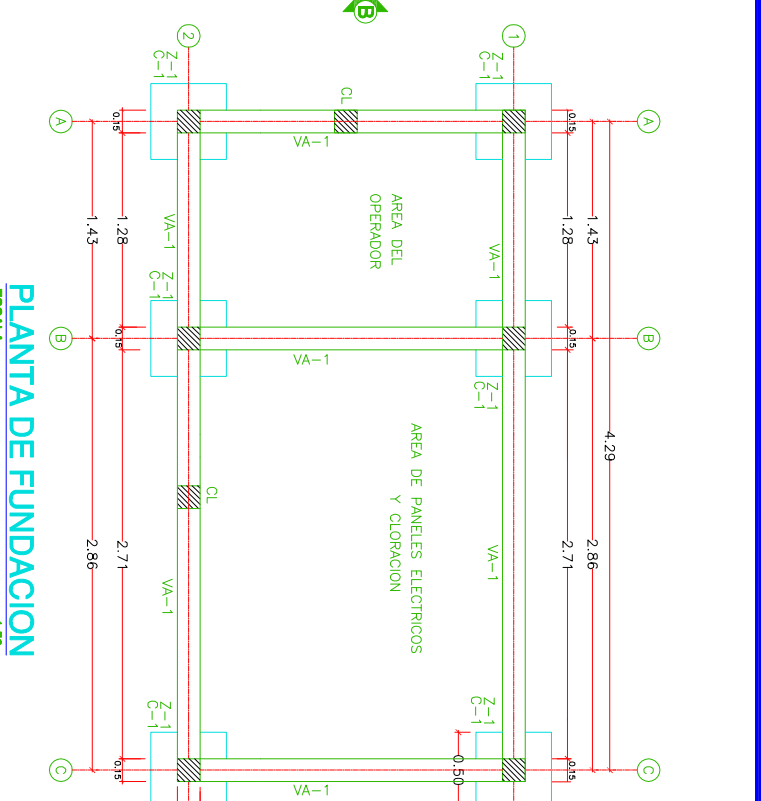
PROYECTO:
DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE
EN LA COMUNIDAD EL JICARITO - SANTO TOMAS

CONTENIDO:
TANQUE DE HORMIGÓN ARMADO DE 45 M3
FECHA: AGOSTO DEL 2015

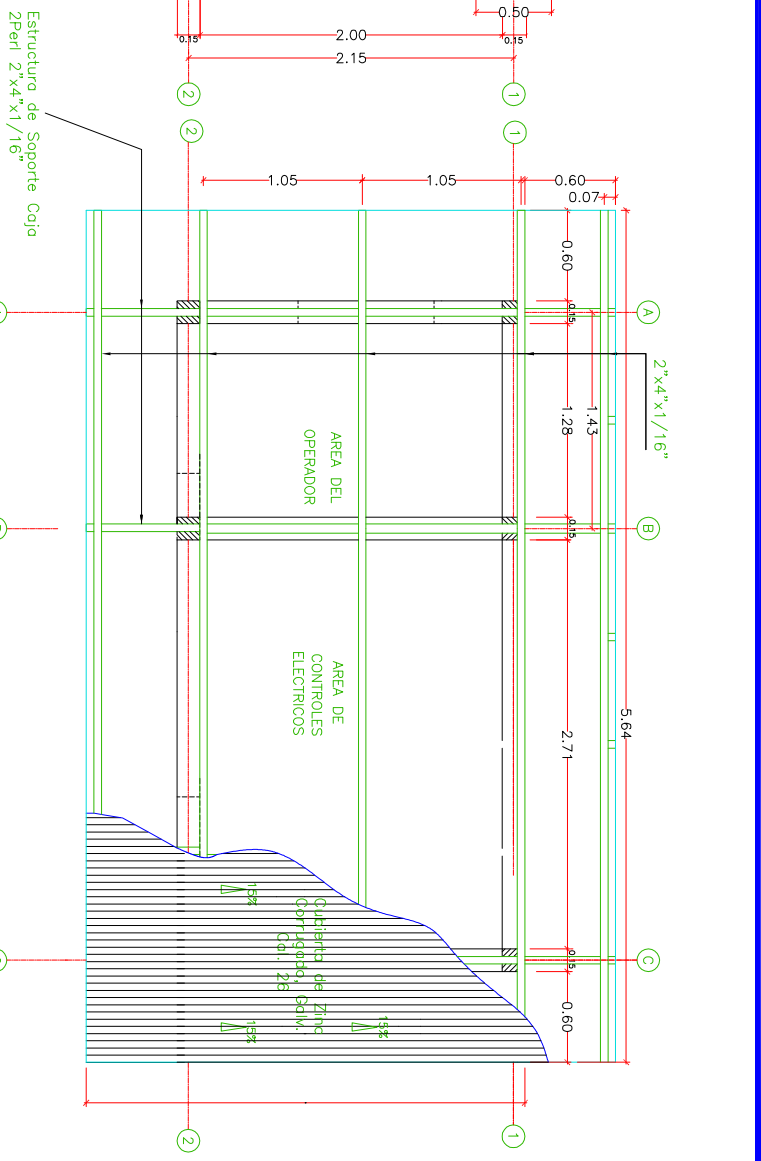
PLANO NO.
7
DE
11



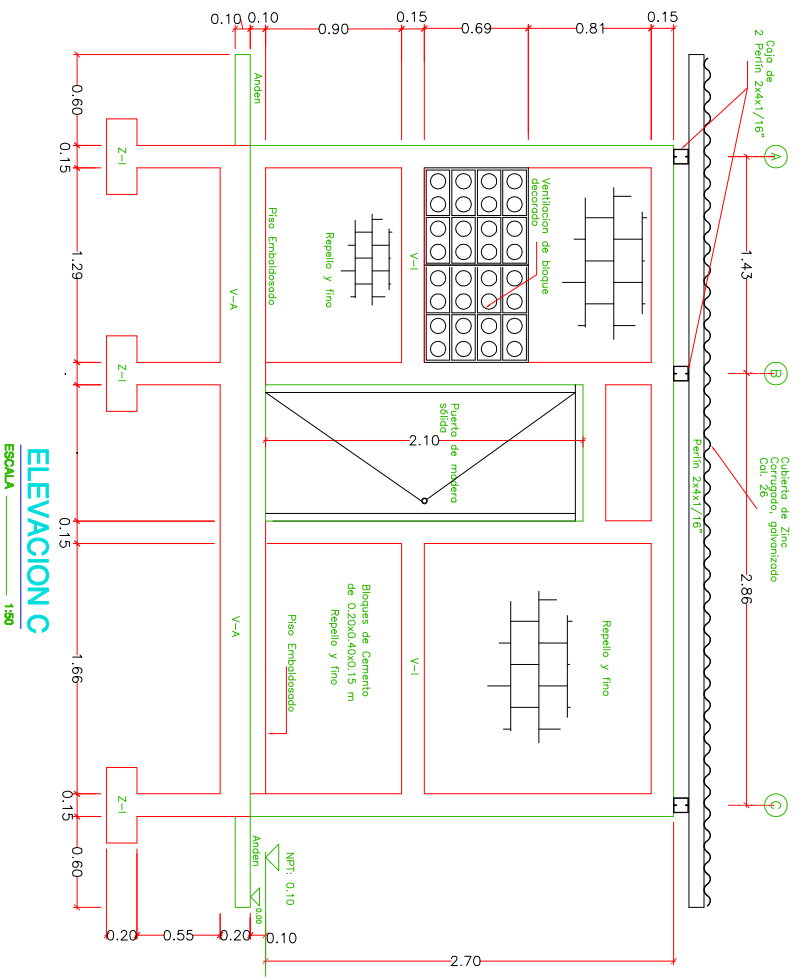
PLANTA ARQUITECTONICA
ESCALA 1:50



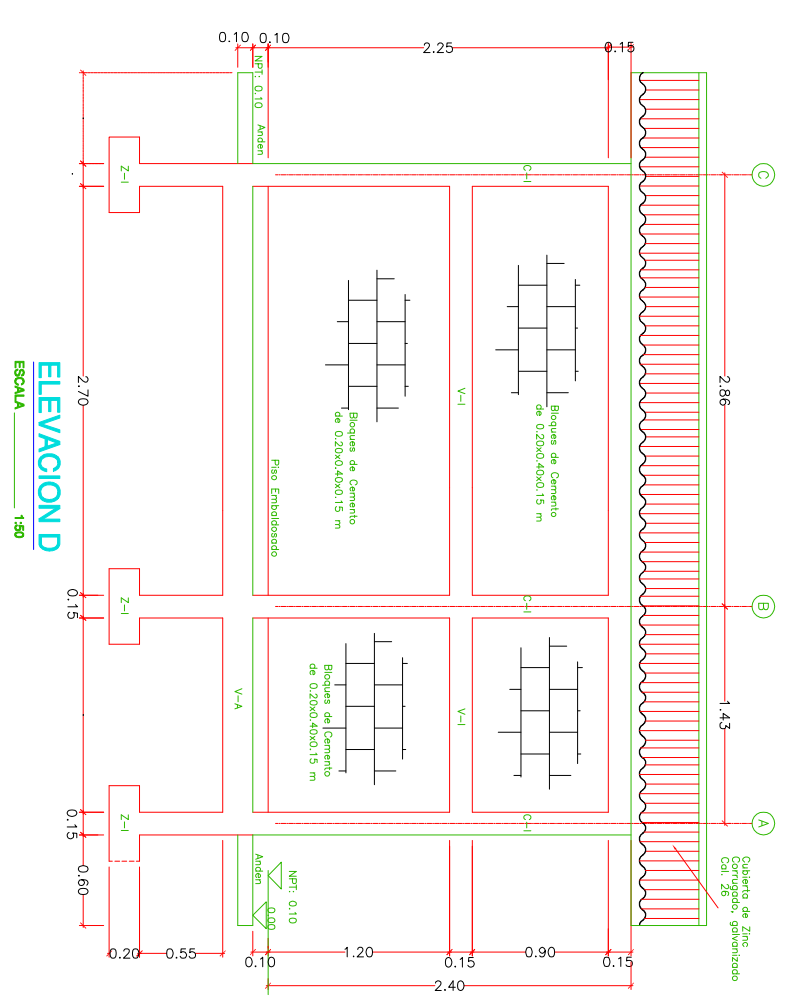
PLANTA DE FUNDACION
ESCALA 1:50



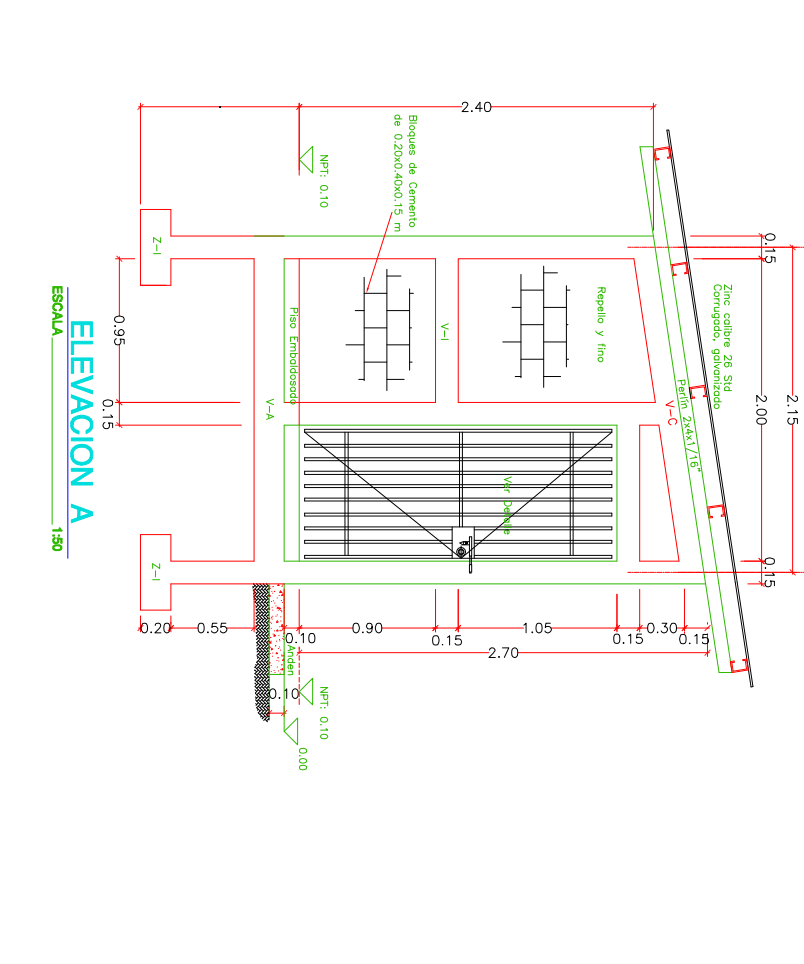
PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHO
ESCALA 1:50



ELEVACION C
ESCALA 1:50



ELEVACION D
ESCALA 1:50



ELEVACION A
ESCALA 1:50



PRESENTADO POR:
-ELMER JOSE RODRIGUEZ GARCIA
-JOSELING CAROLINA GUZMAN MALLAÑOS
-MARCOS DANILLO SALMERÓN ALTAMIRANO

TUTOR:
ING. BAYARDO ALTAMIRANO
ASESOR:
DR. VICTOR TIRADO PICADO

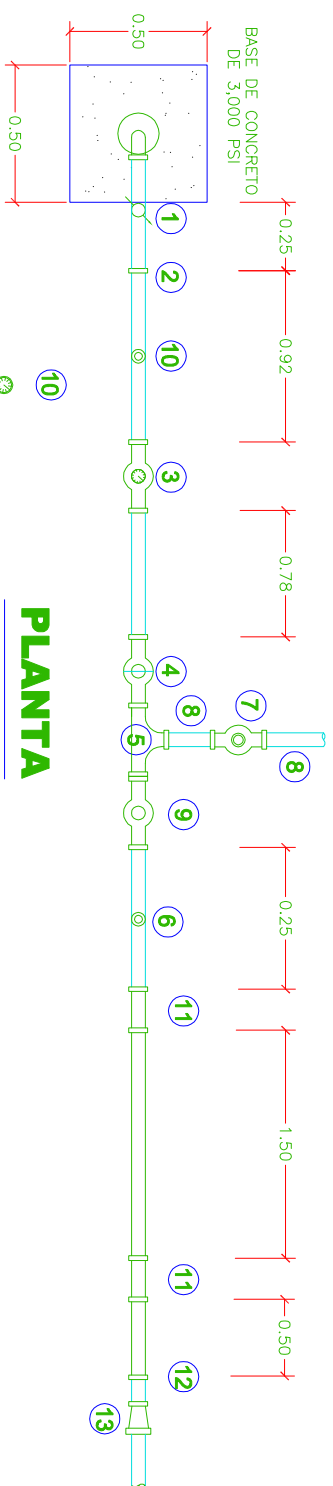
PROYECTO:
DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE
EN LA COMUNIDAD EL JICARITO - SANTO TOMAS

CONTENIDO:
DETALLES CONSTRUCTIVOS DE CASETA 1

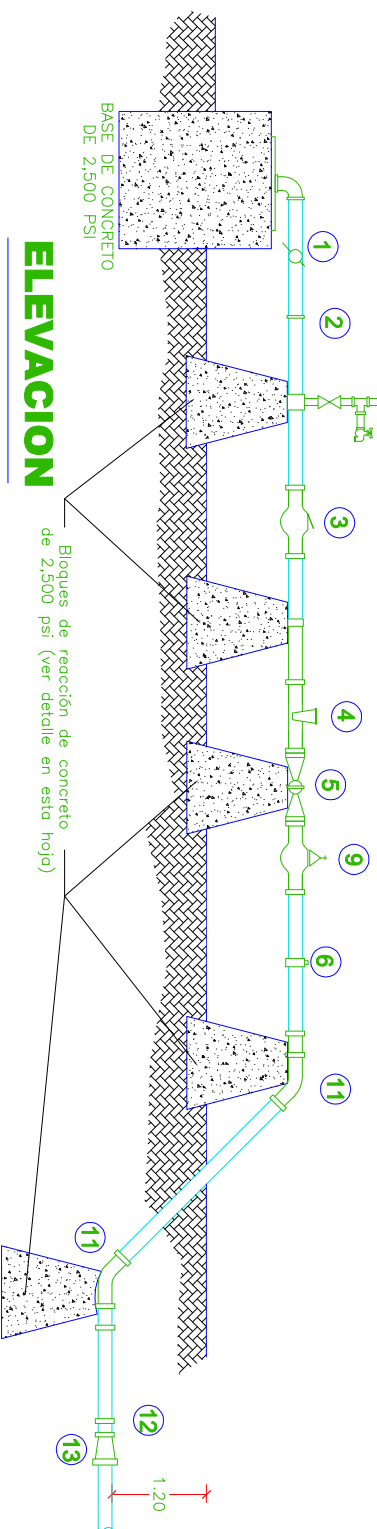
FECHA: AGOSTO DEL 2015
ESCALA: INDICADA

PLANO NO.
8

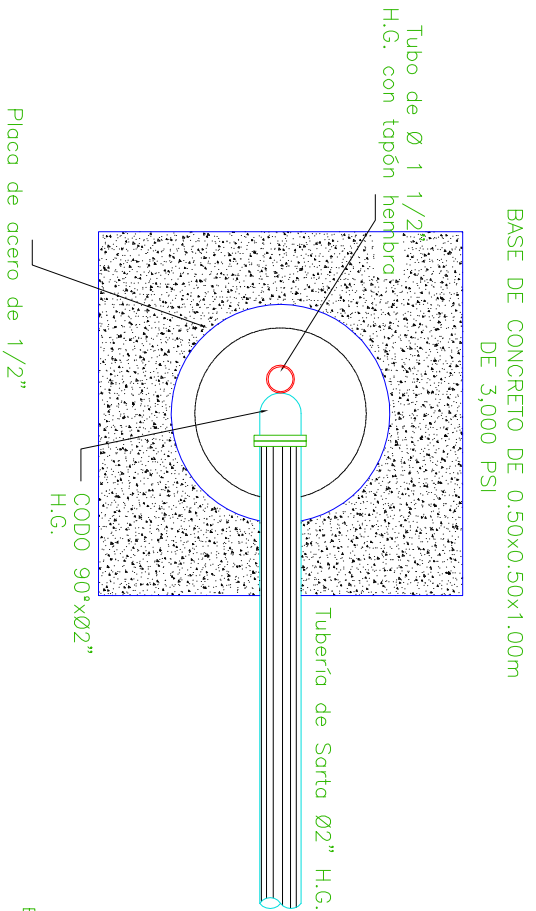
DE
11



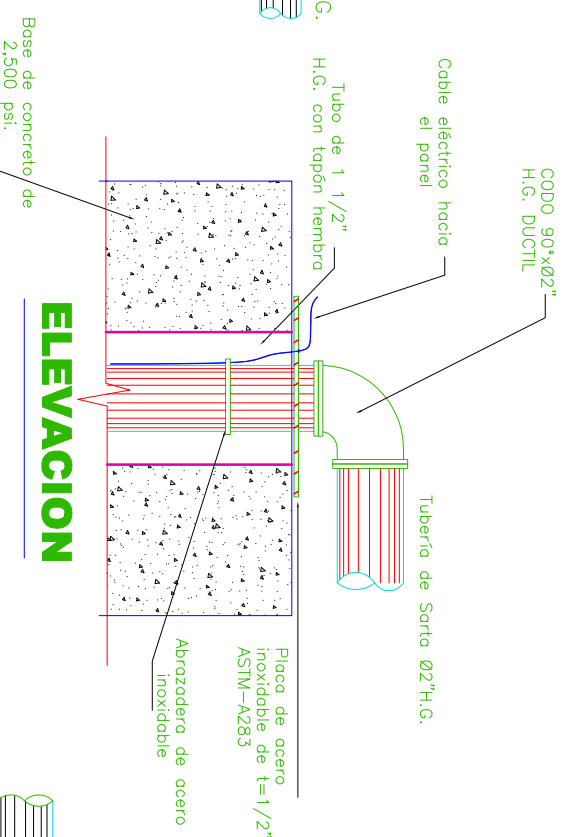
PLANTA



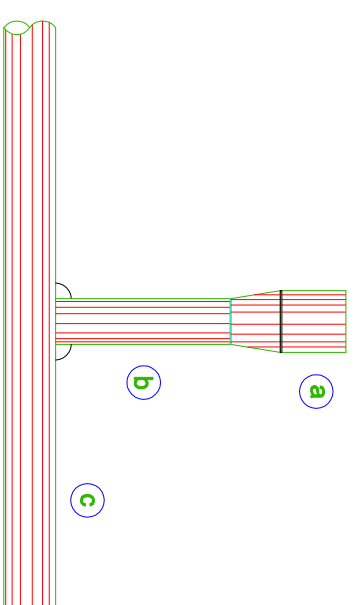
ELEVACION



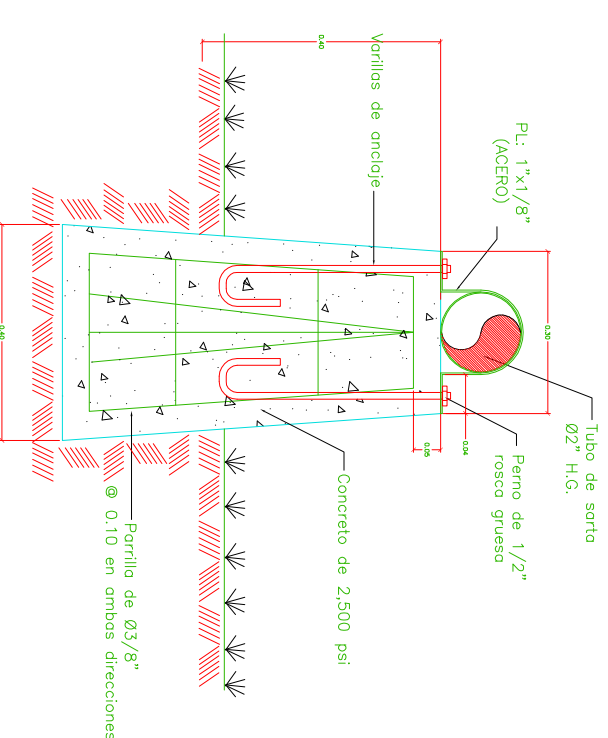
PLANTA



BASE DE CONCRETO



DETALLE DE CONEXION DE VALVULA DE AIRE



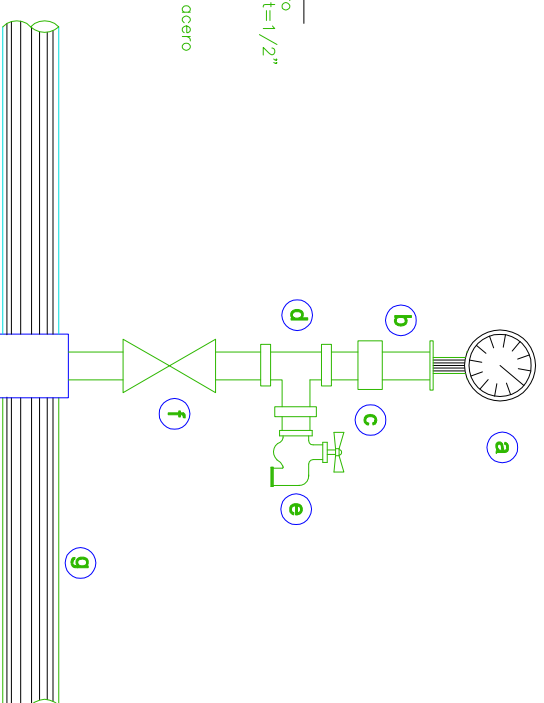
BLOQUE DE REACCION Y ANCLAJE TIPICO

LISTA DE MATERIALES PARA CONEXION VALVULA DE AIRE		
No. Unidad	ACCESORIOS	PARA SARTA DE :
a	1	1"
b	1	1"
c	1	3"
		4"
		6"

LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR EN SARTA DE Ø2"		
No. Unidad	DESCRIPCION	
1	VALVULA DE AIRE DE Ø1" CON ROSCA MACHO	
2	UNION DRESSER DE Ø2" H.F.	
3	MEIDOR MASTRO Ø2" EXTREMOS CON ROSCA	
4	VALVULA DE CHECK H.F. Ø2" EXTREMOS CON ROSCA	
5	TEE DE H.G. 2" x 2" EXTREMOS CON ROSCA	
6	VALVULA DE ALIVO DE H.F. Ø1/2" EXTREMOS CON ROSCA	
7	VALVULA DE PASE DE H.F. Ø2" EXTREMOS CON ROSCA	
8	NPLE DE H.G. CON ROSCA EN AMBOS EXTREMOS L=402mm	
9	VALVULA DE PASE DE H.F. Ø2" EXTREMOS ROSCADOS	
10	MANOMETRO DE CARGA DE 160 PSI	
11	COPOS DE 45° x 2" H.F. EXTREMOS ROSCADOS	
12	UNION DRESSER DE Ø2" PARA TUBO PVC Y H.G.	
13	REDUCTOR DE PVC Ø2"	
6 ml	TUBERIA DE Ø2" H.G.	

LISTA DE MATERIALES PARA CONEXION DE MANOMETRO		
No. Unidad	ACCESORIOS	
a	1	MANOMETRO DE 200 PSI
b	1	REDUCTOR BUSHING DE 2" x 3/8" H.G.
c	1	UNION UNIVERSAL DE 1/2" DE H.G.
d	1	TEE DE 1/2" x 1/2" x 1/2" H.G. EXTREMOS ROSCADOS
e	1	LLAVE DE CHORRO DE BRONCE DE 1/2" DE BRONCE
f	1	VALVULA DE PASE DE 1/2" DE BRONCE CON ROSCA HEMBRA 1/2"
g	1	TUBERIA DE SARTA Ø2" H.G.
1		METRO DE TUBO 1/2" H.G. ROSCA ESTANDARO

DETALLE DE CONEXION DE MANOMETRO



PRESENTADO POR:

-ELMER JOSE RODRIGUEZ GARCIA
-JOSELING CAROLINA GUZMAN MALLAÑOS
-MARCOS DANILLO SALMERÓN ALTAMIRANO

TUTOR:

ING. BAYARDO ALTAMIRANO
ASESOR:
DR. VICTOR TIRADO PICADO

PROYECTO:

DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE
EN LA COMUNIDAD EL JICARITO - SANTO TOMAS

CONTENIDO:

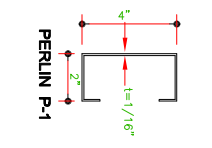
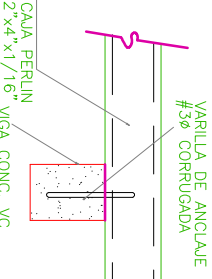
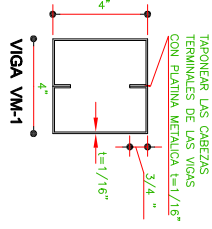
DETALLES DE SARTA DE BOMBEO

FECHA: AGOSTO DEL 2015

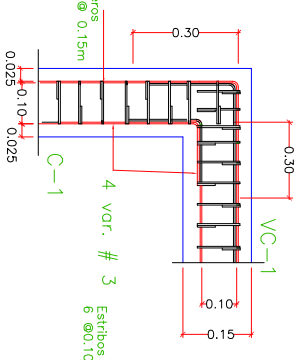
ESCALA: INDICADA

PLANO No.

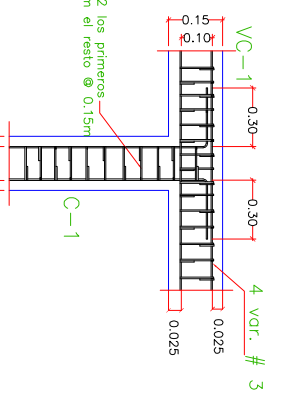
10
DE
11



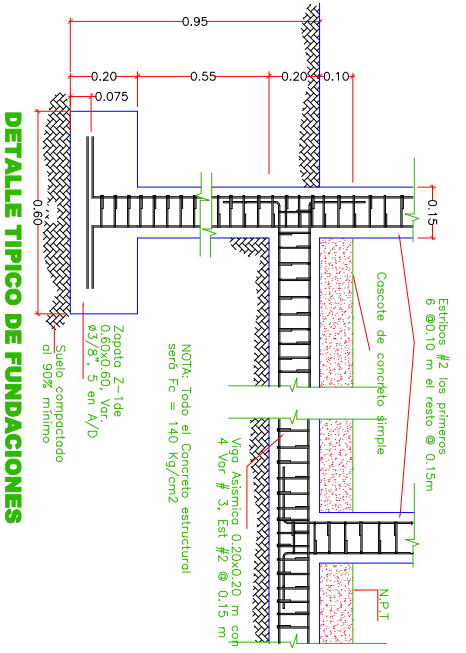
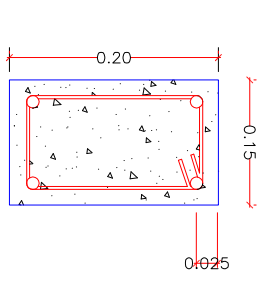
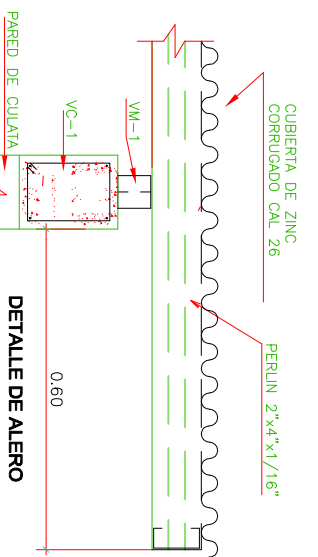
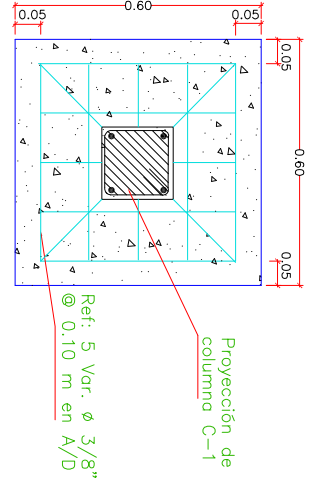
UNION EN "L"



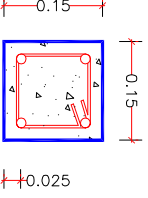
UNION "T"



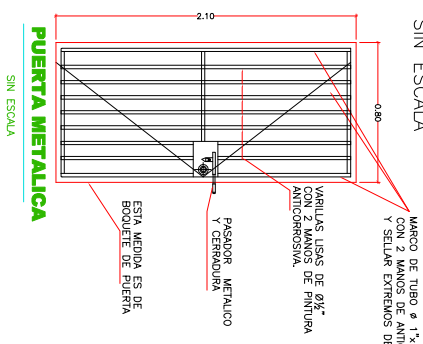
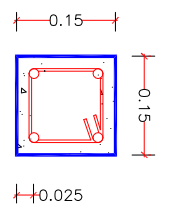
DET. ZAPATA (Z-1)



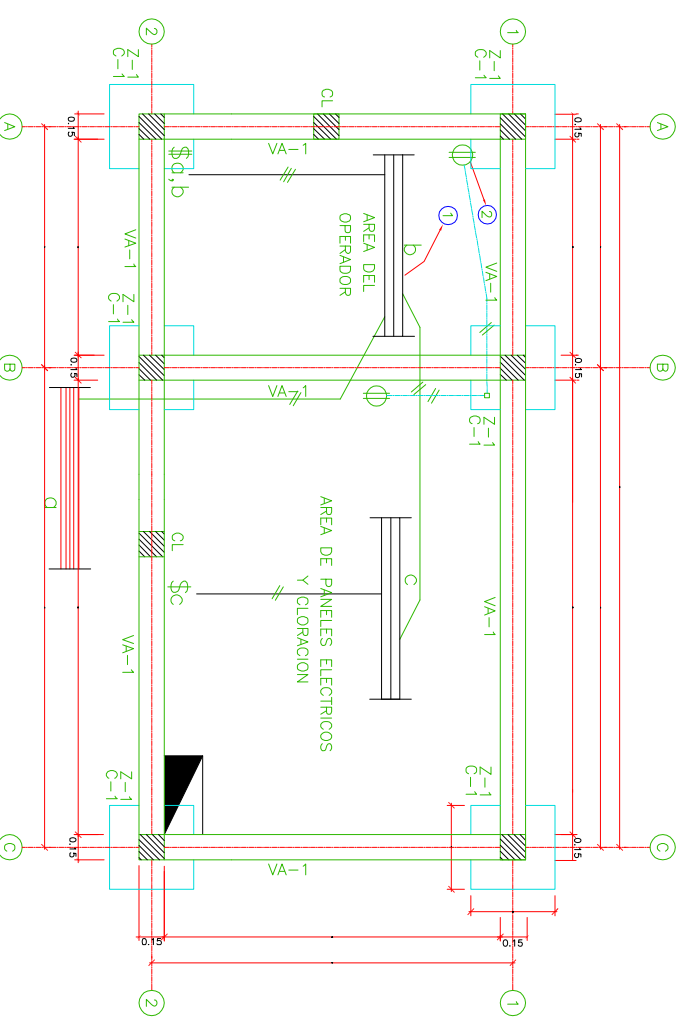
VIGA V-I



VIGA CL

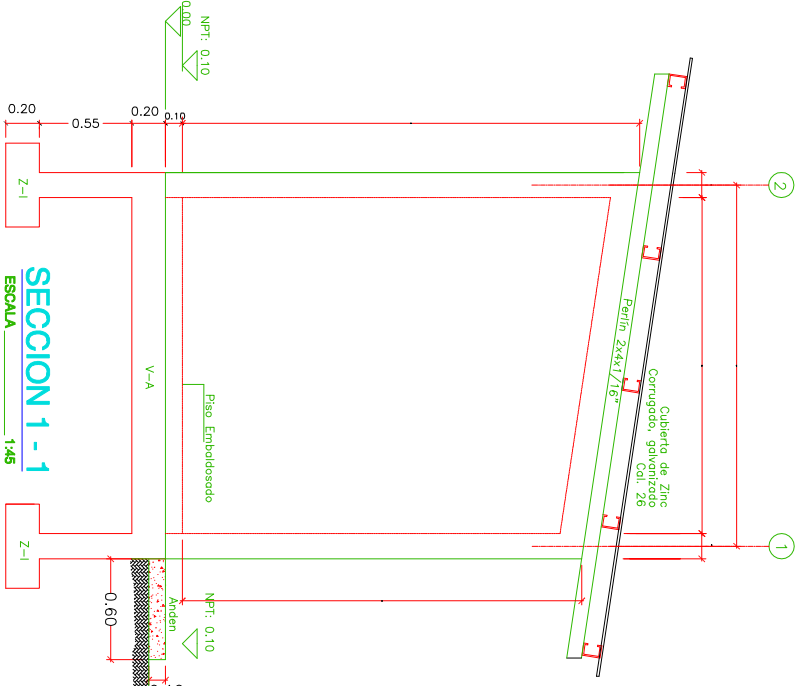


VIGA ASISIMICA



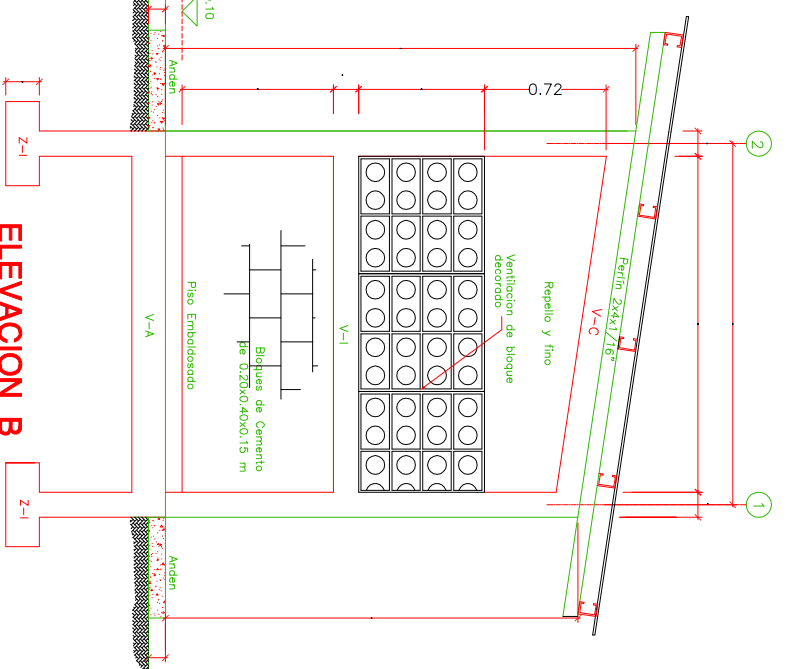
INSTALACIONES ELECTRICAS

ESCALA 1:45



SECCION 1 -1

ESCALA 1:45



ELEVACION B

ESCALA 1:45

SIMBOLOGIA

	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO MONTADO A 0.40 M SNPT
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2x40 WATTS
	NUMERO DEL CIRCUITO
	APAGADOR SENCILLO MONTADO A 1.10 (EL SUB-INDICE INDICA LA LAMPARA QUE APAGA O ENCIENDE)
	APAGADOR DOBLE MONTADO A 1.10 (EL SUB-INDICE INDICA LA LAMPARA QUE APAGA O ENCIENDE)
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES
	CIRCUITO DE APAGADORES
	CANALIZACION Y TRADA DE CIRCUITO EL CUAL INDICA EL NUMERO DE CONDUCTORES
	PANEL ELECTRICO 2 CIRCUITOS



PRESENTADO POR:
-ELMER JOSE RODRIGUEZ GARCIA
-JOSELING CAROLINA GUZMAN MALLAÑOS
-MARCOS DANILLO SALMERÓN ALTAMIRANO

TUTOR:
ING. BAYARDO ALTAMIRANO
ASESOR:
DR. VICTOR TIRADO PICADO

PROYECTO:
DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD EL JICARITO - SANTO TOMAS

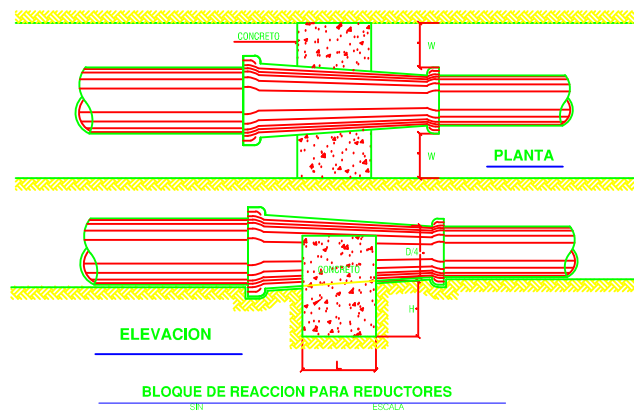
CONTENIDO:
DETALLES CONSTRUCTIVOS DE CASETA 2

FECHA: AGOSTO DEL 2015

ESCALA: INDICADA

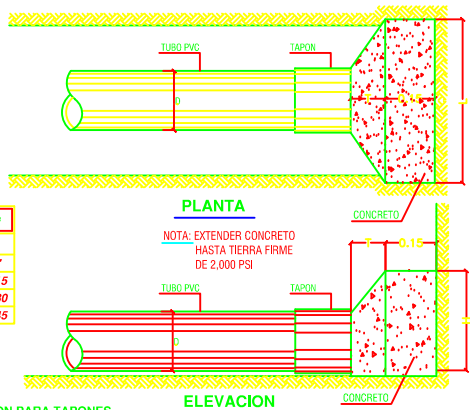
PLANO No. 9

DE 11



NOTA:
EL BLOQUE DE REACCION NO INDICADO EN LA TABLA DE ARRIBA SERA DETERMINADO Y DISEÑADO POR EL INGENIERO

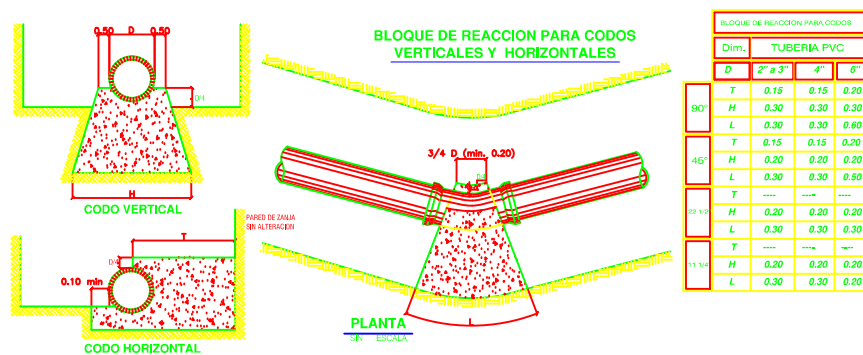
BLOQUE DE REACCION PARA REDUCTORES				
D	W	H	L	
3" a 2"	0.20	0.30	0.15	
4" a 2"	0.20	0.30	0.15	
6" a 4"	0.20	0.50	0.30	



BLOQUE DE REACCION PARA TAPONES				
D	TUBERIA PVC			
2" a 3"	4"	6"		
T	0.10	0.15	0.15	
H	0.25	0.30	0.30	
L	0.25	0.30	0.45	

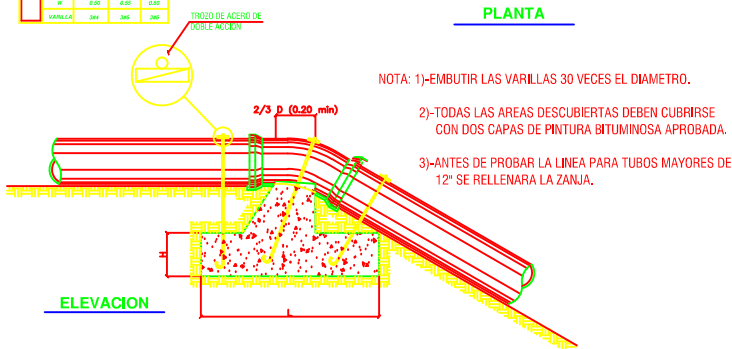
NOTA: EXTENDER CONCRETO HASTA TIERRA FIRME DE 2,000 PSI

BLOQUE DE REACCION PARA TAPONES

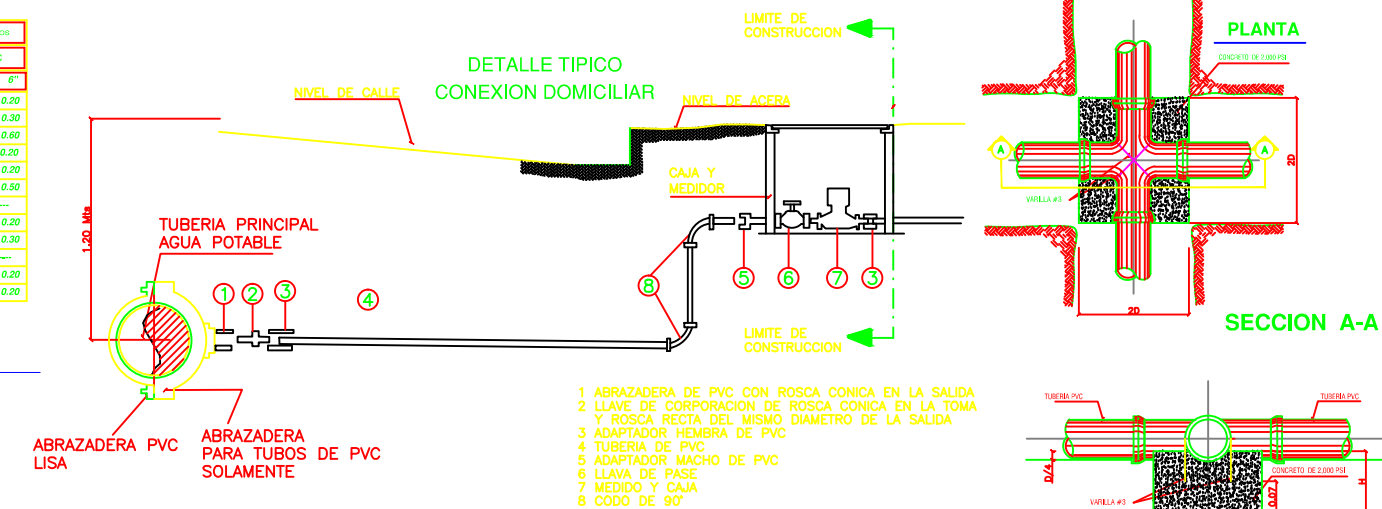


BLOQUE DE REACCION PARA CODOS				
Dim.	TUBERIA PVC			
D	2" a 3"	4"	6"	
90°	T	0.15	0.15	0.20
	H	0.30	0.30	0.30
	L	0.30	0.30	0.60
45°	T	0.15	0.15	0.20
	H	0.20	0.20	0.20
	L	0.30	0.30	0.30
20.15°	T	---	---	---
	H	0.20	0.20	0.20
	L	0.30	0.30	0.30
11.54°	T	---	---	---
	H	0.20	0.20	0.20
	L	0.30	0.30	0.20

VARILLAS PARA CODOS VERTICALES				
D	2" a 3"	4"	6"	
L	0.60	0.60	0.60	
H	0.40	0.20	0.20	
W	0.40	0.20	0.20	
VARILLA	3/4"	3/4"	3/4"	
L	0.40	0.60	1.00	
H	0.40	0.60	0.60	
W	0.40	0.60	0.60	
VARILLA	3/4"	3/4"	3/4"	
L	0.40	0.60	0.60	
H	0.20	0.20	0.20	
W	0.20	0.20	0.20	
VARILLA	3/4"	3/4"	3/4"	

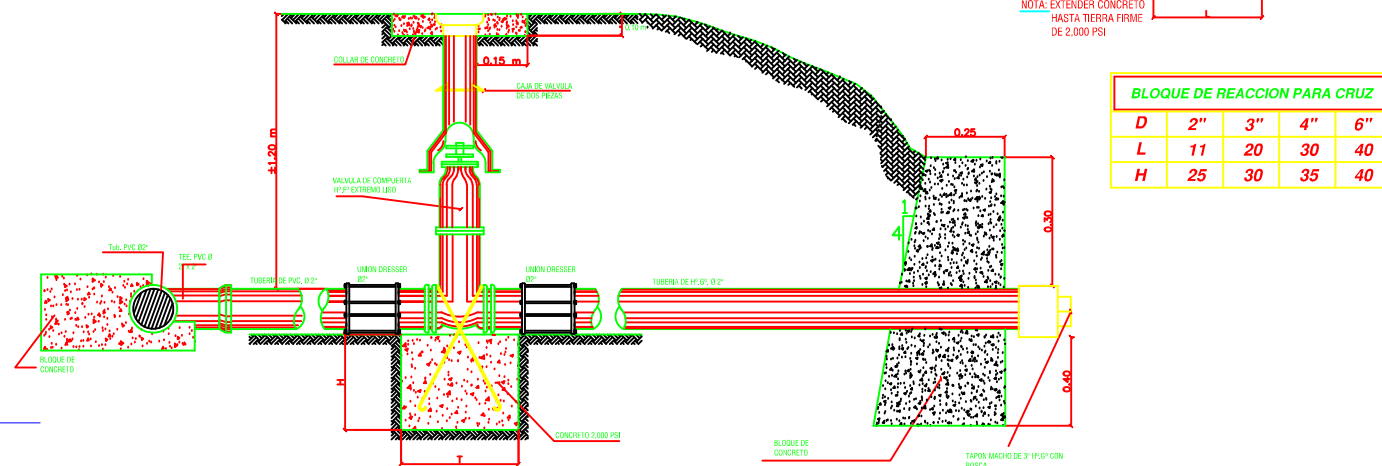


NOTA: 1)-EMBITIR LAS VARILLAS 30 VECES EL DIAMETRO.
2)-TODAS LAS AREAS DESCUBIERTAS DEBEN CUBRIRSE CON DOS CAPAS DE PINTURA BITUMINOSA APROBADA.
3)-ANTES DE PROBAR LA LINEA PARA TUBOS MAYORES DE 12" SE RELLENARA LA ZANJA.

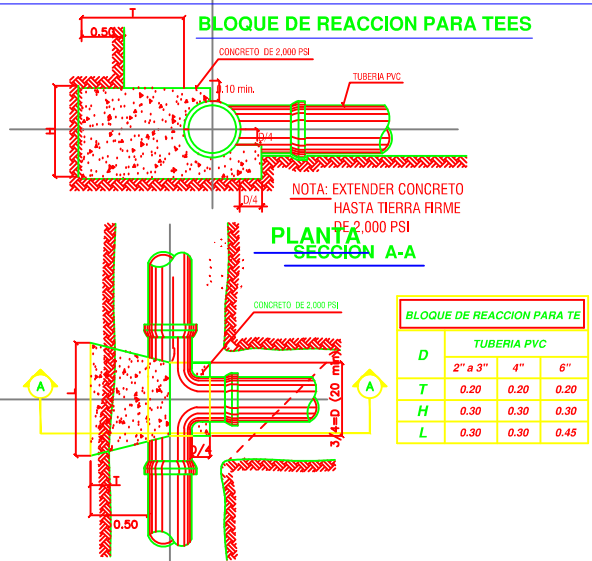


- 1 ABRAZADERA DE PVC CON ROSCA CONICA EN LA SALIDA
- 2 LLAVE DE CORPORACION DE ROSCA CONICA EN LA TOMA Y ROSCA RECTA DEL MISMO DIAMETRO DE LA SALIDA
- 3 ADAPTADOR HEMBRA DE PVC
- 4 TUBERIA DE PVC
- 5 ADAPTADOR MACHO DE PVC
- 6 LLAVA DE PASE
- 7 MEDIDO Y CAJA
- 8 CODO DE 90°

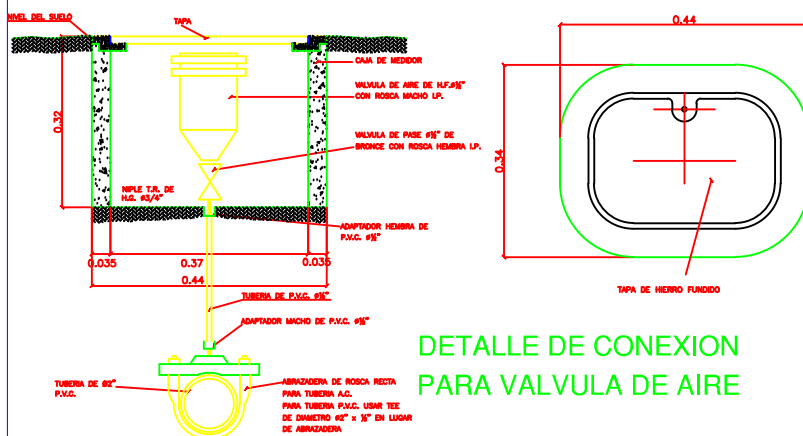
BLOQUE DE REACCION PARA CRUZ				
D	2"	3"	4"	6"
L <td>11</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>40</td>	11	20	30	40
H <td>25</td> <td>30</td> <td>35</td> <td>40</td>	25	30	35	40



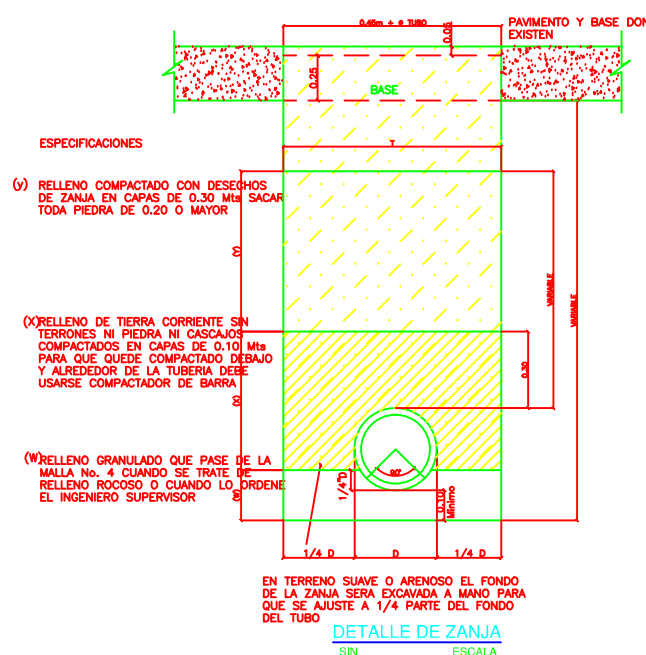
DETALLE DE CONEXION DE VALVULA DE LIMPIEZA DE Ø2"



BLOQUE DE REACCION PARA TEE				
D	TUBERIA PVC			
2" a 3"	4"	6"		
T	0.20	0.20	0.20	
H	0.30	0.30	0.30	
L	0.30	0.30	0.45	



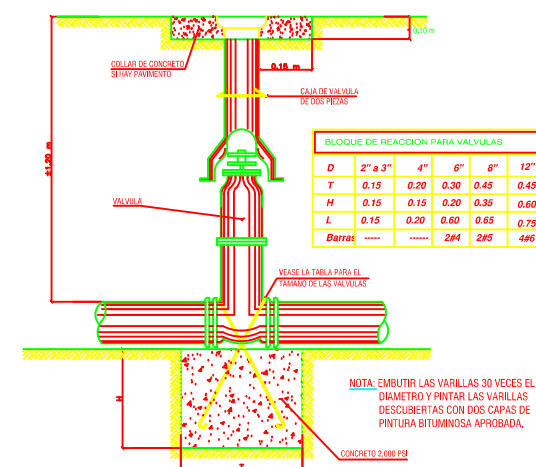
DETALLE DE CONEXION PARA VALVULA DE AIRE



- ESPECIFICACIONES**
- RELLENO COMPACTADO CON DESECHOS DE ZANJA EN CAPAS DE 0.30 Mts SACAR TODA PIEDRA DE 0.20 O MAYOR
 - RELLENO DE TIERRA CORRIENTE SIN TERRONES NI PIEDRA NI CASCAJOS COMPACTADOS EN CAPAS DE 0.10 Mts PARA QUE QUEDA COMPACTADO DEBAJO Y ALREDEDOR DE LA TUBERIA DEBE USARSE COMPACTADOR DE BARRA
 - RELLENO GRANULADO QUE PASE DE LA MALLA No. 4 CUANDO SE TRATE EL RELLENO ROCOSO O CUANDO LO ORDENE EL INGENIERO SUPERVISOR

EN TERRENO SUAVE O ARENOSO EL FONDO DE LA ZANJA SERA EXCAVADA A MANO PARA QUE SE AJUSTE A 1/4 PARTE DEL FONDO DEL TUBO

DETALLE DE ZANJA SIN ESCALA



BLOQUE DE REACCION PARA VALVULAS				
D	2" a 3"	4"	6"	12"
T	0.15	0.20	0.30	0.45
H	0.15	0.15	0.20	0.35
L	0.15	0.20	0.60	0.75
Barras	---	2#4	2#5	4#6

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



PRESENTADO POR:

-ELMER JOSE RODRIGUEZ GARCIA
-JOSEILING CAROLINA GUZMAN MALIAÑOS
-MARCOS DANILLO SALMERÓN ALTAMIRANO

TUTOR:

ING. BAYARDO ALTAMIRANO

ASESOR:

DR. VICTOR TIRADO PICADO

PROYECTO:

DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE
EN LA COMUNIDAD EL JICARITO - SANTO TOMAS

CONTENIDO:

DETALLES GENERALES

FECHA: AGOSTO DEL 2015

ESCALA: INDICADA

PLANO No.

11

DE

11