

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
UNAN, RURD
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN**



**MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

“Propuesta de diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable por bombeo eléctrico para el Asentamiento 23 de Octubre de la comunidad limón #1 del municipio de Tola, Rivas período 2015-2034”.

Autores:

Br. Masiel del Socorro Suce Aguirre.

Br. Joe José Quezada Gutiérrez.

Br. Álvaro José García Rocha.

Tutor: Dr. Víctor Rogelio Tirado Picado.

Managua, Nicaragua, septiembre del 2015.

DEDICATORIA

Dedico de todo corazón:

Primeramente a Dios nuestro señor, por darme la vida, sabiduría y la voluntad de seguir siempre adelante; por estar siempre cuidando 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.

Y muy especialmente a mi padre, José Ernesto Quezada Cortez, a mi madre, María de los Reyes Gutiérrez y a mis hermanas porque me dieron su apoyo incondicional y me brindaron siempre su confianza, por su preocupación y sobretodo el gran amor que siempre me dan, gracias por aguantarme todos estos años y espero que así sea por muchos más.

Joe José Quezada Gutiérrez

DEDICATORIA

Dedico esta monografía:

En primer lugar a Dios y a la virgen que por su infinito amor y protección siempre estuvieron conmigo en este largo caminar dándome siempre la sabiduría y el entendimiento para poder cumplir mis objetivos.

En segundo lugar a mi madre (Ana Julia Aguirre Ampie) y a mi padre (Genaro José Suce Ampie) por haberme brindado siempre su apoyo, esfuerzo y comprensión incondicional, hicieron que alcanzara mi meta de ser una profesional.

Y a mis hermanos por su apoyo y compañía.

Massiel del Socorro Suce Aguirre.

DEDICATORIA

Dedico esta monografía en primer lugar a Dios padre todo poderoso creador de cielos y tierra, de todo lo visible e invisible; porque siempre me brido la salud, la sabiduría y el conocimiento necesario para culminar con éxito mi carrera universitaria.

A mí querida madre (María Auxiliadora Rocha), porque no dudo ni un instante de mí, y a través de luchas y sacrificios; me brindo todo su apoyo incondicionalmente para que ahora me vea convertido en un profesional.

A mis hermanos/as porque desempeñaron el papel de un padre y sin pensarlo un solo instante me brindaron su apoyo para que yo viera realizado uno de mis más grandes deseos como es el haber coronado mi carrera.

Por último y no menos importantes.

A mis maestr@s que estuvieron constantemente brindándome el pan del saber en las aulas de clases, que Dios siga derramando sobre ustedes los dos grandes dones del espíritu santo: sabiduría y entendimiento, para seguir formando a futuros profesionales.

A todos ustedes miles de bendiciones.

Álvaro García Rocha.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos Infinitamente a Dios nuestro señor, por habernos dado la sabiduría el conocimiento y sobre todo por la vida que nos prestó.

Agradecemos a nuestros padres y familiares por el apoyo que nos brindaron, por la confianza que depositaron en nosotros, por el amor que nos demostraron y sobre todo por sus consejos ya que gracias a ellos fuimos guiados por un buen camino y pudimos alcanzar una de nuestra meta propuesta.

Agradecemos a personas que aun no siendo familiares con sus consejos nos ayudaron para nunca rendirnos y poder enfrentar los problemas que en muchas ocasiones tuvimos.

A la alcaldía de Tola por brindarnos apoyo y proveernos la información necesaria para la realización de este trabajo.

Un especial agradecimiento a nuestro tutor Dr. Victor Rogelio Tirado Picado por su amable atención, apoyo y ayuda en todo momento; a los maestros del departamento de construcción por brindarnos sus conocimientos que con su paciencia y abnegación nos impartieron clase con el fin de ser personas capaces de desempeñarnos en el campo de la construcción.

AVREBIATURAS

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
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
HI	Perdidas localizadas
HP	Horse Power
Km	Kilómetro

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/lt	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 sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo eléctrico para el Asentamiento 23 de Octubre del municipio de Tola, departamento de Rivas, 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 en base a las “Normas técnicas para el diseño del sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural” emitidas por el INAA, en combinación con los estatutos establecidos por el FISE para la formulación y desarrollo de proyectos de agua potable en el 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.

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

Capítulo 1: Generalidades.

Capítulo 2: Diagnóstico socioeconómico.

Capítulo 3: Levantamiento topográfico.

Capítulo 4: Diseño de los componentes del sistema.

Capítulo 5: Especificaciones técnicas.

CONTENIDO

CAPITULO I: GENERALIDADES	15
1.1. Introducción.....	15
1.2. Antecedentes.....	16
1.3. Planteamiento del Problema.....	17
1.4. Justificación.....	18
1.5. Objetivos.....	19
1.6. Alcances	20
1.7. Limitaciones.....	20
1.8. Marco conceptual.....	20
1.8.1 Estudio socioeconómico.....	20
1.8.2 Estudio Topográfico	21
1.8.3 Proyección de población.....	21
1.8.4 Nivel de servicio	22
1.8.5 Dotación.....	22
1.8.6 Caudales nodales.....	22
1.8.7 Normas y reglamentos.....	23
1.8.8 Parámetros de diseño	23
1.8.9 Diseño de los componentes del sistema.....	29
1.8.10 Tratamiento y desinfección	42
CAPITULO II: DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO	45
2.1. Descripción general de la comunidad.....	46
2.1.1. Localización.....	46
2.1.2. Límites y colindancias	47
2.1.3. Clima y precipitación.....	48
2.2. Población.....	48
2.2.1. Distribución de la población por edad y sexo	48
2.3. Situación habitacional.....	50
2.3.1. Situación de la propiedad	50

2.3.2.	Materiales de los cerramientos	50
2.3.3.	Materiales de los techos	51
2.4.	Servicios públicos existentes	52
2.4.1.	Educación	52
2.4.2.	Salud	53
2.4.3.	Agua potable	53
2.4.4.	Saneamiento	56
2.4.5.	Energía eléctrica	60
2.4.6.	Transporte y comunicación	60
2.5.	Organización comunitaria	61
2.6.	Situación económica	61
2.6.1.	Población económicamente activa	61
2.6.2.	Actividades económicas	61
2.6.3.	Niveles de pobreza	63
2.6.4.	Ingreso familiar	64
2.6.5.	Capacidad económica	64
 CAPITULO III: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.....		66
3.1.	Trabajo de campo	66
3.1.1.	Primera etapa: Reconocimiento	66
3.1.2.	Segunda etapa: Planimetría de detalles	66
3.1.3.	Tercera etapa: Altiplanimetría	67
3.2.	Procesado de la información	68
 CAPITULO IV: DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.....		70
4.1	Selección del nivel de servicio	70
4.1.1	Análisis cualitativo del nivel de servicio	71
4.1.2	Análisis cuantitativo del nivel de servicio	72
4.2	Selección de la dotación	72
4.2.1	Análisis de la demanda de agua para actividades domésticas	73
4.2.2	Análisis de consumos especiales	74

4.2.3	Dotación de agua para el sistema propuesto	76
4.3	Estimación de la población de diseño.....	76
4.4	Estimación del caudal de diseño	78
4.5	Determinación de los caudales nodales	78
4.5.1	Cálculo del caudal unitario	78
4.5.2	Repartición de caudales	80
4.6	Análisis de la fuente de abastecimiento	80
4.6.1	Información general de la fuente.....	80
4.6.2	Potencial y caudal explotable	81
4.7	Diseño hidráulico del equipo de bombeo	82
4.8	Diseño hidráulico de la línea de conducción.....	86
4.9	Dimensionamiento del tanque de almacenamiento	87
4.10	Análisis hidráulico de la red de distribución	88
4.10.1	Condición n°1: Tanque lleno y CMH.....	93
4.10.2	Condición n°2: Tanque 1/3 y CMH	97
4.10.3	Condición n°3: Tanque lleno y consumo cero	99
4.10.4	Análisis en periodo extendido	101
4.11	Desinfección	104
4.11.1	Tratamiento	104
4.11.2	Dosificación	104
CAPITULO V: ESPECIFICACIONES TECNICAS		107
CONCLUSIONES.....		127
RECOMENDACIONES		128
BIBLIOGRAFÍA.....		129
ANEXOS		130

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de macro localización.....	46
Figura 2: Mapa de micro localización.....	47
Figura 3: Tipología de las viviendas.....	51
Figura 4: Tipología de cubiertas de techo.....	52
Figura 5: Abastecimiento de agua en el asentamiento mediante el sistema de PPCMB.....	53
Figura 6: Panorama general del estado de letrinas.....	60
Figura 7: Mapa de pobreza del municipio de Tola.....	63
Figura 8: Esquema de la red de distribución, etiquetado de nodos.....	90
Figura 9: Esquema de la red de distribución, etiquetado de líneas.....	91
Figura 10: Esquema de la red de la distribución por sectores para interpretación de datos.....	92
Figura 11: Esquema de presiones para la condición Tanque lleno y CMH.....	93
Figura 12: Esquema de velocidades para la condición Tanque lleno y CMH.....	95
Figura 13: Esquema de presiones para la condición Tanque 1/3 y CMH.....	97
Figura 14: Esquema de presiones para la condición Tanque lleno y consumo cero.....	99
Figura 15: Patrón de demanda.....	101

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Periodo de diseño de los componentes de un SAAP.....	24
Tabla 2: Parámetros bacteriológicos.....	26
Tabla 3: Parámetros organolépticos.....	27
Tabla 4: Parámetros físico-químicos.....	28
Tabla 5: Parámetros para sustancias no deseadas.....	28
Tabla 6: Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud.....	29
Tabla 7: Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta).....	33
Tabla 8: Valores de K para diferentes materiales de tubería.....	37
Tabla 9: Constante de la capacidad de almacenamiento en función del volumen.....	41
Tabla 10: Distribución de la población por escolaridad.....	49
Tabla 11: Situación laboral en la comunidad.....	61
Tabla 12: Condiciones sociales y técnicas para la adopción de tomas domiciliarias.....	70
Tabla 13: Análisis cualitativo del nivel de servicio.....	71
Tabla 14: Valores de referencia para el análisis cualitativo de la capacidad de la fuente.....	71
Tabla 15: Análisis cuantitativo del nivel de servicio.....	72
Tabla 16: Estadísticas censales.....	76
Tabla 17: Resumen de cálculo de la proyección de población.....	77
Tabla 18: Resumen de cálculo del caudal de diseño.....	78
Tabla 19: Caudal por tramo de tubería.....	79
Tabla 20: Caudales nodales.....	80
Tabla 21: Características estructurales del pozo.....	81
Tabla 22: Pérdidas localizadas como longitudes equivalentes de tubería.....	84
Tabla 23: Resultados de presiones para la condición Tanque lleno y CMH.....	94
Tabla 24: Resultados de velocidades para la condición Tanque lleno y CMH.....	96
Tabla 25: Resultados de presiones para la condición Tanque 1/3 y CMH.....	98
Tabla 26: Resultados de presiones para la condición Tanque lleno y consumo cero.....	100
Tabla 27: Coeficientes del patrón de demanda.....	101
Tabla 28: Dosificación de hipoclorito de Calcio.....	105

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1: Distribución de la población por edad.....	48
Grafica 2: Distribución de la población por escolaridad.	49
Grafica 3: Materiales de los cerramientos.	50
Grafica 4: Materiales de los techos.....	51
Grafica 5: Distribución del consumo de agua de pozo para usos domésticos.....	54
Grafica 6: Fuentes de abastecimiento secundarias.....	54
Grafica 7: Distribución del consumo de agua de pozo a lo largo del día.	55
Grafica 8: Expectativas de la población ante una nueva condición de servicio.	56
Grafica 9: Disposición de las aguas servidas.	57
Grafica 10: Mecanismos para la eliminación de charcas.	57
Grafica 11: Disposición de desechos sólidos.....	58
Grafica 12: Disposición de excretas y valoración de las estructuras sanitarias.	59
Grafica 13: Actividades económicas.	62
Grafica 14: Principales rubros agrícolas.	62
Grafica 15: Ingreso familiar mensual.	64
Grafica 16: Gasto de agua por familiar para actividades domésticas.	73
Grafica 17: Animales predominantes en las viviendas.....	75
Grafica 18: Crecimiento poblacional dentro del periodo de diseño.	77
Grafica 19: Curva de evolución temporal de la bomba.....	102
Grafica 20: Evolución temporal en los niveles del depósito.	103

CAPITULO I

GENERALIDADES



CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1. Introducción

El asentamiento 23 de Octubre está situado en el municipio de Tola departamento de Rivas, ubicado a 150 kms de la ciudad de Managua.

Este asentamiento ha sido históricamente afectado con el suministro de agua, donde el manejo del agua para consumo humano es completamente inadecuado, pues no existe ninguna red pública de suministro de agua y solamente cuenta con un pozo perforado del cual aún no hacen uso.

En el presente trabajo monográfico, se plantea la posibilidad de realizar un trabajo de graduación que consista en una propuesta de solución al problema de abastecimiento de agua de calidad que presenta el Asentamiento 23 de Octubre del municipio de Tola, Rivas, a través del diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo eléctrico.

El análisis contenido en este documento se basa en la implementación del programa de agua en esta región específicamente en el Asentamiento 23 de octubre. Este estudio se ha realizado con el fin de brindar la información técnica necesaria para la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable.

Con la ejecución de este proyecto se pretende contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de la comunidad, al disponer de agua segura y educación en salud.

En este documento se presenta una guía en la cual se describe detalladamente las actividades y metodología que se empleara para llevar a cabo el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, así como el costo requerido para llevar a cabo la formulación de este proyecto.

1.2 Antecedentes

El asentamiento 23 de octubre se ha abastecido de agua por medio de pozos excavados a mano, la extracción del agua se ha realizado en algunos casos con pequeñas bombas, pero en su mayoría en forma manual o tirado por caballos, 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 índices de enfermedades diarreicas que en su mayoría son causadas por agentes de origen hídrico.

Sin embargo en otras localidades aledañas al asentamiento 23 de octubre, si poseen un sistema de abastecimiento de agua potable, dichas localidades son: la comunidad de Nancimí en el año 2005 y el municipio de Tola quien tuvo su primer sistema de abastecimiento en el año 2000, proyectos que fueron ejecutados y realizados por la empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados sanitario (ENACAL).

1.3 Planteamiento del Problema.

¿De qué manera se viene a mejorar la calidad de vida de las habitantes del Asentamiento 23 de octubre con esta propuesta de diseño SAAP?

Argumentación:

En la cabecera municipal el sistema de abastecimiento se realiza mayoritariamente mediante acometidas domiciliarias y puestos públicos, aunque con un déficit en el servicio producto de la poca capacidad de las fuentes. Sin embargo, el verdadero problema lo perciben los poblados rurales, donde las fuentes de abastecimiento más comunes son pozos excavados a mano, ríos o manantiales.

El asentamiento "23 de Octubre, no presenta una infraestructura de agua potable, ya que en la actualidad el único pozo perforado no posee una estación de bombeo, debido a esto los pobladores no reciben de manera adecuada el vital líquido a través de redes domiciliarias; sino que la única fuente de abastecimiento de la cual hacen uso es por medio de camiones cisternas y pozos excavados a manos.

En cuanto a calidad de sus propias fuentes se refiere, en algunos casos los pozos están en lugares no recomendados por ejemplo algunos están ubicados a pocos metros de las letrinas lo que produciría un alto riesgo de contaminación por infiltración.

Es por esto que se pretende dar solución a la problemática que actualmente presenta el asentamiento 23 de Octubre, ya que la falta de agua igualmente incide en la proliferación de enfermedades al no contar con el volumen necesario para la higiene personal, limpieza de la casa y preparación de alimentos. Se presentan comúnmente enfermedades diarreicas como consecuencia del consumo de agua de poca calidad.

1.4 Justificación

El presente estudio se está realizando con la intención de mejorar la calidad de vida de los pobladores; ya que nuestra propuesta de diseño se regirá con las normas establecidas lo cual se verá limitada al reducir aquellos componentes o características del agua que puedan representar riesgo para la salud del asentamiento, previniendo de esta forma epidemias futuras.

En el Asentamiento 23 de Octubre existen factores que en mayor o menor grado producen contaminación al agua que se consume, tales como: La extracción y almacenamiento en pilas o baldes donde los animales consumen del agua prevista para el uso doméstico, además estas no están debidamente cubiertas y contienen larvas de sancudo que producen brotes de malaria.

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

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo General:

Proponer el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable MABE por bombeo eléctrico para el asentamiento 23 de Octubre de la comunidad Limón #1 del municipio de Tola, Rivas, periodo 2015-2034.

1.5.2 Objetivos específicos:

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual de la población.
2. Realizar el levantamiento topográfico del área de estudio.
3. Brindar el dimensionamiento de todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable propuesto.
4. Elaborar los planos y especificaciones técnicas del sistema propuesto.
5. Dar a conocer los costos que incurre la ejecución del sistema propuesto.

1.6 Alcances

En esta propuesta de diseño de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Asentamiento 23 de Octubre, se pretendió incluir todos los componentes que vendrían a integrar el proyecto, incluyendo la memoria de diseño, planos constructivos, especificaciones técnicas y un estimado del costo del mismo. Esto con la finalidad de que la información que se presenta en este documento represente en su conjunto una alternativa integral y factible para mejorar las condiciones en que se suministra el agua para consumo humano dentro de la comunidad.

1.7 Limitaciones

- ❖ La anuencia y poca participación de la población durante la etapa de encuestado repercutió en una cantidad significativa de datos faltantes, hecho que invalidó algunos resultados obtenidos y por ende su utilización. Ante esta situación se hizo necesario el solicitar información a la alcaldía del municipio de Tola, especialmente en lo referente al censo poblacional, habitacional, aspectos socioeconómicos, estadísticas de salud y educación.
- ❖ A falta de un equipo óptico-digital o electrónico de precisión (teodolito o estación total), la principal herramienta utilizada para la realización del levantamiento topográfico, fue un GPS de mano.

1.8 Marco conceptual

1.8.1 Estudio socioeconómico

Este tiene como objetivo conocer la capacidad económica de la población, debe considerarse que la construcción de todo sistema de agua potable, implica inversiones de cuantiosos recursos tanto humanos, técnicos y económicos. En todo sistema de abastecimiento de agua, los costes de operación y mantenimiento son inevitables y deben ser cubiertos por la población servida. Sumado a estos, están los costos de instalación de tuberías y accesorios dentro de la vivienda.

Dentro del estudio socioeconómico también se incluye un estudio de población, con el objetivo de determinar sus características generales: densidad poblacional, estructuras por edades y nivel de ingreso, entre otros; de manera que se facilite la estimación de la tasa de crecimiento poblacional.

1.8.2 Estudio Topográfico

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. En el diseño de un SAAP, la topografía sirve de guía para determinar las diferencias de alturas en el terreno, la carga por elevación y los niveles de descarga del agua.

1.8.3 Proyección de población

Para realizar el dimensionamiento de los elementos del sistema se debe establecer la población futura a servir en el periodo de diseño. El INAA sugiere se proyecte usando el método geométrico, por ser el que mejor representa el ritmo de crecimiento de países en subdesarrollo, donde hay un mayor porcentaje de población joven menor de 30 años.

La expresión que rige el método es la siguiente:

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

Dónde:

P_n : Población del año "n".

P_0 : Población al inicio del período de diseño.

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

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

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

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

Dónde:

kg: Tasa de crecimiento geométrico.

P_b : Población base o población 1.

P_f : Población futura o población 2.

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

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

1.8.4 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, dando prioridad a las escuelas, centros de salud y centros Infantiles.

b) Conexiones domiciliarias

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

1.8.5 Dotación

Según lo establecido en la NTON 09001-99, las dotaciones deberán ser asignadas de la siguiente manera, de acuerdo al sistema a implementarse en la comunidad.

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

1.8.6 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:

$$Q_i = q * L_i \quad (3)$$

Dónde:

$$q = Q_{mh} / L_t \quad (4)$$

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

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

Q_{mh}: Caudal máximo horario (l/s).

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

L_i: 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).

1.8.7 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.

1.8.8 Parámetros de diseño

1º 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.

2º 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) (5)

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPDT (Consumo promedio diario total) (6)

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

3º Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas para el funcionamiento se recomienda que éstas se encuentren dentro de un rango permisible.²

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

4º Velocidades permisibles en tuberías

Se recomienda fijar valores de velocidades del flujo en los conductos en un rango tal que eviten erosión interna o sedimentación en las tuberías.³ Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

5º 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.⁴

6º Pérdidas de agua en el sistema

Dentro de la norma rural se establece que al proyectar un sistema de abastecimiento de agua potable, deben considerarse 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%.

7º 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

² INNA. (2001). *Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural*. Managua, Nicaragua.

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

⁴ Ídem 7.

⁴ Ídem 7.

- 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 sist. 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 $\geq 90\%$.

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.

1.8.9 Diseño de los componentes del sistema

Un sistema de abastecimiento de agua potable es donde el agua es bombeada hacia un tanque de almacenamiento ubicado a una altura tal que permite distribuirla por gravedad a los usuarios.

Las principales ventajas de estos sistemas es que permiten impulsar el agua hasta cualquier nivel necesario para brindar el servicio a la localidad, además de que el agua proveniente de fuentes subterráneas suele tener bajo contenido de coliformes, por lo que la desinfección es menos exigente; su principal desventaja es que requiere de energía eléctrica para hacer funcionar el equipo de bombeo.

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.

Para que un pozo perforado sea considerado como una fuente potencial a ser explotada en un MABE, las NTON 09001-99 (sección 5.3.3.) establecen los siguientes criterios de aceptación:

- 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.

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 (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 compresión 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 10 metros 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 siguiente ecuación, similar a la de Bresse, pero que utiliza el caudal de diseño en lugar del caudal de bombeo:

$$D = 0.9(Q)^{0.45} \quad (7)$$

D: Diámetro en m.

Q: Caudal de diseño en m^3/s .

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

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

❖ Carga total dinámica (CTD):

$$CTD = NB + CED + hf_{columna} + hf_{desc} \quad (8)$$

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**

Según lo establecido en la sección (6.4.) NTON 09001-99, las pérdidas por fricción en la columna de bombeo se consideran igual al 5% de su longitud.

$$hf_{columna} = 5\%Lc \quad (9)$$

$$Lc = NB + Sumergencia \quad (10)$$

Lc= Longitud de la columna.

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

- **Pérdidas en la descarga**

Para determinar las pérdidas en la descarga se necesita conocer las pérdidas localizadas en los accesorios como longitud equivalente de tubería (ver tabla 11).

$$L_{real} = L_{tuberia} + Le \quad (11)$$

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

$$h_{desc} = 10.674 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \frac{L_{real}}{\phi^{4.87}} \quad (12)$$

Elemento	mm.	13	19	25	32	38	50	63	76	100	125	150	200	250	300	350
	plg.	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	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 ½		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		3.6	5.6	7.3	10.0	11.6	14.0	17.0	20.0	23.0	31.0	39.0	52.0	65.0	78.0	90.0
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) y eficiencia (N).

❖ Potencia hidráulica de la bomba

$$P_B = \frac{Q * CTD}{3960 * e} \quad (13)$$

Dónde:

P_B : Potencia de la bomba (HP).

Q : CMD (gpm).

CTD: Carga total dinámica (pie).

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

❖ Potencia del motor

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

$$P_M = 1.15 * P_B \quad (14)$$

P_B : Potencia hidráulica de la bomba (HP).

P_M : Potencia del bombeo (HP).

c) 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 CPD, 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

Línea de conducción y tubería de descarga hacen referencia a la misma estructura, por tanto el diámetro calculado en la sección 1.8.10.b), es el mismo diámetro del que aquí se hace mención.

ii. Velocidad

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

$$V = \frac{4Q}{\pi \phi^2} \quad (15)$$

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

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

iii. Pérdidas

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.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}} \quad (16)$$

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:

$$T = \frac{2L}{C} \quad (17)$$

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:

$$G.A = \frac{CV}{g} \quad (18)$$

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:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad (19)$$

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 de la línea de conducción

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.

d) 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:

$$H = KQ^n \quad (20)$$

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:

$$q = -\frac{\sum H}{n \sum H/Q} \quad (21)$$

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.

e) Depósito

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.

$$\text{Vol.Total} = \text{Vol.Reserva} + \text{Vol.Compensador}$$

$$\text{Vol.Total} = 35\%CPDT \quad (22)$$

❖ Altura del depósito

La altura del tanque depende de consideraciones de tipo económico:

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

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

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

$$h = \frac{Vol}{3} + k \quad (23)$$

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:

$$L = \sqrt{\frac{Vol}{h}} \quad (24)$$

L: Lado de la base en m.

❖ Accesorios para tanques de mampostería o concreto ciclópeo

Tubería 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 limpia 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.

1.8.10 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.

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, o como hipoclorito de Sodio de configuración líquida. Cuando se usa hipoclorito de Calcio, la concentración de la solución debe estar 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. Aunque ambas presentaciones son igualmente efectivas, generalmente en sistemas rurales se

aconseja la utilización del hipoclorito de Calcio por las facilidades que ofrece en cuanto a su manipulación y aplicación.

La efectividad de una desinfección se expresa como cloro residual después de cierto tiempo de contacto, concentración que a recomendación del INAA debería estar entre 0.2 y 0.5 mg/l después de 30 minutos, mientras que la OMS recomienda una concentración de 0.5 mg/l de cloro libre residual. Concentraciones de cloro residual superiores causan mal sabor del agua y pueden provocar el rechazo por parte de los consumidores.

❖ Dosificación

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

$$\text{Vol. cloro (lb/día)} = 0.012 * \text{CMD} * d \quad (25)$$

CMD: Caudal Máximo Día en gpm.

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

0.12: Factor de conversión de unidades.

$$\text{Vol. hipoclorito de Calcio} \left(\frac{\text{lb}}{\text{día}} \right) = \frac{\text{Vol. cloro}}{\text{Concentración comercial}} \quad (26)$$

$$\text{Vol. hipoclorito de Calcio (gr/día)} = \frac{V. h. \text{ Calcio (lb/día)} * 1000}{2.2} \quad (27)$$

$$\text{Vol. solución (lt/día)} = \frac{V. h. \text{ Calcio (gr/día)}}{\text{Concentración de la solución} * 100} \quad (28)$$

$$\text{Vol. solución (gl/día)} = \frac{\text{Vol. solución (lt/día)}}{3.785} \quad (29)$$

$$\text{Dosificación (got/min)} = \text{Vol. solución (lt/día)} * 1000 * 13/24/60 \quad (30)$$

CAPITULO II

DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO



CAPITULO II: DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO

Los datos que se presenta en esta sección proceden de información facilitada por la alcaldía municipal de Tola e investigaciones de campo realizadas por el equipo de trabajo a fin de determinar las condiciones socioeconómicas que prevalecen dentro del asentamiento.

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, con énfasis en diagnosticar la situación actual en que se suministra el agua para consumo humano dentro de la comunidad (ver modelos de encuestas en anexos).

El proceso de encuestado se desarrolló en el mes de Marzo del año 2015, los días 10, 11 y 12. Atendiendo a las recomendaciones del FISE, las encuestas fueron aplicadas indistintamente a todas las familias de la comunidad, una por familia y cuando la ocasión lo permitió el entrevistado fue el cabeza de familia.

El proceso de encuestado incluyó a 147 familias de la comunidad, para una muestra del 98%, esto debido a que durante el período de encuestado dos familias se encontraban fuera del municipio, sin embargo fueron incluidos en el cálculo de la población de diseño por tener domicilio casi permanente en la comunidad.

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. Descripción general de la comunidad

2.1.1. Localización

El Asentamiento 23 de Octubre se ubica en el municipio de Tola a 25 kilómetros al Nor Oeste de la cabecera municipal, a 35 del departamento de Rivas y 150 de la capital Managua.

Geográficamente se posiciona en las coordenadas 11°26'45.55" latitud Norte y 86°02'50.84" longitud Oeste.

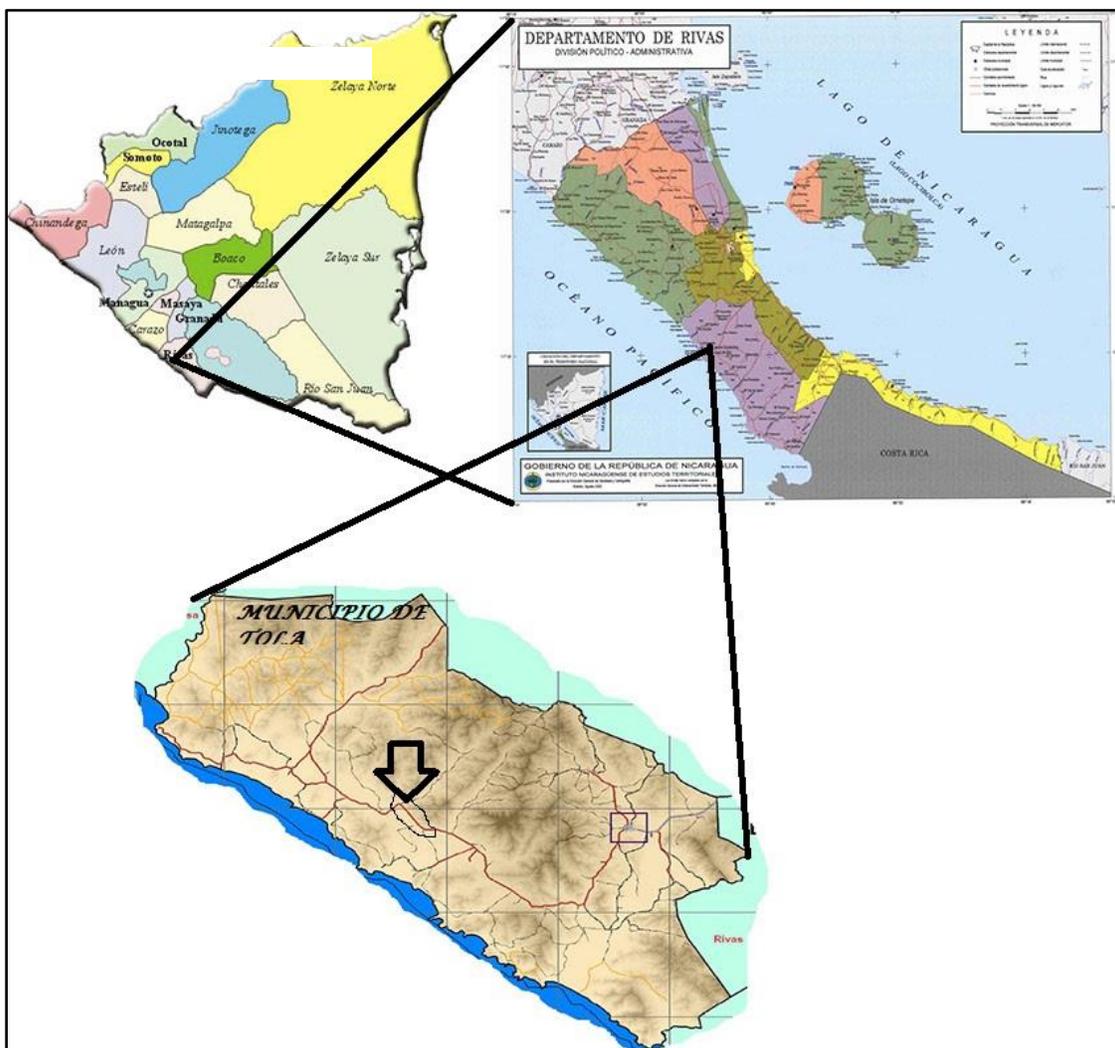


Figura 1: Mapa de macro localización.

Fuente: Alcaldía municipal de Tola. Mapa de red Hídrica, municipio de Tola



Figura 2: Mapa de micro localización.

Fuente: Uso de suelo + Aeropuerto, Alcaldía municipal de Tola.

Extensión

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

2.1.2. Límites y colindancias

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

Norte: Comunidad el Limón 2.

Sur: Comunidad el Guiscoyol.

Este: Comunidad el Ojochal.

Oeste: Costa del Pacífico.

2.1.3. Clima y precipitación

El municipio cuenta con una temperatura que oscila entre los 25° a 27°C y una precipitación media anual entre 1500 y 1600 mm. El viento sopla con mucha fuerza, barriendo el istmo en dirección del lago al mar. Estas mismas características climáticas predominan en la zona Noroeste del municipio, donde se localiza el Asentamiento 23 de octubre.

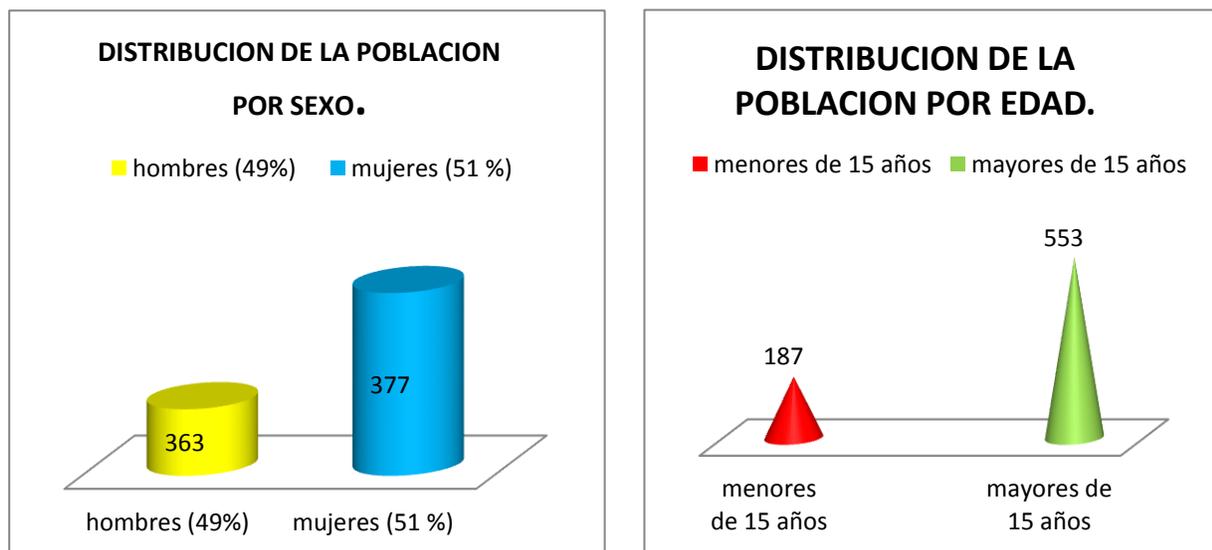
2.2. Población

Según el último censo poblacional y habitacional realizado por la alcaldía municipal de Tola en abril del año 2014, la comunidad cuenta con una población de 740 habitantes, distribuidos en 149 viviendas, para un índice poblacional de 5 habitantes por vivienda.

2.2.1. Distribución de la población por edad y sexo

La distribución de géneros es bastante equitativa, correspondiendo a un 49% de habitantes del sexo masculino y 51% del sexo femenino. Durante las visitas de campo se pudo constatar que la población se compone principalmente por adultos y jóvenes.

La distribución de la población por grupo de personas menores a 15 años, o mayores o iguales a 15 años se muestra en la siguiente gráfica.



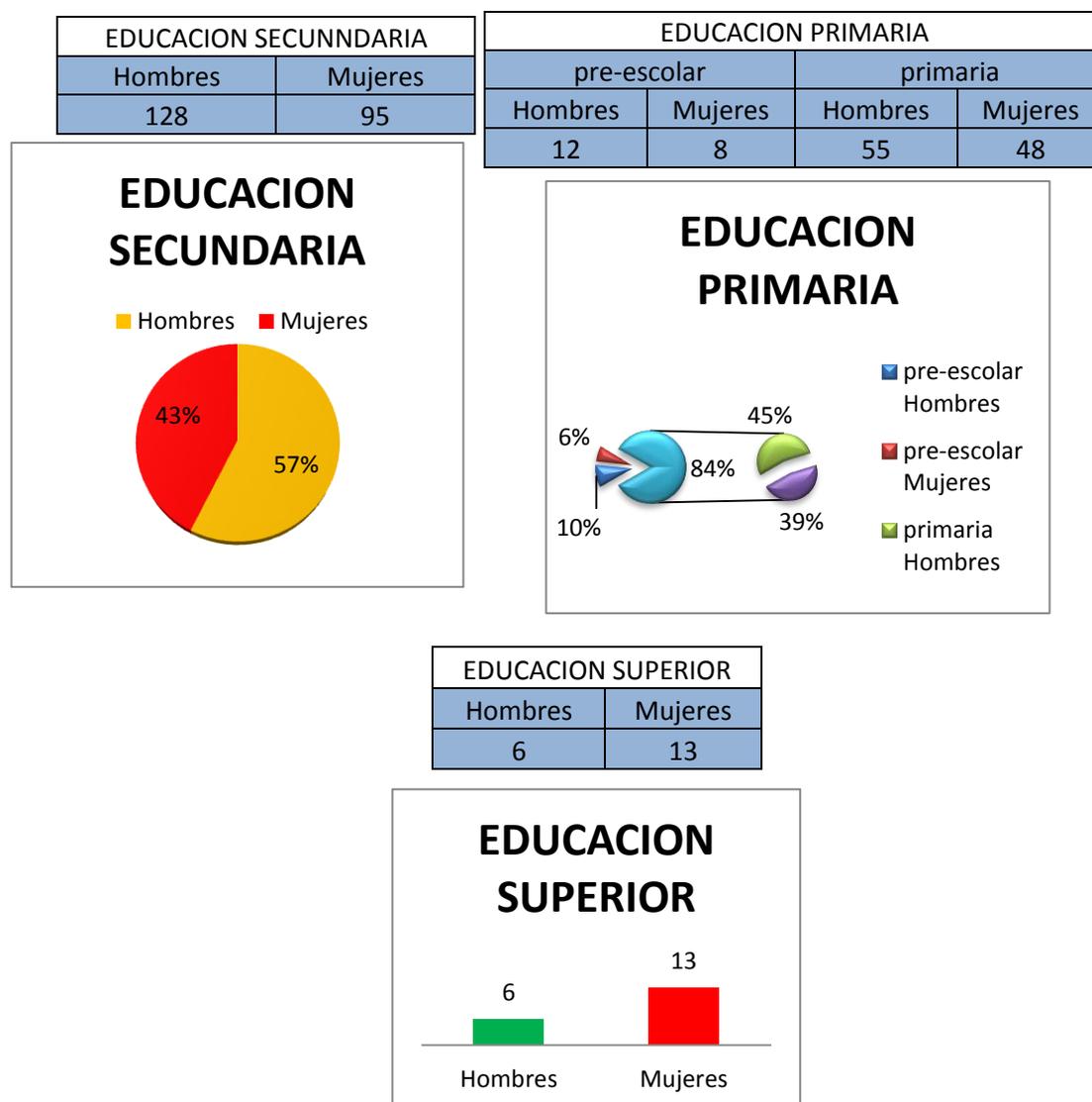
Gráfica 1: Distribución de la población por edad.
Fuente: Elaboración Propia. (2015).

2.2.2. Distribución de la población por escolaridad

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

Pre-escolar	Primaria		Secundaria		Universidad		Total
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	
20	55	48	128	95	6	13	365

Tabla 10: Distribución de la población por escolaridad.
Fuente: Alcaldía municipal de Tola. (2015).



Gráfica 2: Distribución de la población por escolaridad.
Fuente: Alcaldía municipal de Tola. (2015).

2.3. Situación habitacional

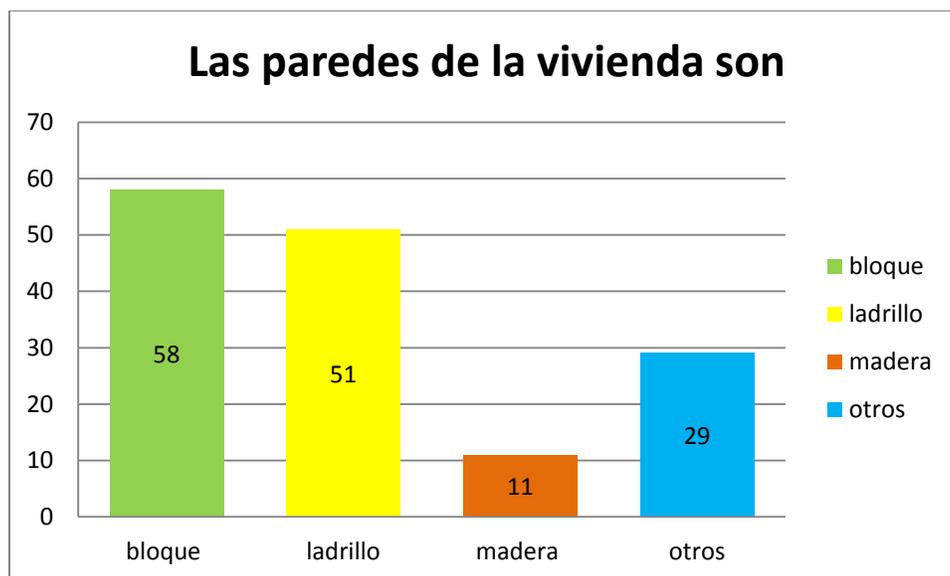
El asentamiento cuenta con un total de 149 viviendas, con un índice poblacional de 5 habitantes por vivienda, por lo que no hay déficit habitacional. Con relación a su configuración, las viviendas están diseminadas en forma desordenada, sin ningún patrón definido, aunque se suele identificar como núcleo poblacional al sector comprendido por la intersección de la calle de acceso y la calle principal (comúnmente denominada plaza).

2.3.1. Situación de la propiedad

El proceso de encuestado evidenció que el 96% de las viviendas son propias, sin embargo no todos los propietarios poseen documentos de propiedad.

2.3.2. Materiales de los cerramientos

El tipo de construcción es tradicional, con materiales de la zona como madera y ladrillos de barro, en combinación con otros materiales más industrializados como bloques de mortero, piedra cantera, hierro y cemento.



Grafica 3: Materiales de los cerramientos.

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

Gran parte de las viviendas han sido edificadas con materiales poco aptos para la construcción. Lo cual se refiere a viviendas construidas con una combinación de madera, plástico y zinc (ver figura 3). Existe una gran cantidad de viviendas construidas con bloque de mortero y una minoría son construidas con ladrillo de barro.

Durante las visitas de campo 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 en años recientes.



Figura 3: Tipología de las viviendas.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

a: Vivienda de zinc.

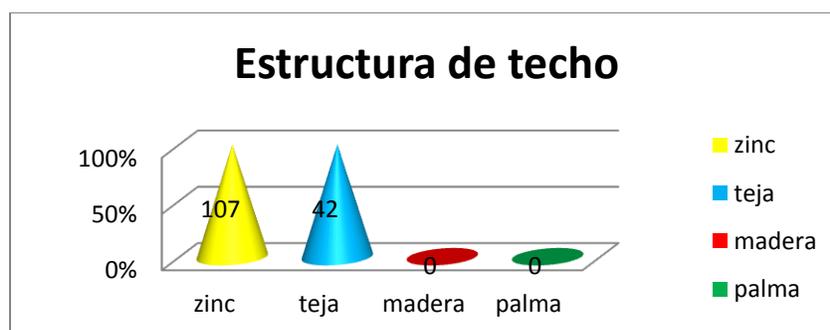
b: vivienda de madera y bambú.

c: Vivienda de madera.

d: vivienda de ladrillo.

2.3.3. Materiales de los techos

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



Grafica 4: Materiales de los techos.

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

En el asentamiento predominan los techos de lámina de zinc combinados con una estructura de soporte de madera, aunque también hay abundante presencia de estructuras tradicionales de tejas de barro (ver figura 4).



Figura 4: Tipología de cubiertas de techo.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

a: Cubierta zinc

b: Cubierta de teja de barro.

c,d: Cubierta de zinc

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 con cubiertas de techo combinadas.

2.4. Servicios públicos existentes

2.4.1. Educación

Existe un centro escolar llamado Emmanuel Mongalo, que cuenta con las modalidades de preescolar y primaria, atendiendo a una población estudiantil de: 20 alumnos en preescolar, 32 en multigrado, 71 de 3^{ro} a 6^{to}.⁵

⁵ MINED. (2015). *Matrícula escolar 2015, Colegio Emmanuel Mongalo*. Tola, Rivas.

2.4.2. Salud

La comunidad cuenta con un centro de atención médica, además existe una clínica médica de emergencia llamada Roberto clemente ubicado en el centro turístico Rancho Santana a unos 2 kms del Asentamiento 23 de Octubre.

Las enfermedades más recurrentes en la edad infantil y vejez son las del tipo respiratorio y gastrointestinales.⁶

2.4.3. Agua potable

a) Nivel de servicio

No se cuenta con una red pública de suministro de agua potable, el servicio de agua es suministrado a través de pozos privados equipados algunos con bomba de mecate otros con balde y mecate, cabe destacar que las personas que habitan cerca del pozo perforado son las que tienen acceso al suministro de agua del mismo. El agua de los pozos, no recibe ningún tipo de tratamiento para garantizar su calidad para consumo humano, aunque esto, al parecer (según fuentes locales), no ha derivado en problemas a su salud.

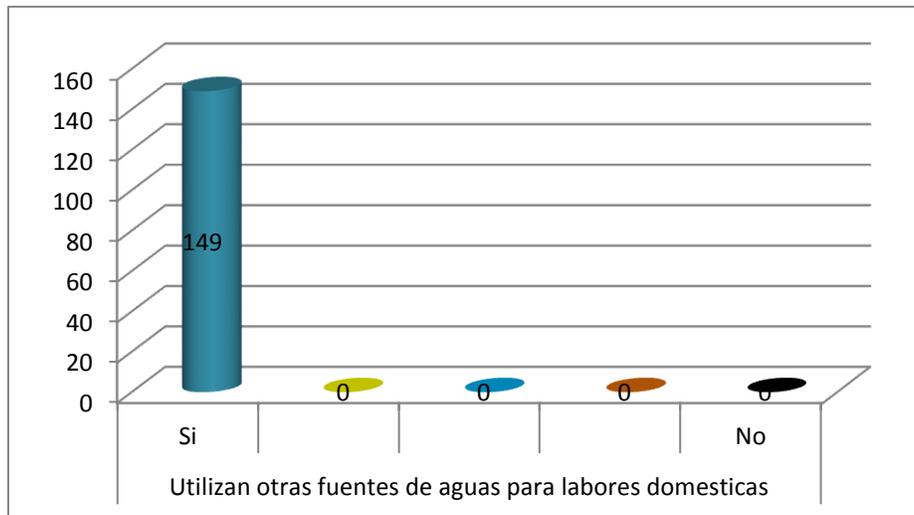


Figura 5: Abastecimiento de agua en el asentamiento mediante el sistema de PPCMB.
Fuente: Elaboración propia. (2015).

⁶ Alcaldía municipal de Tola. (2015).

b) Usos domésticos del agua

Los resultados de la encuesta aplicada con relación a los usos domésticos que las familias de la comunidad dan al agua del pozo, se muestran a continuación:

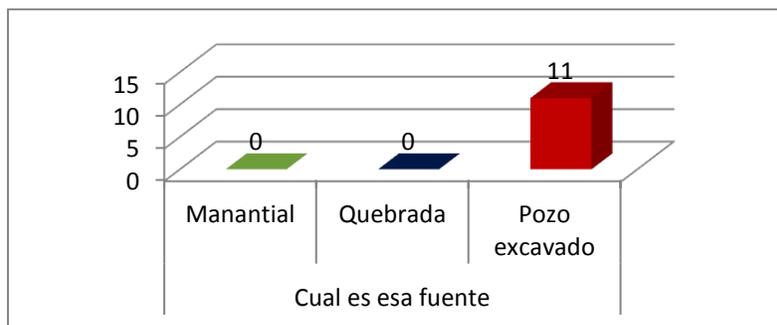


Gráfica 5: Distribución del consumo de agua de pozo para usos domésticos.
Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio.

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

c) Fuentes secundarias de aprovisionamiento de agua

Con relación al uso de otras fuentes de agua para labores domésticos, se encontró que el 100% de las familias entrevistadas se aprovisionan de otras fuentes. La principal fuente secundaria son los pozos excavados a mano, con un 100% de familias que se valen de ellos. (Ver gráfica 5).

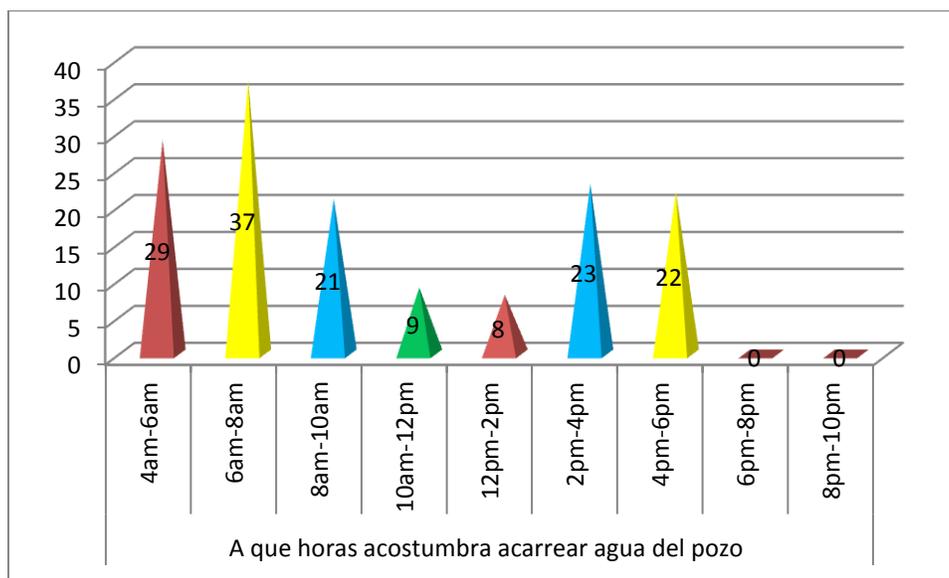


Gráfica 6: Fuentes de abastecimiento secundarias.
Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio.

Los pozos excavados a mano son construidos por los agricultores o ganaderos y son destinados para todo tipo de labores.

d) Horas de máximo consumo

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



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

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

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

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

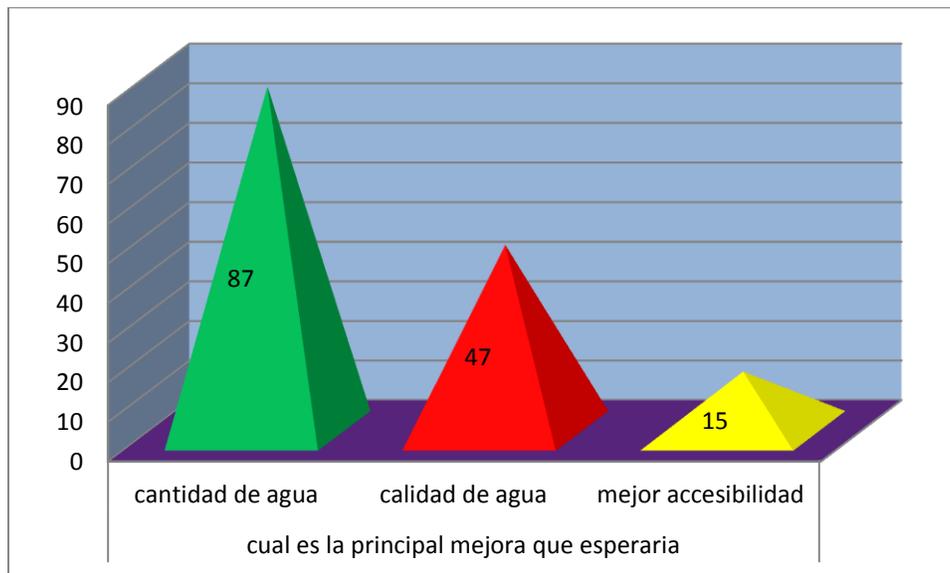
Estos resultados reflejan que no existe relación alguna entre las horas de máximo consumo en un sistema a través de PPCBM y el periodo relativo en un nivel de servicio con mejores características, tal como un sistema con conexiones domiciliarias, donde el consumo generalmente se concentra entre las 6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

e) Desconformidad de la población con el actual servicio

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

f) Expectativas de la población

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



Gráfica 8: Expectativas de la población ante una nueva condición de servicio.
Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio.

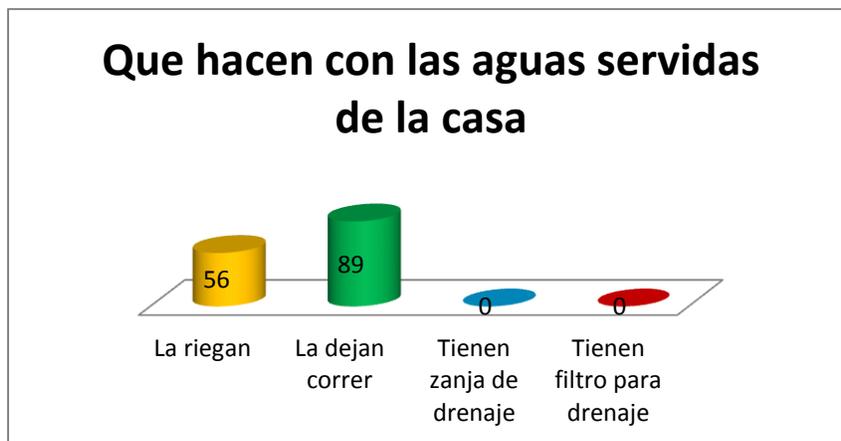
Al mismo tiempo se valoró el nivel de servicio que la población esperaría por el pago de una cuota, en donde el 100% de la población demanda un sistema con conexiones domiciliarias.

2.4.4. Saneamiento

a) Aguas servidas

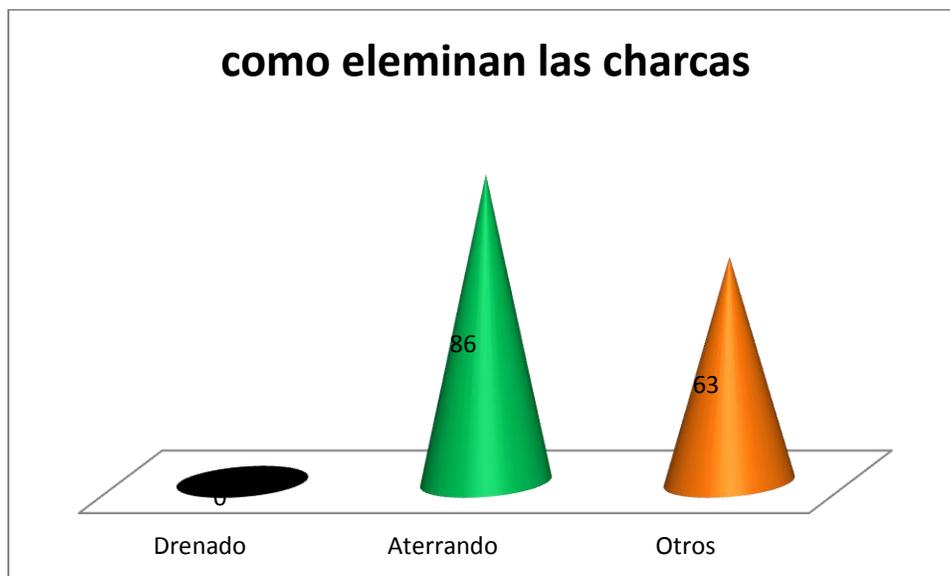
En la comunidad no hay servicio de alcantarillado sanitario, las aguas servidas provenientes del lavado, baño y cocina son descargadas superficialmente sobre los

patios, lugar en donde se estancan formando charcas y deterioros al suelo, ocasionando la proliferación de mosquitos y mal olor.



Grafica 9: Disposición de las aguas servidas.
Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta socioeconómica.

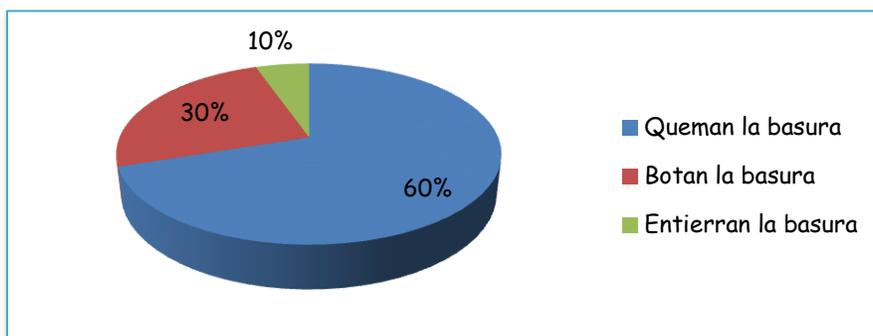
En lo referente a la eliminación de las charcas de patio, la población opta por aterrarla o por drenarla, si bien las viviendas no cuentan con zanjas de drenaje las pendientes de los predios hacen el trabajo y redirigen las aguas hacia los cauces naturales (ver gráfica 10).



Grafica 10: Mecanismos para la eliminación de charcas.
Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta socioeconómica.

b) Desechos sólidos

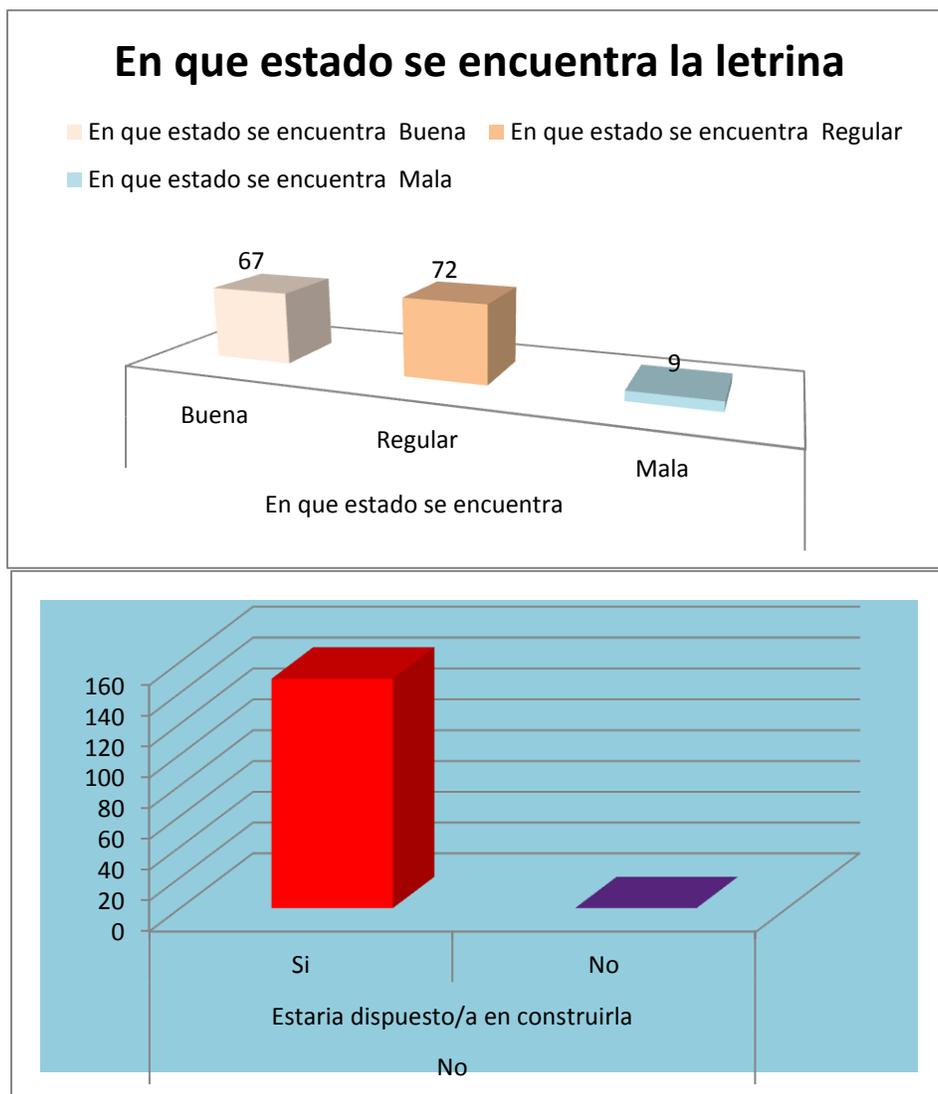
No existe un mecanismo comunitario de eliminación de desechos, por lo que cada familia se encarga de despejar los desechos de sus viviendas. El 60% de la población efectúa la acción más efectiva en este caso en particular (quemar la basura), sin embargo hay otro porcentaje significativo que utiliza métodos menos efectivos para la eliminación de basura como botarla o enterrarla (30% y 10% respectivamente). Al no existir un vertedero formalmente establecido, el botar la basura, propicia la proliferación de enfermedades.



Gráfica 11: Disposición de desechos sólidos.
Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta socioeconómica.

c) Disposición de excretas

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



Grafica 12: Disposición de excretas y valoración de las estructuras sanitarias.
Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta socioeconómica.

Al mismo tiempo se realizó una valoración de la integridad de las estructuras sanitarias, considerando tres posibles estados cualitativos: bueno, malo y regular. Los resultados revelan que solamente 67 de las letrinas se encuentran en óptimas condiciones, 72 se encuentran en regulares condiciones y 10 yacen en malas condiciones (ver figura 6).



Figura 6: Panorama general del estado de letrinas.
Fuente: Elaboración propia. (2015).

2.4.5. Energía eléctrica

El asentamiento cuenta con energía eléctrica y alumbrado público, la calle de acceso, abarcando todo el contorno del asentamiento.

2.4.6. Transporte y comunicación

La red de telefonía celular de las operadoras Claro y Movistar es de buena intensidad.

Se cuenta con un servicio de transporte colectivo que sale de las comunidades El Astillero y Salinas de Nagualapa pasando por el Asentamiento y terminando en la ciudad de Rivas, con un estimado de una hora y media por viaje, con un único viaje por día.

Las vías de acceso al asentamiento, al igual que las calles de otras comarcas, consisten hasta cierto punto Pavimentado con adoquines, luego se continua en caminos de material selecto conocido como cascajo. Dichas calles se encuentran en buenas condiciones y son transitables en toda clase de vehículo.

2.5. Organización comunitaria

La comunidad no cuenta con un Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) formalmente conformado, son los mismos habitantes los encargados de comunicar a la alcaldía del municipio de Tola en caso de mejoramiento o construcción de cualquier proyecto.

2.6. Situación económica

2.6.1. Población económicamente activa

La Población Económicamente Activa de la comunidad es de 244 personas, que representa el 34% de la población total.

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA (PEA)		POBLACION CON TRABAJO PERMANENTE (PTP)						POBLACION ECONOMICAMENTE INACTIVA (PEI)	
		Hombres			Mujeres				
Hombres	Mujeres	10-14 años	15-29 años	30 a mas	10-14 años	15-29 años	30 a mas	Hombres	Mujeres
180	64	0	85	95	0	28	36	227	249

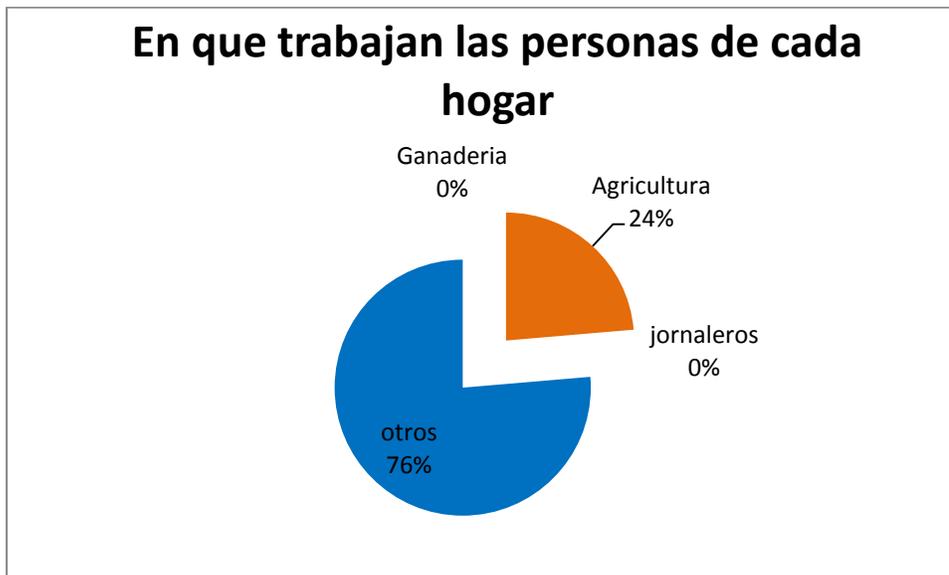
Tabla 11: Situación laboral en la comunidad.
Fuente: Alcaldía municipal de Tola. (2015).

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.

2.6.2. Actividades económicas

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



Grafica 13: Actividades económicas.
Fuente: Alcaldía municipal de Tola. (2015).

La principal actividad económica es la agricultura, destacándose el cultivo de frijoles 33%, arroz 14%, maíz 23% entre otros cultivos.



Grafica 14: Principales rubros agrícolas.
Fuente: Alcaldía municipal de Tola. (2015).

Existe una emigración ocasional de una minoría de la población a países vecinos en busca de mejores condiciones de trabajo, principalmente en épocas de malas cosechas, generando un ingreso adicional a las familias por medio del envío de remesas.

2.6.3. Niveles de pobreza

En promedio, tanto en el sector rural como en el urbano del municipio de Tola, el 31.7% del total de la población padece de pobreza extrema, el 38.5% son pobres no extremos y el 29.8% son no pobres.⁷

El asentamiento 20 de octubre se localiza en la región anaranjada perteneciente a la comunidad Las Salinas del mapa de pobreza del municipio de Tola elaborado por el INIDE en el año 2010, donde las familias se consideran viven en extrema pobreza, esto en cuanto a necesidades básicas insatisfechas se refiere. En el estudio se valoró el acceso a servicios públicos básicos como agua potable, alcantarillado sanitario, energía eléctrica, salud, educación, comunicación, entre otros; como resultado la población que habita en esta región presenta grandes impedimentos para hacerse de estos servicios (ver figura 7).

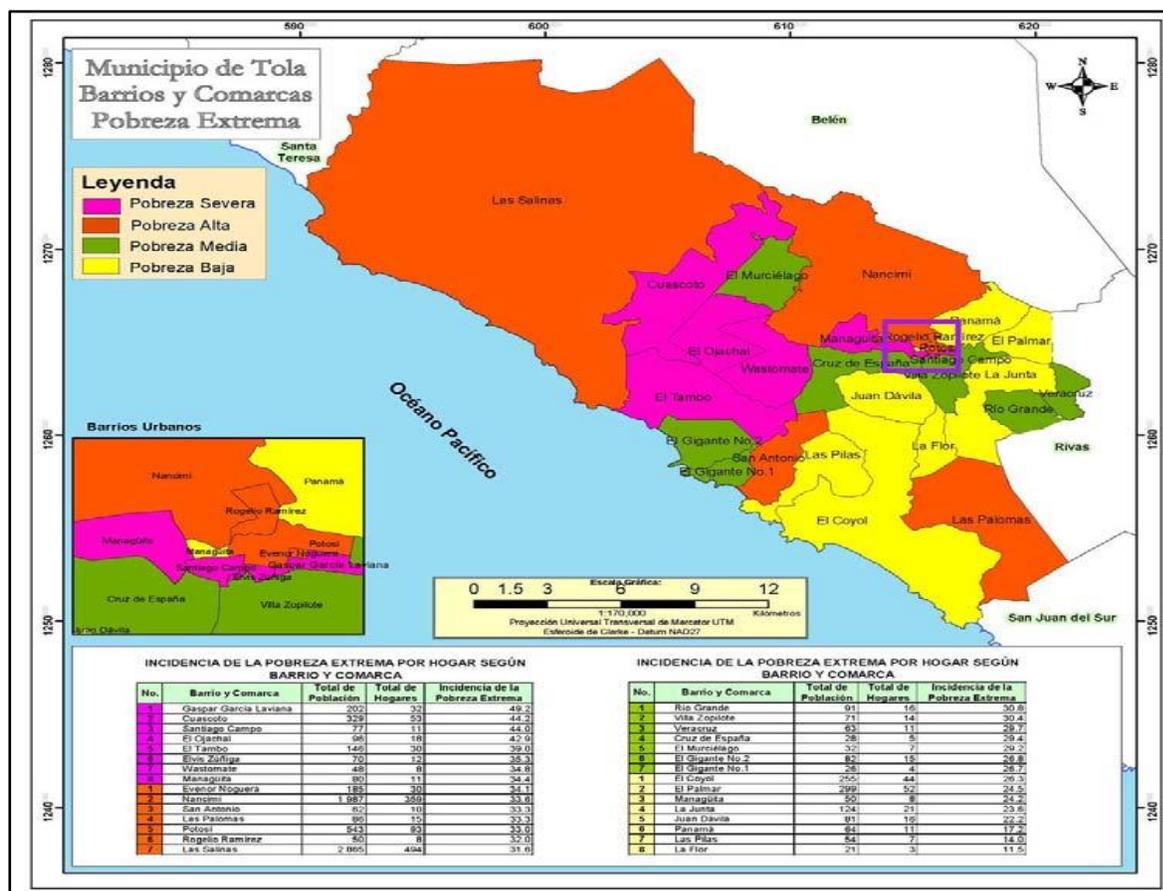


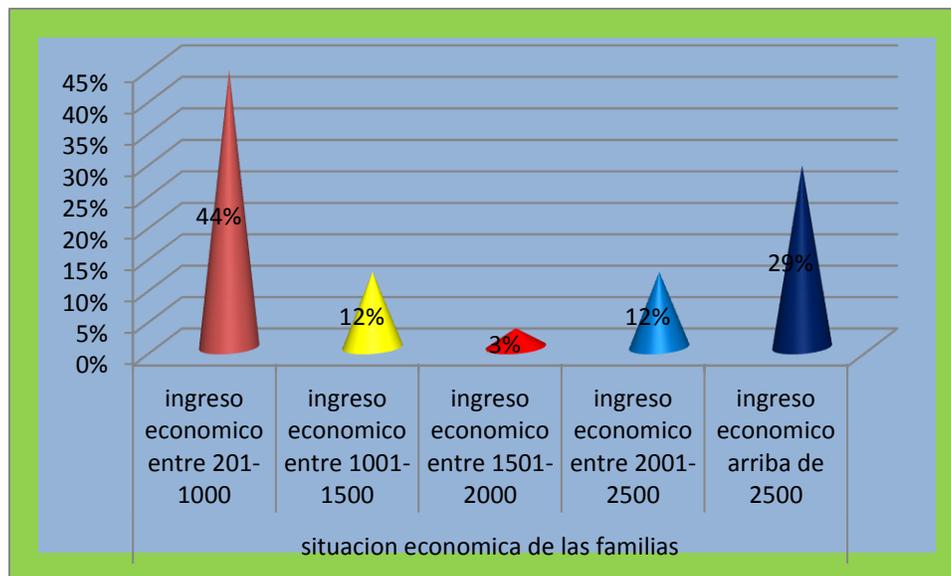
Figura 7: Mapa de pobreza del municipio de Tola.

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo, INIDE. (2010). Mapa de pobreza extrema del municipio de Tola por el método de necesidades básicas insatisfechas. Tola, Nicaragua.

⁷ INIDE. (2010). Mapa de pobreza extrema del municipio de Tola por el método de necesidades básicas insatisfechas. Tola, Nicaragua.

2.6.4. Ingreso familiar

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



Gráfica 15: Ingreso familiar mensual.
Fuente: Elaboración propia. (2015). Encuesta socioeconómica.

El menor ingreso registrado fue de C\$ 750 (setecientos cincuenta córdobas) y el máximo de C\$ 8000 (ocho mil córdobas). El ingreso mensual promedio para las familias encuestadas resultó de C\$ 4375 (cuatro mil trescientos setenta y cinco córdobas).

2.6.5. Capacidad económica

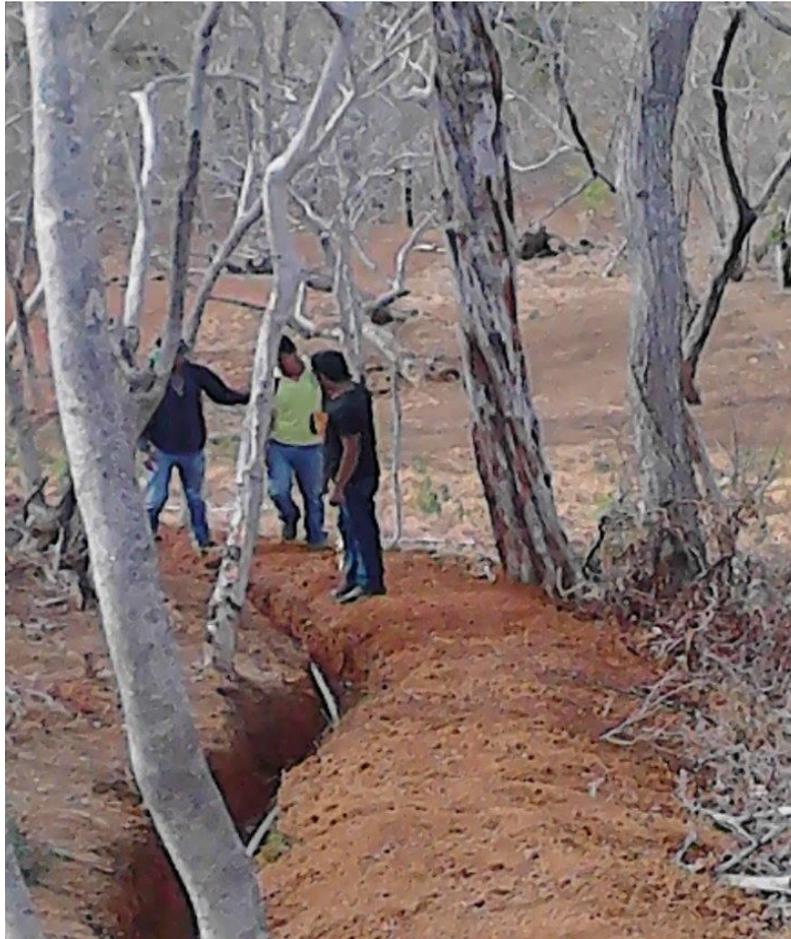
La capacidad de pago por familia, se determinó considerando el 3% de los ingresos familiares para el pago del servicio de agua potable, esto de conformidad a lo recomendado por el Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo.⁸

La capacidad de pago mensual por familia para un ingreso familiar promedio de C\$ 4375 ((cuatro mil trescientos setenta y cinco córdobas) es de $131.25 \approx$ C\$ 132 (ciento treinta y dos).

⁸ Banco Mundial. (1998). Programa de Agua y Saneamiento. PNUD.

CAPITULO III

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO



CAPITULO III: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

3.1. Trabajo de campo

La metodología para la realización del levantamiento topográfico, se llevó a cabo aplicando las recomendaciones brindadas 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, particularmente 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 marca GARMIN, modelo GPSmap 76CSx, con un error de 3 metros como máximo. El equipo restante consistía en una cinta métrica de 50 m, cámara fotográfica y una libreta de apuntes.

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.

3.1.2. Segunda etapa: Planimetría de detalles

La segunda etapa tuvo como objetivo el levantamiento de detalles, de tal manera que permitiese la localización en plano de la infraestructura pública y privada, accidentes topográficos, puntos críticos y establecimiento de colindancias entre el terreno comunal y privado.

Esta etapa comprendió los siguientes aspectos:

- Localización de viviendas, escuela y edificios públicos y privados en general, esto por medio del levantamiento de las esquinas de las estructuras.
- Levantamiento de la infraestructura vial, calles y caminos dentro del núcleo poblacional, mediante la marcación de puntos a lo largo de la calzada, al centro y a los dos lados de esta, con estacionamientos de 20m, prestando el suficiente detalle a las intersecciones.
- Levantamiento de accidentes en el terreno: cauces naturales, depresiones y quebradas. Se levantó una cantidad de puntos tal que permitieran presentar el relieve con el suficiente detalle.

Con esta información se elaboró el croquis de la comunidad y de esta manera facilitar la localización de nodos, trazado de la red de distribución y selección de la ruta de la línea de conducción.

3.1.3. Tercera 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 del pozo, 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 conllevó primeramente la identificación del predio más favorable en base a los criterios de elevación, accesibilidad y estabilidad del suelo de emplazamiento. El levantamiento se llevó a cabo en cuadrículas de 5m, en un área de 20x20m.

- **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 10m, 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 conllevó primeramente la identificación 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.

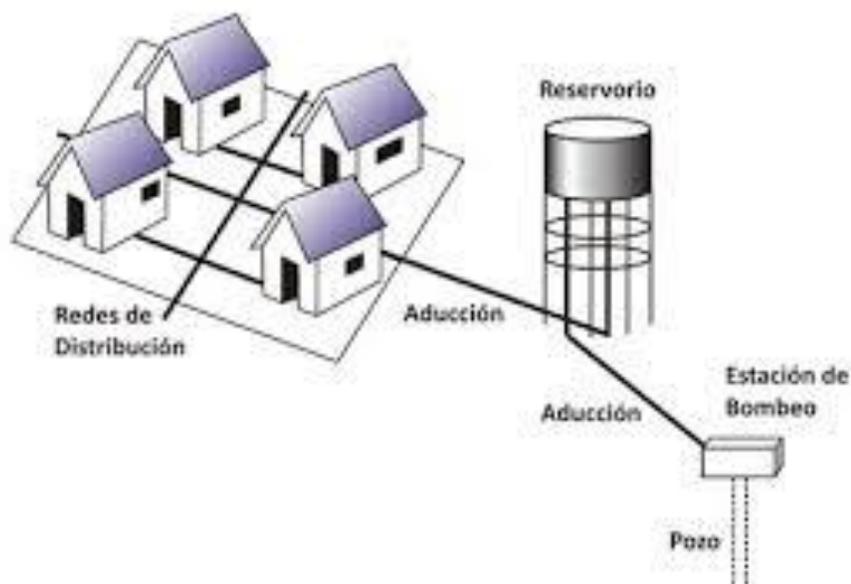
3.2. Procesado de la información

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:

- Modelación de la superficie en tres dimensiones.
- Elaboración de planos de detalle en planta, para localización de infraestructura pública vial, edificios públicos, viviendas, accidentes topográficos, entre otros.
- Elaboración de planos topográficos.
- Poligonal del predio del tanque.
- Construcción de perfiles longitudinales.

CAPITULO IV

DIMENSIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



CAPITULO IV: DIMENCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.

4.1 Selección del nivel de servicio

En la sección (1.9.2) se abordaron algunos criterios normados para la selección del nivel de servicio (tomas públicas o conexiones domiciliarias) en un MABE.

La adopción de tomas públicas responde a criterios menos exigentes, pues representa el nivel básico de un miniacueducto rural, con criterios particularmente técnicos, sin embargo los criterios para la adopción de un sistema con tomas domiciliarias son más exigentes, pues responden a condiciones sociales y técnicas específicas para 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 12: 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. Managua, Nicaragua.

De conformidad con lo estipulado por norma, la selección del nivel de servicio adoptó los siguientes criterios: la capacidad de la fuente, el impacto generado en la calidad de vida de la población y la expectativa generada en los mismos, además de la valoración de la capacidad económica de las familias para cubrir los gastos del sistema, esto último particularmente para la alternativa de tomas domiciliarias, pues las tomas públicas no implica costos de instalación para los usuarios, por lo que no representa un criterio en común para ambas alternativas.

4.1.1 Análisis cualitativo del nivel de servicio

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

Tabla 13: 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 domiciliars	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 14: 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, para ser contrastados con el rendimiento del pozo.

❖ 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 domiciliars ofrece mayores posibilidades de mejorar las costumbres de higiene y salubridad en la población.

4.1.2 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 15: 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.

La valoración de la capacidad económica de las familias para cubrir los costos que implica un sistema por conexiones domiciliarias se realizó en la sección (2.6.4.), donde se encontró que la población presenta un ingreso familiar promedio de C\$ 4375, para una capacidad de pago mensual por familia (considerando el 3% del ingreso mensual para pago del servicio de agua potable) de C\$ 132, cantidad suficiente para cubrir los costos de instalación de las tomas de patio y la cuota mensual para operación y mantenimiento del sistema.

Cabe mencionar que existe la posibilidad de que la tubería y accesorios a utilizarse en las tomas de patio sea cubierto por el organismo promotor del proyecto, en cuyo caso el gasto de la población se limitaría al pago del servicio.

4.2 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 incluyó además del análisis y determinación de la demanda de agua para actividades domésticas, un análisis particular de consumos especiales

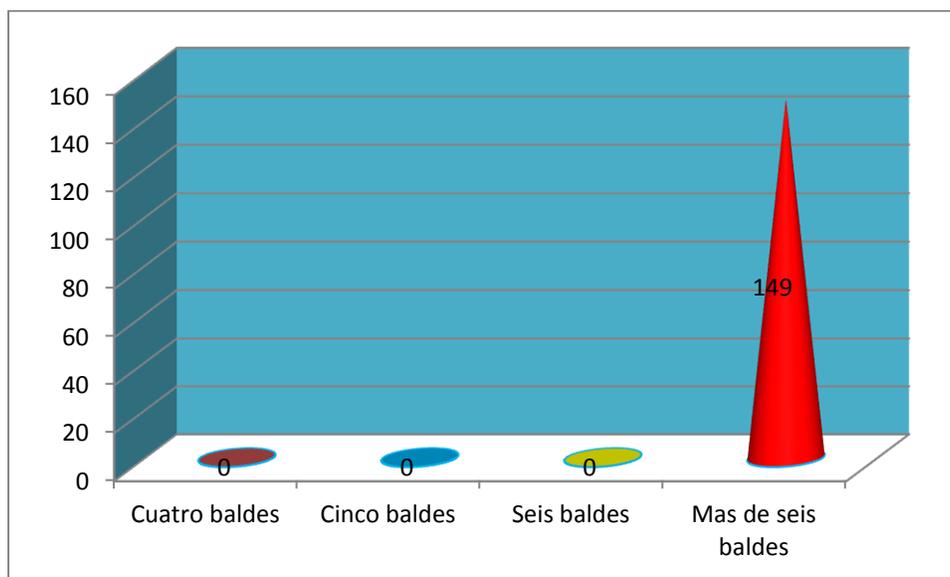
tales como el consumo de agua de animales y el consumo para actividades de comercio a pequeña escala, con la finalidad de definir de manera más realista la demanda de agua de la que será objeto la fuente seleccionada.

La información necesaria para caracterizar la demanda se obtuvo de la aplicación y procesado de la “Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio” (ver anexos).

4.2.1 Análisis de la demanda de agua para actividades domésticas

La demanda de agua para actividades domésticas la comprende el agua para bebida, agua para la preparación de alimentos y agua para higiene personal y habitacional.

El proceso de encuestado reflejo que el 100% de la población utiliza más de seis baldes de agua al día para estas actividades (ver gráfica 16).



Gráfica 16: Gasto de agua por familiar para actividades domésticas.

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

Si se consideran 8 baldes como la cantidad máxima de agua utilizada por familia al día, se obtiene el siguiente consumo aproximado:

Consumo por familia por día= 8 baldes * 6 galones/balde= 48 galones

Consumo por persona por día= 48 galones/5 personas= 9.6 galones≈ 36 litros

Desde la perspectiva de la salud y la higiene, la OMS (2006) establece 20 lppd como el mínimo básico de suministro de agua para la protección de la salud, de los cuales 7.5

litros son requeridos para bebida y preparación de alimentos.⁹ Con esta referencia se hace evidente 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).

No obstante, este consumo aproximado está condicionado por 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.

4.2.2 Análisis de consumos especiales

❖ Análisis de la demanda de agua de los animales

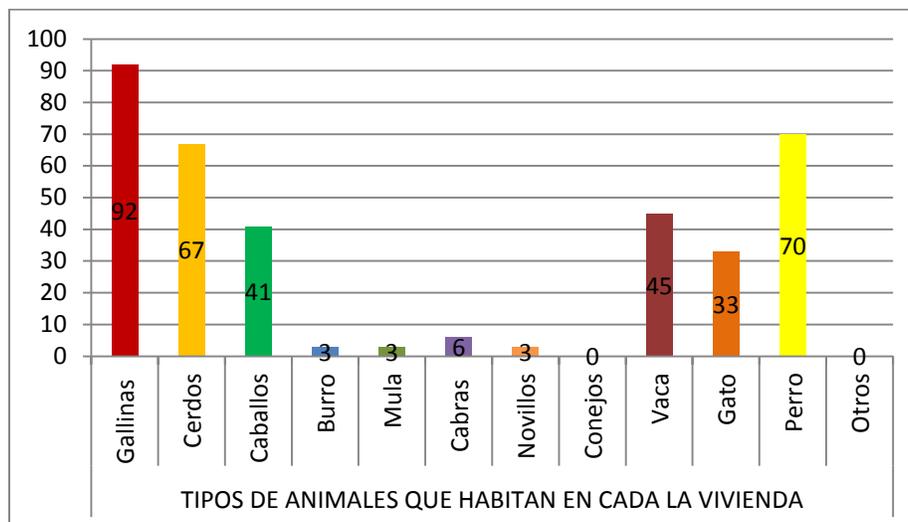
En la zona rural, donde es común la crianza de animales para consumo propio (gallinas y cerdos) y la utilización de animales de carga para los trabajos pesados (caballos, burros), resulta necesaria durante la formulación del proyecto, prever la posibilidad de que la población haga uso del agua del sistema 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 de referencia, en cuanto a dotación de agua, establecidos por la OMS (2006) para distintos animales.

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

De las 147 familias encuestadas, 136 de ellas tiene animales en sus viviendas, en su mayoría animales pequeños como gallinas, gatos y perros (ver gráfica 17).

Las gallinas son los animales predominantes, sin embargo el número de ejemplares por familia generalmente no excede los 5, por ser criados para consumo propio y no para ser comercializados. Los animales de mayor tamaño como cerdos, caballos y vacas lecheras, en su mayoría no exceden de un solo ejemplar por familia.

⁹ OMS. (2006). *Iniciativa PHAST: Transformación participativa para la higiene y el saneamiento*. Ginebra.



Grafica 17: Animales predominantes en las viviendas.

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

Ante el predominio de los animales domésticos y pequeños animales de crianza, se hace evidente que la demanda de agua de animales resulta poco significativa para ser considerada un consumo 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 pulperías, pequeña ferretería y taller de mecánica por tanto puede resultar necesario el identificar y caracterizar la demanda de agua para estas actividades.

Durante la visita de campo se constató que el comercio local es escaso, los negocios caseros se limitan a diez pequeñas pulperías, las que consumen (según el proceso de encuestado) un promedio de 10 baldes de agua al día para suplir las necesidades propias del negocio.

Esta situación refleja que la noción de las microempresas no juega un rol significativo en el estilo de vida de la población local, por consiguiente el consumo de agua para estas actividades también resulta poco relevante como para ser considerado como consumo adicional para la estimación de la dotación de servicio para el sistema propuesto.

4.2.3 Dotación de agua para el sistema propuesto

El sistema propuesto es un Sistema de Abastecimiento por Bombeo Eléctrico, que servirá a la población a través de conexiones domiciliarias de patio, para el cual la norma rural establece. “La dotación de agua para un sistema por medio de conexiones domiciliarias deberá estar entre los 50 a 60 lppd”, sin embargo el FISE recomienda proyectar con una dotación de 20 gppd, similar a lo estipulado en la norma urbana para núcleos poblacionales de hasta 5000 habitantes, con la finalidad de compensar aquellos volúmenes de agua tradicionalmente no considerados en el sector rural.

En base a esta última sugerencia, el sistema fue diseñado para una dotación 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 el comercio casero, pero sin ser considerados como consumos adicionales, por lo pequeño que resultan.

4.3 Estimación de la población de diseño

4.3.1 Tasa de crecimiento geométrico

Las estadísticas censales utilizadas para proyectar la población de la comunidad al año de diseño proceden de los datos oficiales de la alcaldía municipal de Tola y del censo nacional realizado en el año 2005.

Año	Población (habitantes)	Fuente
2009	482	INIDE
2014	740	Alcaldía municipal de Tola

Tabla 16: Estadísticas censales.
Fuente: Elaboración propia. (2015).

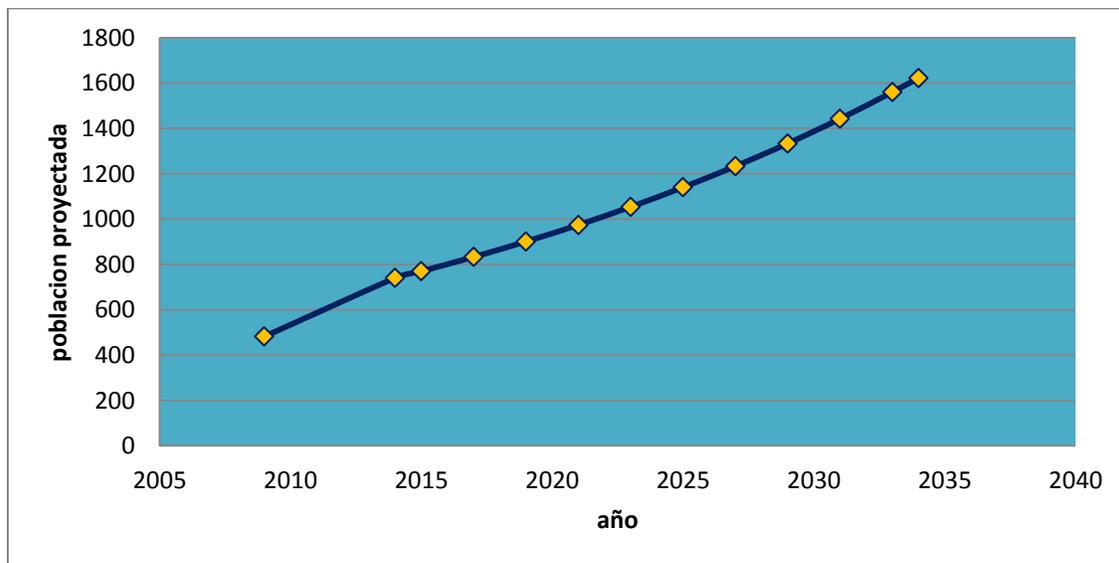
La tasa de crecimiento geométrico fue calculada a partir de la ecuación 1, tomando como referencia la población de los años 2009 y 2014, dando como resultado un crecimiento poblacional del 4%.

5.1.1. Proyección de población

La población para el periodo de diseño fue proyectada utilizando el método geométrico (ecuación 2), para un periodo de 20 años, a partir del año 2015, con un tasa de crecimiento geométrica de 4% y utilizando el censo del año 2014 como población base. El resumen de los cálculos se muestra en la siguiente tabla.

Año a proyectar	2009	2014	Kg (2009-14)	Kg útil	Poblacion de proyeccion
2015	482	740	8.95	4	770
2016	482	740	8.95	4	801
2017	482	740	8.95	4	833
2018	482	740	8.95	4	866
2019	482	740	8.95	4	901
2020	482	740	8.95	4	937
2021	482	740	8.95	4	974
2022	482	740	8.95	4	1013
2023	482	740	8.95	4	1054
2024	482	740	8.95	4	1096
2025	482	740	8.95	4	1140
2026	482	740	8.95	4	1185
2027	482	740	8.95	4	1233
2028	482	740	8.95	4	1282
2029	482	740	8.95	4	1333
2030	482	740	8.95	4	1387
2031	482	740	8.95	4	1442
2032	482	740	8.95	4	1500
2033	482	740	8.95	4	1560
2034	482	740	8.95	4	1622

Tabla 17: Resumen de cálculo de la proyección de población.
Fuente: Elaboración propia. (2015).



Grafica 18: Crecimiento poblacional dentro del periodo de diseño.
Fuente: Elaboración propia. (2015).

4.4 Estimación del caudal de diseño

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

Aplicando las ecuaciones 5 y 6 de la sección (1.9.6.2⁰), se obtienen los siguientes resultados:

Año	Poblacion	Dotacion		Consumo Promedio Diario (CPD)		Perdidas en el sistema (20%CPD)	Consumo Prom. Diario Total (CPDT)	Caudal Maximo Dia (150%CPDT) (lps)	Caudal Maximo Hora (250%CPDT) (lps)
		gppd	lppd	Gpd	lps				
2015	770	20	75	15400	0.668	0.134	0.802	1.203	2.005
2020	937	20	75	18740	0.813	0.163	0.976	1.464	2.440
2024	1096	20	75	21920	0.951	0.190	1.142	1.713	2.854
2029	1333	20	75	26660	1.157	0.231	1.389	2.083	3.471
2034	1622	20	75	32440	1.408	0.282	1.690	2.534	4.224

Tabla 18: Resumen de cálculo del caudal de diseño.
Fuente: Elaboración propia. (2015).

4.5 Determinación de los caudales nodales

Los caudales nodales para el análisis del modelo hidráulico de la red de distribución fueron calculados a través del método de la longitud unitaria. Se calculó el caudal unitario para determinar el caudal en cada tramo y posteriormente realizar la repartición de caudales.

4.5.1 Cálculo del caudal unitario

El caudal por unidad de longitud de tubería se determinó a partir de la ecuación 4, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total efectiva de la red.

$$q = \frac{4.224 \text{ lt/s}}{3813.684 \text{ m}} = 0.0011076 \frac{\text{lt}}{\text{s}}/\text{m}$$

La longitud efectiva de tubería se compone únicamente de aquellas tuberías donde se considera habrá extracción de caudal, por consiguiente se incluyó la longitud total de la red obteniendo un resultado de 3813.684m.

Para obtener el caudal en cada tramo de tubería, se multiplicó el caudal unitario por la longitud del tramo correspondiente.

Tuberia	Longitud	Caudal por Tuberia	Tuberia	Longitud	Caudal por Tuberia
1	194.2	0.215	18	79.5	0.088
2	76	0.084	19	190.9	0.211
3	236.6	0.262	20	159.4	0.177
4	243.1	0.269	21	141.2	0.156
5	205.1	0.227	22	43.65	0.048
6	241	0.267	23	89.55	0.099
7	143.4	0.159	24	19.05	0.021
8	139.9	0.155	25	58	0.064
9	66.56	0.074	26	89.73	0.099
10	135.6	0.150	27	101.8	0.113
11	98.2	0.109	28	68.66	0.076
12	192.9	0.214	29	93.69	0.104
13	192	0.213	30	7.754	0.009
14	160.3	0.178	31	74.86	0.083
15	130.2	0.144	32	46.48	0.051
16	40.1	0.044	33	0	0
17	54.3	0.060	34	0	0

Tabla 19: Caudal por tramo de tubería.
Fuente: Elaboración propia. (2015).

4.5.2 Repartición de caudales

Los caudales nodales resultaron de la repartición en partes iguales de los caudales por tramo, el caudal en un nodo es la suma de los caudales medios de los tramos adyacentes.

ID nodo	Caudal Nodal	ID nodo	Caudal Nodal
n1	0.108	n18	0.07
n2	0.149	n19	0.149
n3	0.172	n20	0.194
n4	0.266	n21	0.166
n5	0.248	n22	0.078
n6	0.247	n23	0.074
n7	0.213	n24	0.049
n8	0.206	n25	0.043
n9	0.114	n26	0.032
n10	0.112	n27	0.105
n11	0.14	n28	0.094
n12	0.185	n29	0.09
n13	0.213	n30	0.056
n14	0.195	n31	0.046
n15	0.16	n32	0.067
n16	0.1	n33	0.026
n17	0.056	3	0

Tabla 20: Caudales nodales.

Fuente: Elaboración propia. (2015).

4.6 Análisis de la fuente de abastecimiento

4.6.1 Información general de la fuente

De acuerdo a la información facilitada por la alcaldía municipal de Tola, las características de la estructura son las siguientes.

Concepto	Medida	Unidad
Delantal de concreto		
Diámetro de perforación	10	Pulgadas
Diámetro de revestimiento (encamisado)	6	Pulgadas
Profundidad nominal	250	Pies
Tubería ciega PVC 6"	170	Pies
Tubería ranurada PVC 6"	80	Pies
Sello sanitario	30	Pies

Tabla 21: Características estructurales del pozo.
Fuente: Alcaldía municipal de Tola. (2015).

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.

En este caso en particular se debe considerar que el cambio en el nivel de servicio que será ofrecido a la población representa un mayor esfuerzo para la fuente, pasa a ser la fuente explotada por un sistema de abastecimiento a través de conexiones domiciliarias con una dotación de 20 gppd, por lo tanto se debe verificar que el rendimiento potencial del pozo sea el suficiente para dotar de agua al nuevo sistema.

La sección 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 promedio diario (CPD).

El pozo experimenta un rendimiento de 60 gpm, por tanto:

CPD	22.32	gpm
1.5 CPD	33.48	gpm
Rendimiento aproximado	60	gpm

Debido a que el rendimiento del pozo (60 gpm) es mayor a 1.5 CPD (33.48 gpm), este presenta el potencial suficiente para abastecer la demanda del sistema propuesto, a su

vez este resultado indica que el grado de explotación de la fuente entrado en funcionamiento el proyecto será mínimo, lo que garantiza la durabilidad de la misma y un suministro de agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población.

4.7 Diseño hidráulico del equipo de bombeo

Se diseñará 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)	23.7 M
Sumergencia	10 pies
Tubería de conducción de PVC con C	150
$Q_{\text{diseño}}$	2.534 Lps
12 horas de bombeo	
Nivel de Bombeo	72 m

a) Diámetro interno de la tubería de descarga

Aplicando la ecuación 8, tenemos:

$$D = 0.9(0.002534m^3/s)^{0.45}$$

$$D = 0.06108m \approx 6.108cm \approx 2.4 \text{ plg} = 3 \text{ pulg}$$

El diámetro económico para la red da como resultado 2.4 pulgadas, del cual nosotros decidimos utilizar un diámetro de 3 pulgadas por la falta de comercialización del primer resultado. Sin embargo se puede hacer por pedido teniendo esto en cuenta que cada tubo tendría un costo mayor que el de 3 pulgadas.

b) Carga total dinámica

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

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

$$NB = 240 \text{ Pies} \approx 73.17m$$

▪ Carga estática de la descarga CED

$$CED = 61.59m - 42.85m$$

$$CED = 18.74m$$

▪ Pérdidas 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.

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

$$Lc = NB + Sumergencia$$

$$Lc = 73.17 \text{ m} + 3.05 \text{ m}$$

$$Lc = 76.22 \text{ m}$$

$$hf_{columna} = 0.05(76.22 \text{ m})$$

$$hf_{columna} = 3.811 \text{ m}$$

▪ Pérdidas en la descarga ($hp_{descarga}$)

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

Utilizando la tabla 7 de pérdidas 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

$$\sum Le \text{ total} = 23.5 \text{ m}$$

Tabla 22: Pérdidas localizadas como longitudes equivalentes de tubería.
Fuente: Elaboración propia. (2015).

$$L_{real} = L_{e \text{ total}} + L_{tuberia}$$

$$L_{real} = 23.5m + 226.98m$$

$$L_{real} = 250.48m$$

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

$$h_{f_{descarga}} = 10.674 \left(\frac{0.00253m^3/s}{150} \right)^{1.852} \left(\frac{250.48m}{(0.075m)^{4.87}} \right)$$

$$h_{f_{descarga}} = 1.164m$$

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

$$CTD = 73.17m + 18.74m + 3.811m + 1.164m$$

$$CTD = 96.885m \approx 317.783pies$$

a) Potencia hidráulica de la bomba:

$$P_B = \frac{Q * CTD}{3960 * 0.60}$$
$$P_B = \frac{(40.16 \text{ gpm})(317.783 \text{ pies})}{3960 * 0.60}$$
$$P_B = 5.4 \text{ HP}$$

Se requiere un equipo de bombeo con una potencia hidráulica superior a los 5.4 HP.

c) Selección del equipo de bombeo

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

Caudal 9.108 m³/h

CTD 317.783 Pies

Como referencia se utilizó el catálogo de bombas sumergibles GRUNDFOS SP A, SP de 50Hz, resultando la elección de la bomba SP 8A – 21N (R) para caudales de operación de hasta 60 m³/h, las características del equipo de bombeo se indican a continuación:

Velocidad de giro (n)	2870	Rpm
Diámetro	3	Plg
Potencia (P)	3.93	Kw ≈5.4 HP
Eficiencia (e)	60	%

d) Potencia del motor

$$P_M = 1.15 * P_B$$
$$P_M = 1.15 * 5.4 \text{ HP}$$
$$P_M = 6.21 \text{ HP}$$

4.8 Diseño hidráulico de la línea de conducción

a) Diámetro de la línea de conducción

El diámetro fue calculado en la sección (5.5.a), dando como resultado una tubería de conducción de 3 pulgadas.

b) Velocidad

Aplicando la ecuación de continuidad:

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

$$V = \frac{4(0.002534 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0.075 \text{ m})^2}$$

$$V = 0.6 \text{ m/s}$$

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

La velocidad se encuentra en el límite inferior pero está 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 3", 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. 15):

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 \frac{(0.075 \text{ m})}{(0.00231 \text{ m})}}$$

$$C = 213.381 \text{ m/s}$$

▪ 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 16 para cierre instantáneo:

$$T = \frac{2(253.73 \text{ m})}{213.381 \text{ m/s}}$$

$$T = 2.38 \text{ segundos}$$

▪ Cálculo de la sobre presión

A través de la ecuación 17, se obtiene el valor de la sobrepresión.

$$G.A. = \frac{(213.381 \text{ m/s})(2.38 \text{ m/s})}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$G.A. = 51.77 \text{ m}$$

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.

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

$$PT = 51.77 \text{ m} + 18.74 \text{ m}$$

$$PT = 70.51 \text{ m}$$

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.

4.9 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento

a) Cálculo del volumen del tanque

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

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

$$Vol.Total = 0.35(145.98 m^3/dia)$$

$$Vol.Total = 51.09 m^3$$

b) Cálculo de la altura del tanque

De la tabla 13, se determina que la constante de la capacidad de almacenamiento del tanque es $k = 2$. Aplicando la ecuación 23 para determinar la altura económica:

$$h = \frac{\frac{51.09m^3}{100}}{3} + 2$$

$$h = 2.17 m$$

La altura hasta la tubería de reboce será de 2.17m, para una altura total de la estructura de 3.2m, esto sin afectar la estabilidad de la estructura.

c) Cálculo de la base del tanque

$$L = \sqrt{\frac{51.09 m^3}{2.17 m}}$$

$$L = 4.85 m \approx 4.90 m$$

El depósito final tendrá una altura de reboce de 2.5 metros y un largo de 4.85 metros.

4.10 Análisis hidráulico de la red de distribución

La simulación del sistema se realizó con el software EPANET, considerando tres condiciones de trabajo:

- Tanque lleno y CMH: Para simular una condición de trabajo exigente, pero con el tanque funcionando a capacidad.
- Tanque a 1/3 de capacidad y CMH: Para simular una condición de trabajo con un bajo nivel de agua en el depósito, situación en la cual las presiones decaen.
- Tanque lleno y consumo cero: Simula un sistema sin demanda (horas de la madrugada), cuando se presentan las mayores presiones.

Además se realizó una simulación en periodo extendido, con una duración de 3 días, para analizar el comportamiento de los componentes del sistema en condiciones más realistas, de manera que se puedan identificar las siguientes situaciones:

- Horas de bombeo y la necesidad de bombeo continuo o discontinuo.
- La evolución de los niveles en el depósito, horas de llenado y de vaciado.
- Velocidades en las tuberías de la red de distribución y línea de conducción.
- La evolución de las presiones nodales durante el día.
- La evolución de los caudales.

Todas las simulaciones se realizaron considerando las siguientes consideraciones:

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

El modelo hidráulico consta de 33 nodos, el alto nivel de sinuosidad de las calles y las pendientes poco uniformes, hizo necesario la colocación de nodos ocasionalmente cercanos, que permitan un mayor control de las características de interés (presiones y velocidades).

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

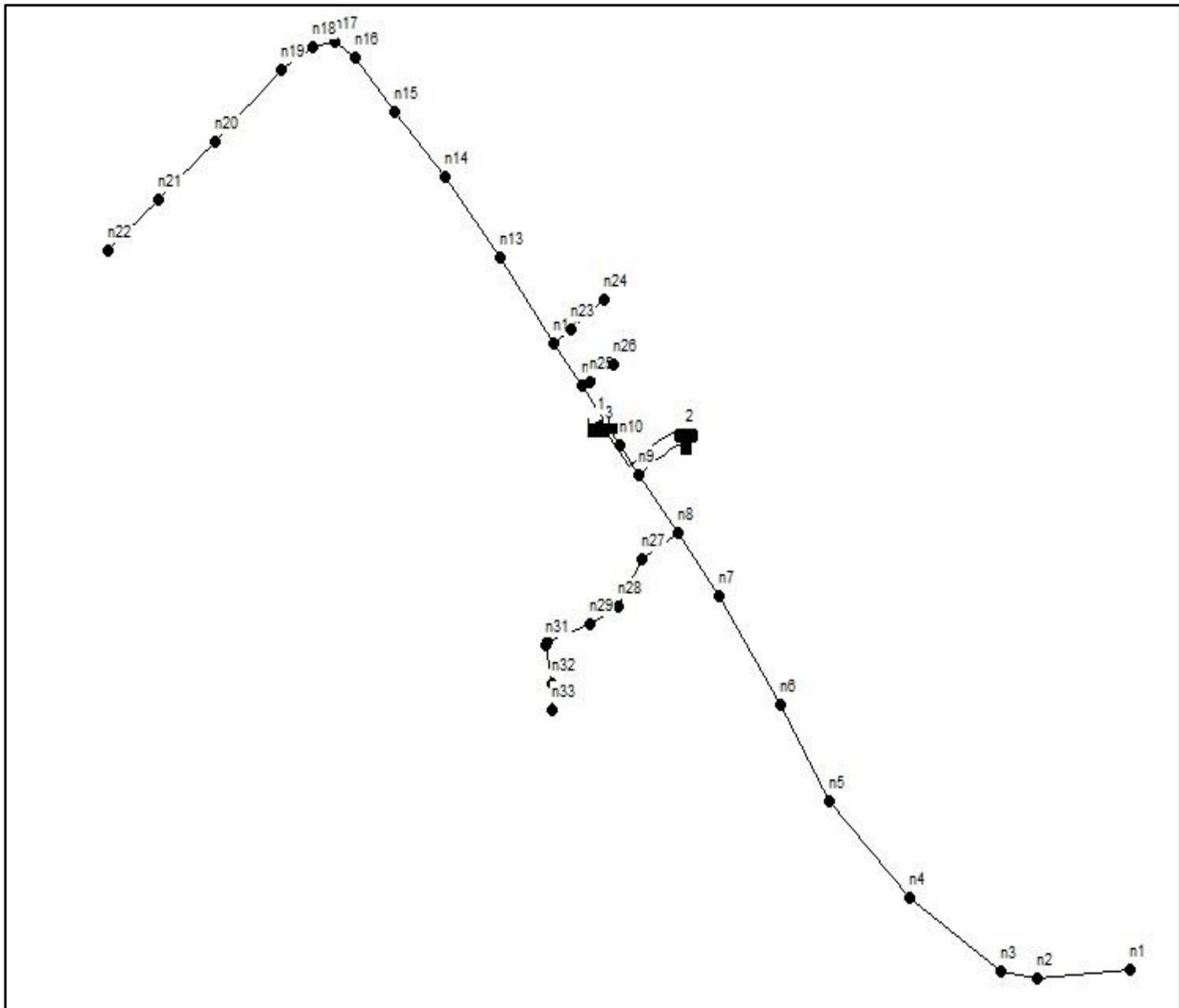


Figura 8: Esquema de la red de distribución, etiquetado de nodos.
Fuente: EPANET. (2015).

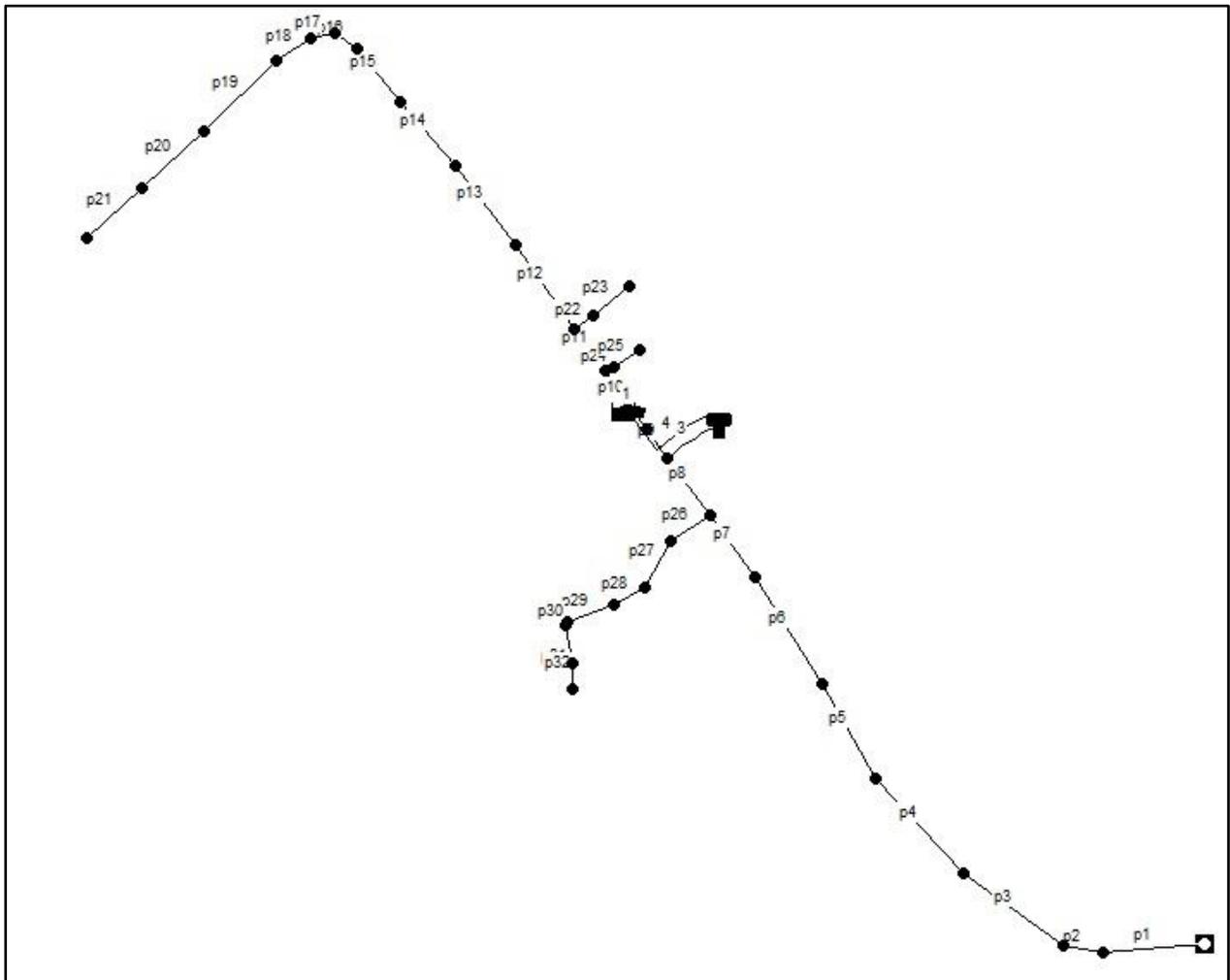


Figura 9: Esquema de la red de distribución, etiquetado de líneas.
Fuente: EPANET. (2015).

Para facilitar la interpretación de los datos, la red de distribución ha sido dividida en 9 sectores, situación que se ilustra en la figura 10.

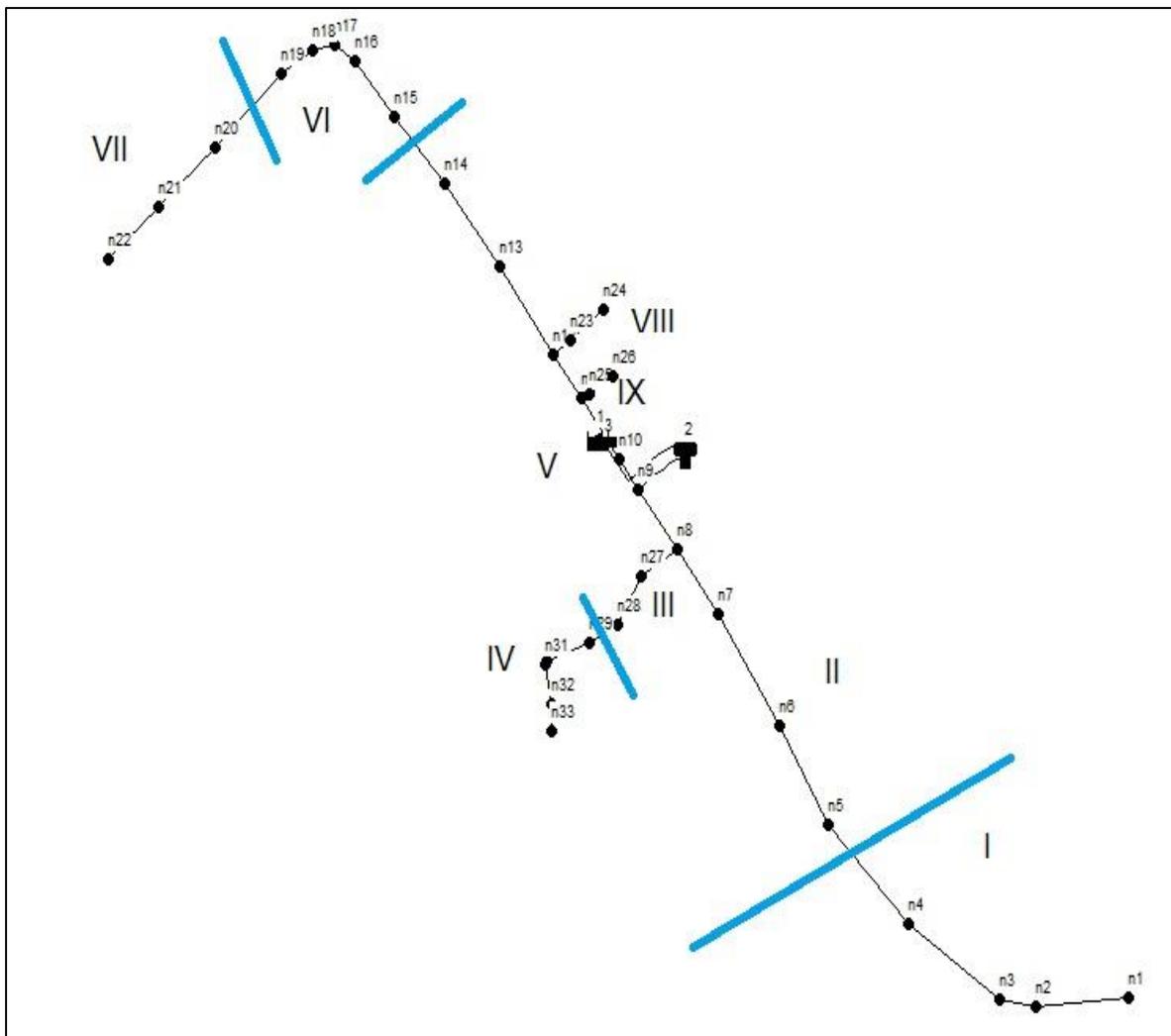


Figura 10: Esquema de la red de la distribución por sectores para interpretación de datos.
Fuente: EPANET. (2015).

Cabe mencionar que este patrón no hace referencia al aislamiento de sectores median válvulas de pase, la localización de estas se detallan en los planos constructivos.

4.10.1 Condición n°1: Tanque lleno y CMH

a) Análisis de presiones

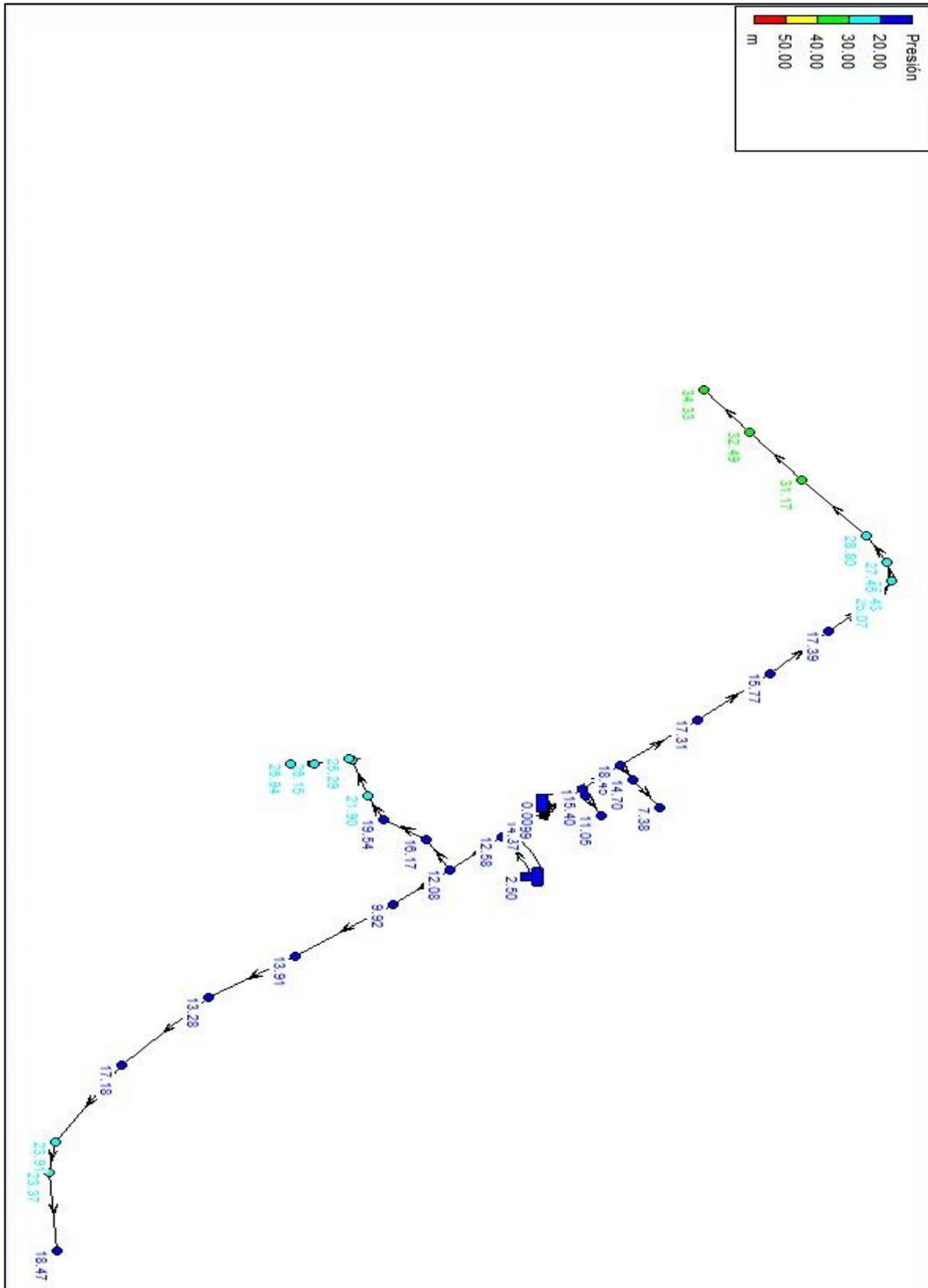


Figura 11: Esquema de presiones para la condición Tanque lleno y CMH.
Fuente: EPANET. (2015).

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n1	0.11	58.91	18.47	Conexión n19	0.15	58.61	28.80
Conexión n2	0.15	58.91	23.37	Conexión n20	0.19	58.58	31.17
Conexión n3	0.17	58.92	23.91	Conexión n21	0.17	58.57	32.49
Conexión n4	0.27	58.96	17.18	Conexión n22	0.08	58.57	34.33
Conexión n5	0.25	59.06	13.28	Conexión n23	0.07	59.38	14.70
Conexión n6	0.25	59.21	13.91	Conexión n24	0.05	59.38	7.38
Conexión n7	0.21	59.49	9.92	Conexión n25	0.04	59.60	15.40
Conexión n8	0.21	59.72	12.08	Conexión n26	0.03	59.60	11.05
Conexión n9	0.11	60.17	12.58	Conexión n27	0.10	59.70	16.17
Conexión n10	0.11	59.97	14.37	Conexión n28	0.09	59.68	19.54
Conexión n11	0.14	59.60	16.61	Conexión n29	0.09	59.68	21.90
Conexión n12	0.19	59.38	18.45	Conexión n30	0.06	59.67	25.06
Conexión n13	0.21	59.09	17.31	Conexión n31	0.05	59.67	25.29
Conexión n14	0.19	58.88	15.77	Conexión n32	0.07	59.67	26.15
Conexión n15	0.16	58.75	17.39	Conexión n33	0.03	59.67	26.94
Conexión n16	0.10	58.67	25.07	Conexión 3	0.00	61.59	15.99
Conexión n17	0.06	58.66	26.43	Enbalse 1	0.00	42.85	0.00
Conexión n18	0.07	58.64	27.45	Depósito 2	-4.22	61.59	2.50

Tabla 23: Resultados de presiones para la condición Tanque lleno y CMH.
Fuente: EPANET. (2015).

a) Análisis de velocidades

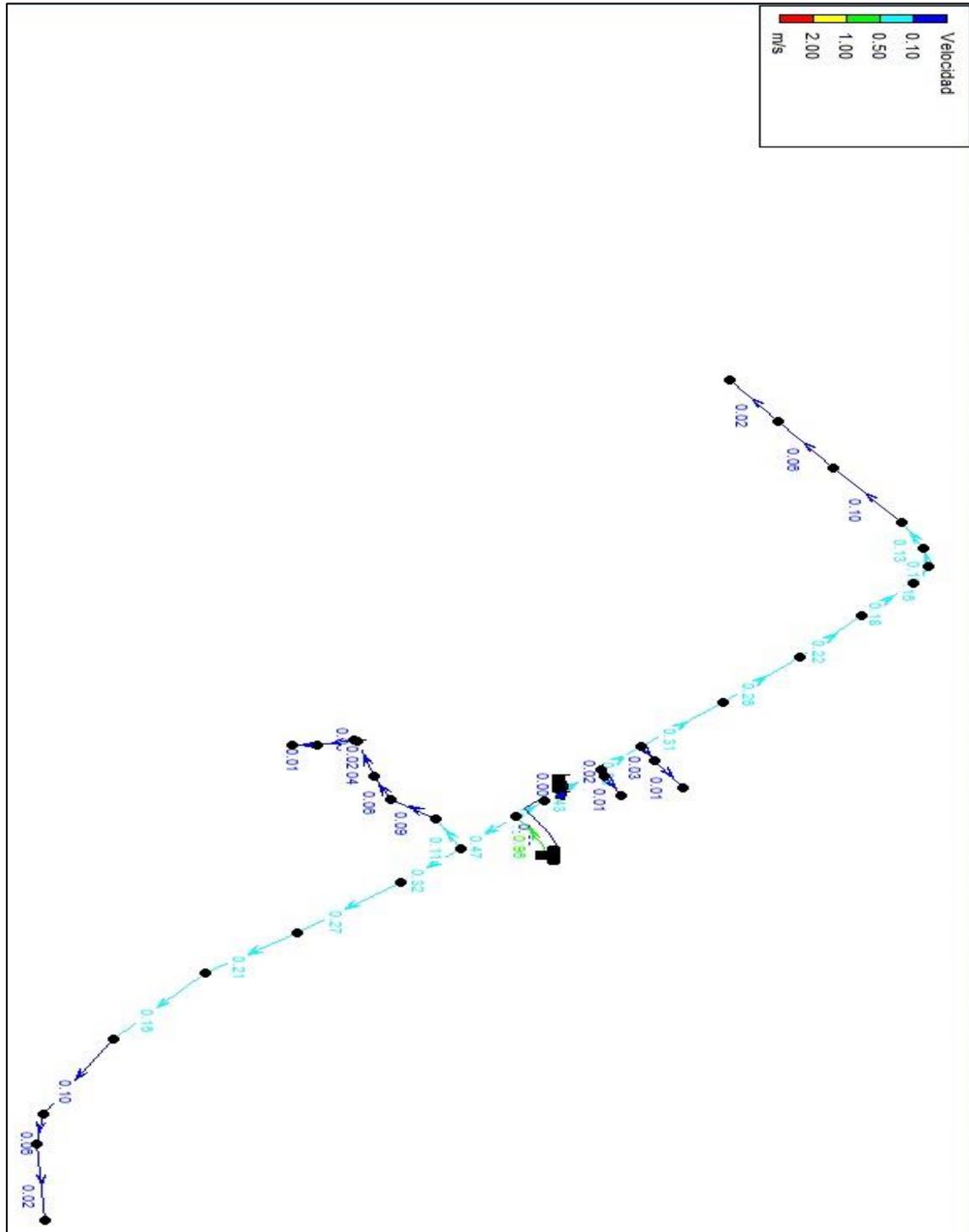


Figura 12: Esquema de velocidades para la condición Tanque lleno y CMH.
Fuente: EPANET. (2015).

30 de las 34 líneas presentan velocidades por debajo de los 0.4 m/s recomendados en la norma.

ID Línea	Longitud m	Caudal LPS	Velocidad m/s	ID Línea	Longitud m	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería p1	194.2	-0.11	0.02	Tubería p18	79.5	0.59	0.13
Tubería p2	76.0	-0.26	0.06	Tubería p19	190.9	0.44	0.10
Tubería p3	236.6	-0.43	0.10	Tubería p20	159.4	0.24	0.06
Tubería p4	243.1	-0.69	0.16	Tubería p21	141.2	0.08	0.02
Tubería p5	205.1	-0.94	0.21	Tubería p22	43.65	0.12	0.03
Tubería p6	241	-1.19	0.27	Tubería p23	89.55	0.05	0.01
Tubería p7	143.4	-1.40	0.32	Tubería p24	19.05	0.08	0.02
Tubería p8	139.9	-2.09	0.47	Tubería p25	58	0.03	0.01
Tubería p9	66.56	2.02	0.46	Tubería p26	89.73	0.48	0.11
Tubería p10	135.6	1.90	0.43	Tubería p27	101.8	0.38	0.09
Tubería p11	98.2	1.69	0.38	Tubería p28	68.66	0.28	0.06
Tubería p12	192.9	1.38	0.31	Tubería p29	93.69	0.19	0.04
Tubería p13	192	1.17	0.26	Tubería p30	7.754	0.14	0.03
Tubería p14	160.3	0.97	0.22	Tubería p31	74.86	0.09	0.02
Tubería p15	130.2	0.81	0.18	Tubería p32	46.48	0.03	0.01
Tubería p16	40.1	0.71	0.16	Tubería 4	253.73	0.00	0.00
Tubería p17	54.3	0.66	0.15	Tubería 3	117.71	-4.22	0.96

Tabla 24: Resultados de velocidades para la condición Tanque lleno y CMH.
Fuente: EPANET. (2015).

Los sectores I, IV, VII, VIII y IX presentan velocidades inferiores a 0.1 m/s, los sectores restantes presentan velocidades entre 0.1 a 0.90 m/s.

4.10.2 Condición n°2: Tanque 1/3 y CMH

a) Análisis de presiones

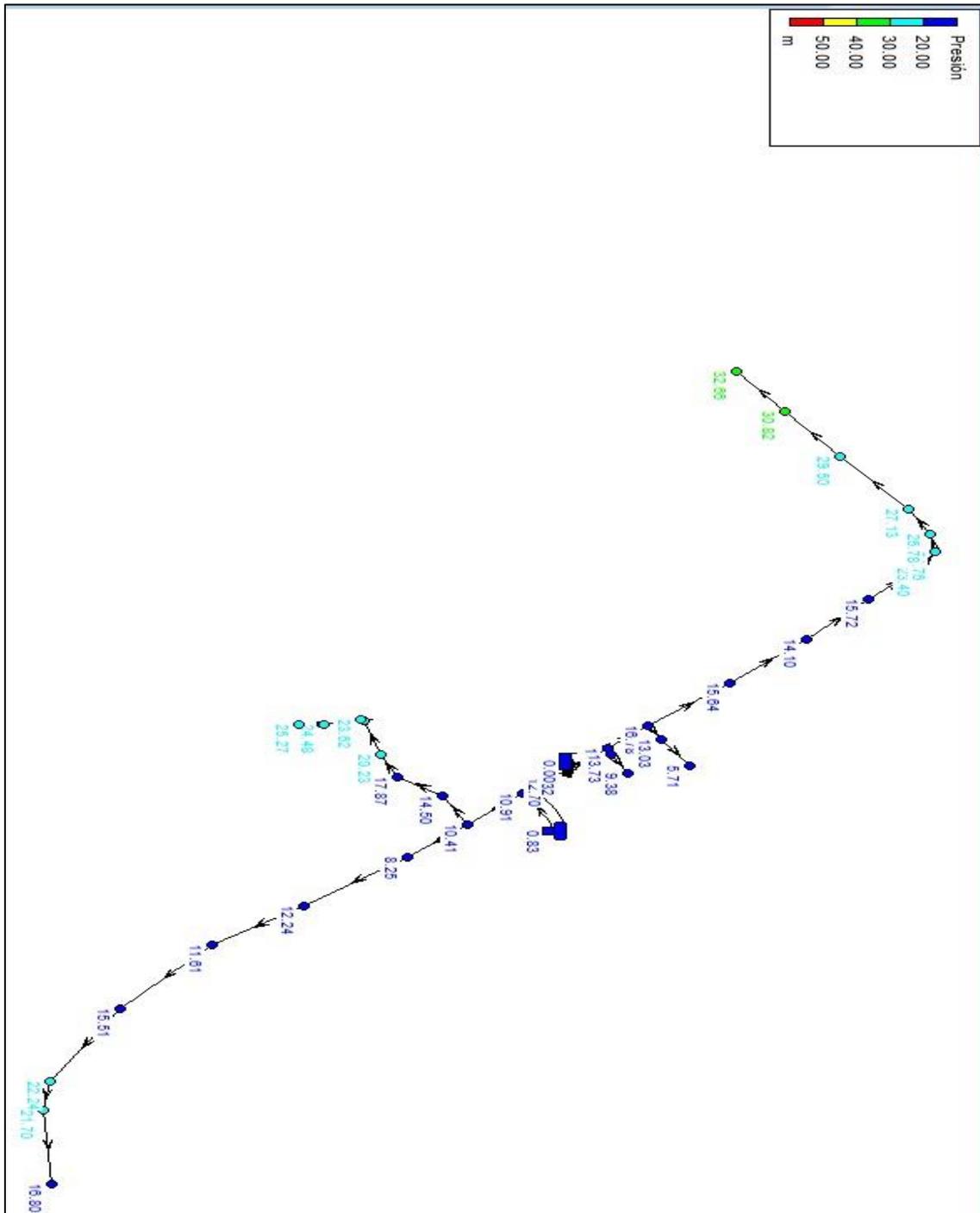


Figura 13: Esquema de presiones para la condición Tanque 1/3 y CMH.
Fuente: EPANET. (2015).

Los sectores VI y VII sostienen presiones por encima de los 25 m.c.a., mientras que en los sectores restantes las presiones se mantienen entre 10 y 25 m.c.a.

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n1	0.11	57.24	16.80	Conexión n19	0.15	56.94	27.13
Conexión n2	0.15	57.24	21.70	Conexión n20	0.19	56.91	29.50
Conexión n3	0.17	57.25	22.24	Conexión n21	0.17	56.90	30.82
Conexión n4	0.27	57.29	15.51	Conexión n22	0.08	56.90	32.66
Conexión n5	0.25	57.39	11.61	Conexión n23	0.07	57.71	13.03
Conexión n6	0.25	57.54	12.24	Conexión n24	0.05	57.71	5.71
Conexión n7	0.21	57.82	8.25	Conexión n25	0.04	57.93	13.73
Conexión n8	0.21	58.05	10.41	Conexión n26	0.03	57.93	9.38
Conexión n9	0.11	58.50	10.91	Conexión n27	0.10	58.03	14.50
Conexión n10	0.11	58.30	12.70	Conexión n28	0.09	58.01	17.87
Conexión n11	0.14	57.93	14.94	Conexión n29	0.09	58.01	20.23
Conexión n12	0.19	57.71	16.78	Conexión n30	0.06	58.00	23.39
Conexión n13	0.21	57.42	15.64	Conexión n31	0.05	58.00	23.62
Conexión n14	0.19	57.21	14.10	Conexión n32	0.07	58.00	24.48
Conexión n15	0.16	57.08	15.72	Conexión n33	0.03	58.00	25.27
Conexión n16	0.10	57.00	23.40	Conexión 3	0.00	59.92	14.32
Conexión n17	0.06	56.99	24.76	Enbalse 1	0.00	42.85	0.00
Conexión n18	0.07	56.97	25.78	Depósito 2	4.22	59.92	0.83

Tabla 25: Resultados de presiones para la condición Tanque 1/3 y CMH.
Fuente: EPANET. (2015).

b) Análisis de velocidades

Al no existir cambios en la demanda de agua, las velocidades son las mismas calculadas para la condición anterior.

4.10.3 Condición n°3: Tanque lleno y consumo cero

a) Análisis de presiones

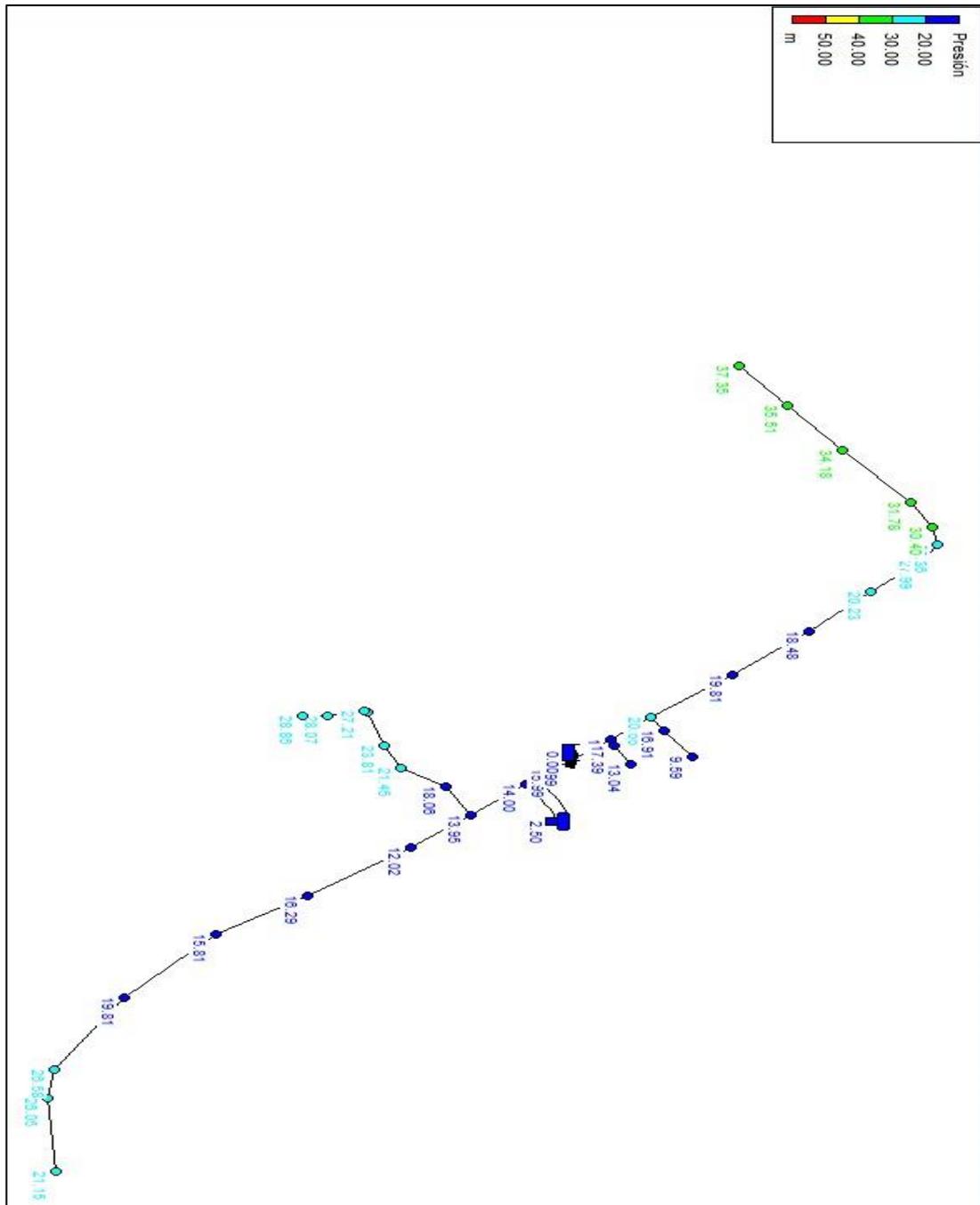


Figura 14: Esquema de presiones para la condición Tanque lleno y consumo cero. Fuente: EPANET. (2015).

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n1	0.00	61.59	21.15	Conexión n19	0.00	61.59	31.78
Conexión n2	0.00	61.59	26.05	Conexión n20	0.00	61.59	34.18
Conexión n3	0.00	61.59	26.58	Conexión n21	0.00	61.59	35.51
Conexión n4	0.00	61.59	19.81	Conexión n22	0.00	61.59	37.35
Conexión n5	0.00	61.59	15.81	Conexión n23	0.00	61.59	16.91
Conexión n6	0.00	61.59	16.29	Conexión n24	0.00	61.59	9.59
Conexión n7	0.00	61.59	12.02	Conexión n25	0.00	61.59	17.39
Conexión n8	0.00	61.59	13.95	Conexión n26	0.00	61.59	13.04
Conexión n9	0.00	61.59	14.00	Conexión n27	0.00	61.59	18.06
Conexión n10	0.00	61.59	15.99	Conexión n28	0.00	61.59	21.45
Conexión n11	0.00	61.59	18.60	Conexión n29	0.00	61.59	23.81
Conexión n12	0.00	61.59	20.66	Conexión n30	0.00	61.59	26.98
Conexión n13	0.00	61.59	19.81	Conexión n31	0.00	61.59	27.21
Conexión n14	0.00	61.59	18.48	Conexión n32	0.00	61.59	28.07
Conexión n15	0.00	61.59	20.23	Conexión n33	0.00	61.59	28.86
Conexión n16	0.00	61.59	27.99	Conexión 3	0.00	61.59	15.99
Conexión n17	0.00	61.59	29.36	Embalse 1	0.00	42.85	0.00
Conexión n18	0.00	61.59	30.40	Depósito 2	0.00	61.59	2.50

Tabla 26: Resultados de presiones para la condición Tanque lleno y consumo cero. Fuente: EPANET. (2015).

Bajo esta condición no se encuentran nodos con presiones por debajo de los 5 m.c.a. Cabe mencionar que solamente un nodo tiene presión de 9.60 m.c.a, lo que no significa un problema para el consumo de agua.

Los sectores I, IV, VI y VII sostienen presiones por encima de los 25 m, mientras que los sectores restantes presiones de entre 14 y 25 m.

La máxima presión registrada es de 37.35 metros (nodo 22), por consiguiente ningún nodo del sistema sobrepasa la presión límite de 50 m.c.a.

a) Análisis de velocidades

Al no haber demanda, no hay flujo de agua.

4.10.4 Análisis en periodo extendido

Para el análisis en periodo extendido se incorporó un patrón de demanda, de manera que simule el cambio que experimenta la demanda de agua durante el día (ver figura 15).

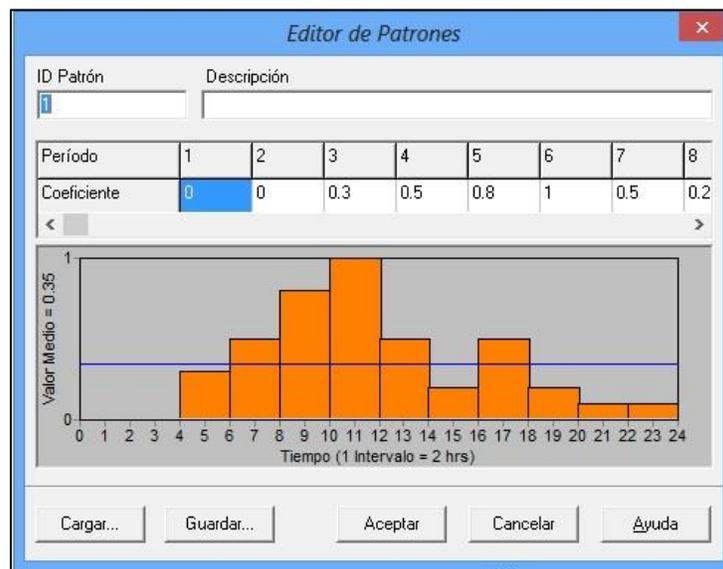


Figura 15: Patrón de demanda.
Fuente: Elaboración propia. (2015).

El patrón de demanda adoptado responde a las necesidades particulares del Asentamiento 23 de Octubre, a la vez que considera el cambio que experimentaría la población en su gasto de agua al realizar la transición a un nivel de servicio con características más favorables.

Se optó por concentrar los máximos consumos entre las 8 de la mañana a las 2 de la tarde, periodo durante el cual la población es más activa y realiza sus actividades domésticos habituales (higiene personal y habitacional, lavado de ropa y de encerres, preparación de alimentos, entre otros).

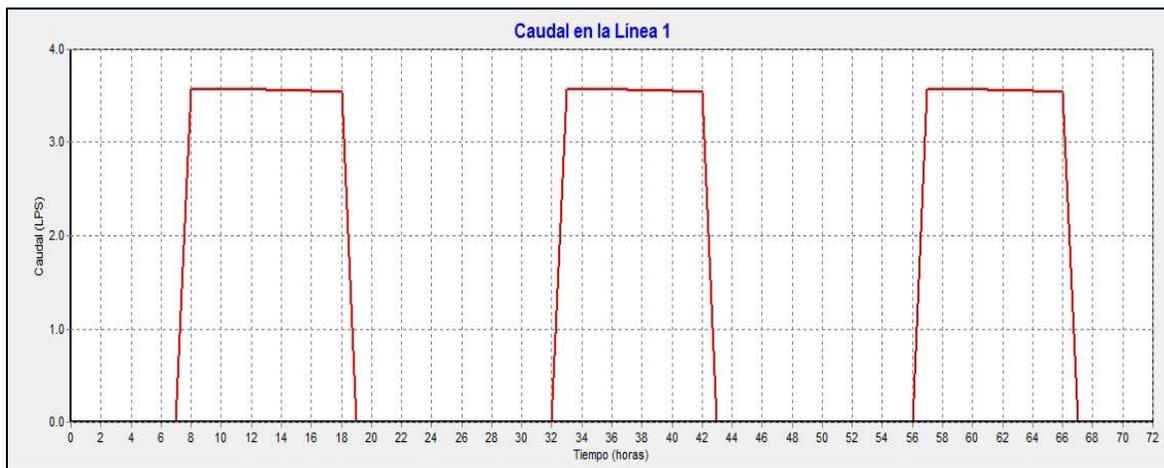
Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Coefficiente	0	0	0.3	0.5	0.8	1	0.5	0.2	0.5	0.2	0.1	0.1

Tabla 27: Coeficientes del patrón de demanda.
Fuente: Elaboración propia. (2015).

Los restantes datos de entrada son los mismos incorporados en los análisis en régimen permanente.

a) Horas de bombeo

El sistema fue modelado bajo la condición que el bombeo debiera iniciarse cuando se alcance un nivel de agua en el depósito de 1.8 metros y terminarse al alcanzar los 2.5 metros del reboce. En la siguiente gráfica se ilustra la evolución temporal del equipo de bombeo bajo estas condiciones.



Gráfica 19: Curva de evolución temporal de la bomba.
Fuente: EPANET. (2015).

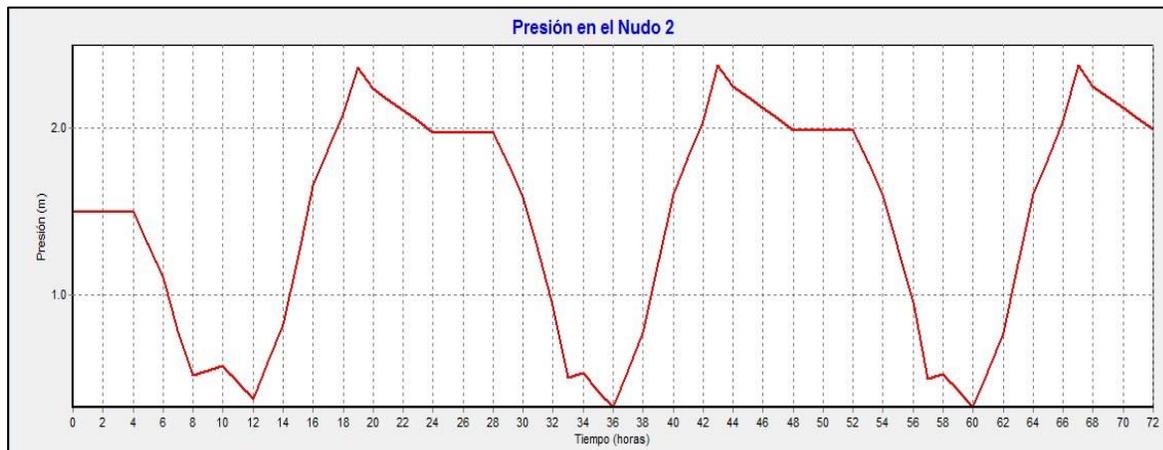
Luego de alcanzar la estabilidad del sistema (a partir del segundo día) la gráfica refleja que este demanda un régimen de bombeo continuo de 12 horas, iniciando las 6 am y terminando a las a las 8 pm.

Los niveles considerados para el inicio del bombeo mantienen relación directa con las horas de bombeo resultantes, un nivel bajo conlleva la necesidad de un aumento en las horas de bombeo, mientras que un nivel alto aunque implicaría una disminución en las horas, conlleva un llenado excesivamente rápido del depósito, a su vez debe considerarse que mantener un nivel bajo en el depósito ocasiona que las presiones decaigan.

El caudal de extracción por el equipo de bombeo seleccionado es de 3.69 lps.

b) Evolución temporal en los niveles del depósito

La gráfica 20, muestra la variación de los niveles de agua en el depósito.



Gráfica 20: Evolución temporal en los niveles del depósito.
Fuente: EPANET. (2015).

Se verifica un nivel mínimo de agua en el depósito es de 0.32 metros.

c) Evolución de las presiones

Las presiones nodales están condicionadas por los niveles de agua dentro del depósito, al desarrollar un análisis en periodo extendido los niveles de este evolucionan periódicamente, por consiguiente, el sistema experimenta presiones cercanas a los valores calculados anteriormente para las tres condiciones estáticas.

Las máximas presiones se alcanzan durante la noche y madrugada, con valores cercanos a los calculados para la condición tanque lleno y consumo cero. Durante el resto del día las presiones se limitan a mantenerse entre los valores calculados para la condición tanque lleno y CMH, y tanque 1/3 y CMH, en dependencia de las horas de llenado y vaciado del tanque.

Las mayores presiones se experimentan entre las 5 pm a las 5 am, cuando el nivel en el depósito se encuentra cercano a su máximo y la demanda de agua al mínimo.

d) Evolución de las velocidades

Las velocidades resultantes para la condición tanque lleno y CMH representan las máximas velocidades que se pueden desarrollar en el sistema, sin embargo al considerar la variación que experimenta la demanda de agua durante el día, obtenemos velocidades por debajo de estos valores, lo que indica la inevitable necesidad de colocar válvulas de limpieza en un sistema en donde a determinadas horas del día,

probablemente la gran mayoría de las líneas experimenten velocidades muy por debajo de los valores permisibles 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.

Las menores velocidades se desarrollan durante las horas de la tarde y noche, y las mayores entre las 10am a 12pm, cuando la población es más activa y el servicio experimenta la mayor demanda.

4.11 Desinfección

4.11.1 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 los coliformes totales.

4.11.2 Dosificación

De conformidad con los métodos y medios empleados por el ENACAL y FISE en sistemas rurales, el sistema 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 coliformes fecales, esta concentración será suficiente para desinfectar el agua de los microorganismo restante, además que 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/lt		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	19.072	0.458	0.704	320.089	32.009	8.457	288.970
2016	19.840	0.476	0.733	332.976	33.298	8.797	300.603
2017	20.632	0.495	0.762	346.279	34.628	9.149	312.613
2018	21.450	0.515	0.792	359.997	36.000	9.511	324.997
2019	22.317	0.536	0.824	374.546	37.455	9.896	338.132
2020	23.208	0.557	0.857	389.511	38.951	10.291	351.642
2021	24.125	0.579	0.891	404.892	40.489	10.697	365.528
2022	25.091	0.602	0.926	421.105	42.110	11.126	380.164
2023	26.106	0.627	0.964	438.148	43.815	11.576	395.551
2024	27.147	0.652	1.002	455.608	45.561	12.037	411.313
2025	28.236	0.678	1.043	473.899	47.390	12.520	427.825
2026	29.351	0.704	1.084	492.605	49.261	13.015	444.713
2027	30.540	0.733	1.128	512.559	51.256	13.542	462.727
2028	31.754	0.762	1.172	532.928	53.293	14.080	481.116
2029	33.017	0.792	1.219	554.129	55.413	14.640	500.255
2030	34.354	0.825	1.268	576.577	57.658	15.233	520.521
2031	35.717	0.857	1.319	599.440	59.944	15.837	541.161
2032	37.153	0.892	1.372	623.551	62.355	16.474	562.928
2033	38.639	0.927	1.427	648.493	64.849	17.133	585.445
2034	40.175	0.964	1.483	674.266	67.4266289	17.8141688	608.712622

Tabla 28: Dosificación de hipoclorito de Calcio.
Fuente: Elaboración propia. (2015).

A lo largo de la vida útil del proyecto deberán realizarse estudios 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, en dependencia 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 la implementación de una nueva alternativa tratamiento y potabilización del agua; de lo contrario el tratamiento y dosificación considerados en esta sección serán aún vigente.

CAPITULO V

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



CAPITULO V: ESPECIFICACIONES TECNICAS

5.1 Especificaciones para el tanque de concreto ciclópeo

5.1.1 Condiciones generales

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

5.1.2 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.

5.1.3 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 $f'c=3,000\text{psi}$. Para todo concreto la proporción de cemento, árido y agua para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con las normas 613-54 del ACI. No se permitirá cambios en las proporciones sin la aprobación del Ingeniero.

5.2 Materiales

5.2.1 Cemento

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

5.2.2 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.

5.2.3 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.

5.2.4 Agua

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

5.2.5 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.

5.3 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.

5.4 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.

5.5 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.

5.6 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.

5.7 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.

5.8 Paredes de concreto ciclópeo

Los muros del tanque de mampostería serán construidos de piedra bolón de tamaño máximo de 4" a 10" de diámetro, estas piedras deberán ser de roca sólida, no se permitirán bolones de piedras calizas, terrones o materiales fácilmente disgregables. El mortero a emplearse en la pegada de la piedra tendrá una proporción de una parte de cemento por cuatro partes de arena colada con la malla n°16. El volumen de piedra bolón ocupara como máximo el 60% del volumen total del muro. La colocación de la piedra bolón se hará de manera que las juntas queden completamente llenas de mortero y no hagan espacios vacíos obteniendo así la conformación monolítica de la piedra con el mortero, deberá colocarse la piedra de forma estética, de manera que la apariencia de la pared presente un buen acabado.

5.9 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 el pozo 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.

5.10 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.

5.11 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.

5.12 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.

5.13 Remoción de formaletas y obras falsas

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

5.14 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.

5.15 Trabajos defectuosos

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

5.16 Pruebas

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

5.17 Acabado interno de paredes

En la parte interior de las paredes se aplicará un repello de 1.6 centímetros con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello se aplicará un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad.

5.18 Accesorios del tanque

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

5.18.1 Tubería de llegada

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

5.18.2 Tubería de salida

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

5.18.3 Tubería de limpieza

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

5.18.4 Tubería de ventilación

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

5.18.5 Tubería de rebose

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

5.18.6 Escalera Interior

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

5.18.7 Boca de inspección

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

6 Especificaciones para la caseta de bombeo

6.1 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.

6.2 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.

6.3 Materiales

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

6.3.1 Bloques de adobe estabilizado (hueco)

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

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

6.4 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.

6.5 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.

6.5.1 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.

6.5.2 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.

6.6 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.

6.7 Piso

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

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

7 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 40.175 gpm

CTD 317.783 Pies

Potencia de la bomba 5.4 HP

7.1 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.

7.2 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.

7.3 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.

7.4 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.

8 Especificaciones para instalación de tuberías

8.1 Excavación

8.1.1 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.

8.1.2 Dimensiones excavación

El ancho de zanja será 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.

8.2 Instalación de tuberías

8.2.1 Recursos y procedimientos

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

8.2.2 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.

8.2.3 Remoción de agua en las zanjas

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

8.2.4 Instalación de tuberías

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

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

Los tubos podrán ser bajados 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 3" 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.

8.2.5 Instalación de válvulas y accesorios

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

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

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

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

a) Válvulas de compuerta

En los sitios indicados en los planos se instalarán válvulas de compuerta. Estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá ser instalada de tal forma que la tuerca para operar quede en posición vertical. Las cajas de protección de las válvulas se instalarán a nivel con la superficie del terreno.

b) Válvula de Limpieza

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

8.2.6 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.

8.2.7 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.

8.2.8 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.

8.3 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.

8.3.1 Requerimientos generales

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

- 1) Se iniciará el relleno con capas de 10 centímetros de espesor y material seleccionado aceptado por El Ingeniero, cuidadosamente apisonadas sobre y muy particularmente, debajo del tubo y sus costados, hasta un nivel que corresponda a 1/4 del área del tubo. Al terminar el apisonado del fondo de la zanja, se usará un azadón de

forma curva para proveer un apoyo uniforme y continuo para el cuadrante inferior de los tubos.

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

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

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

8.3.2 Tipos de relleno

a) Relleno común

Consistente en material aprobado y seleccionado, sacado de la excavación de la zanja o de otra fuente, libre de terrones grandes, cenizas, 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.

9 Especificaciones para tubería y accesorios PVC

9.1 Tuberías

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

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

Todas las tuberías PVC deberán llevar marcado lo siguiente:

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

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

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

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

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

9.2 Accesorios PVC

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

9.3 Pegamento PVC

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

10 Especificaciones para válvulas de hierro fundido y bronce

10.1 Válvulas de pase de bronce (CURB STOP)

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

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

10.2 Válvulas de compuerta de hierro fundido

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

Las válvulas vendrán provistas de tuerca de operación de 3" x 3" con extremos con empaque de hule, con un diámetro interior igual al diámetro exterior del tubo suministrado (PVC SDR-17 o 26), llevarán interior y exteriormente un revestimiento protector. Las válvulas con extremos de bridas serán según especificaciones ANSI B-

16.1, clase 125, con sus respectivos compañeros de brida de hierro fundido con rosca hembra I.P. (Female Iron Pipe Threads), pernos, tuercas y empaques.

11 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.

CONCLUSIONES

- ✚ El estudio y diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable por Bombeo Eléctrico para la el Asentamiento 23 de Octubre del municipio de Tola, departamento de Rivas, 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.
- ✚ El estudio de población, tasa de crecimiento, nivel de vida, brindan los datos suficientes para adoptar la dotación más adecuada a las necesidades de la comunidad.
- ✚ Con la implementación del sistema de abastecimiento de agua potable los habitantes del asentamiento mejorarían de forma sustancial las condiciones higiénico-sanitarias en que habitan, haciendo énfasis en el mejoramiento de la higiene personal, habitacional y salud en general, teniendo en cuenta que los habitantes del asentamiento no poseen sistema de alcantarillado para lo que son aguas grises. Sin embargo esto los obliga a cada uno a construir su propia letrina, situación que obliga a contemplar a corto plazo la implementación de un proyecto de saneamiento rural que complemente el sistema propuesto, de tal manera que permita a los pobladores ser protagonistas de su propio bienestar.
- ✚ Según todo lo abordado en este documento se concluye que el sistema propuesto es el más adecuado, habiendo considerado el escenario socioeconómico que se desarrolla dentro del asentamiento, brindando resultados satisfactorios económicos para la realización del proyecto.

RECOMENDACIONES

- 1) La Alcaldía de Tola y el asentamiento 23 de octubre, 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.
- 6) Los comunitarios en general deben apropiarse del proyecto y adquirir, compromisos a fin de lograr un beneficio pleno con el sistema, cumpliendo con las recomendaciones que emanen de las reuniones que celebre el Comité de Agua Potable.
- 7) Se deberá consumir el agua exclusivamente 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.
- 8) 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.
- 9) Se recomienda mantener un fondo monetario para enfrentar reparaciones eventuales del sistema.
- 10) Realizar limpieza constante en del tanque de almacenamiento e hipoclorador de carga constante. Se deberá coordinar con la alcaldía municipal de Tola en caso de necesitar una desinfección completa del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

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.

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.

ANEXOS

CLIENTE
ABACUS S.A.
 Plame de Alameda de Elnah Villa Fontana 1 c al Norte
 1/2 c al Este, Casa # 198
 Managua, Managua
 Ing. Oscar Bravo
 Tel.: 22780934

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
 Instituto de Recursos Acuáticos (IRA) - CIRA
 Calle 1000, Managua (505) 2278 6901, 2278 6797, 2278 6962
 Telefax (505) 2267 8166, asistente postal 4888, correo: vialta@uninva.edu.ni
 vialta@uninva.edu.ni

Resúmenes Analíticos Físico Químicos

AGUA NATURAL
 Tipo Procedimiento: **Por Riesgo Controlado de España**
 Fecha de Emisión: **23 de octubre**
 Lugar: **Tola, Rivas**
 No reportadas:
 2014-08-28
 08:10:00

AN-444
 2014-08-28
 2014-08-28
 2014-08-28

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Unidad	Rango de Detección	Valor máximo admisible
TURBIDEZ	2120 B ¹		1.00	UNT	UNT	0.00 a 899	5.00 UNT
pH a 25.0 °C	4050-H B ¹		7.21	Unidades de pH	0.5 unit ¹	0.10 a 14.00	6.5 - 8.5 Unidades de pH
CONDUCTIVIDAD A 25°C	2810 B ¹		666.00	µS/cm ¹		1.0 a 100 000.00	10000 µS/cm ¹
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1030 E ¹		363.79	mg/l ¹			
CALOR VERDADERO	2120 B ¹		5.0	mg/l ¹ P-Co			15.00 mg/l ¹ P-Co
CALCIO	3500-CA B ¹		66.14	mg/l ¹			
MAGNESIO	3500-Mg B ¹		5.36	mg/l ¹			50.00 mg/l ¹
SECO	Emoción 15 - Na ¹		24.20	mg/l ¹			200.00 mg/l ¹
POZADO	3500-PO B ¹		0.30	mg/l ¹			10.00 mg/l ¹
CLORURO	4110 B ¹		7.88	mg/l ¹			200.00 mg/l ¹
NITRÓGENO	4110 B ¹		8.89	mg/l ¹			60.00 mg/l ¹
SULFATOS	4110 B ¹		15.07	mg/l ¹			250.00 mg/l ¹
CARBONATOS	2220 B ¹		2.90	mg/l ¹			
BICARBONATOS	2220 B ¹		0.75	mg/l ¹			5.00 mg/l ¹
DUREZA TOTAL Como CaCO ₃	2240 C ¹		254.00	mg/l ¹			500.00 mg/l ¹
ALUMINUMO TOTAL Como CaCO ₃	2220 B ¹		0.42	mg/l ¹			5.00 mg/l ¹
ALUMINUMO A LA FENOLFTALEINA	2220 B ¹		1.67	mg/l ¹			5.00 mg/l ¹
SILICE REACTIVO/SILICIO	4600-SiO ₂ C ¹		64.89	mg/l ¹			
NITRITOS	4600-NO ₂ B ¹		0.003	mg/l ¹			0.10 a 3.00 mg/l ¹
NIÓBIO	3500-Fe B ¹		0.02	mg/l ¹			0.30 mg/l ¹
FLUORURO	4110 B ¹		0.25	mg/l ¹			0.7 - 1.5 mg/l ¹
AMONIO	4600-NH ₄ F ¹		0.212	mg/l ¹			0.5 mg/l ¹
BALANCE COMO DE LA MUESTRA	1030 E ¹		0.47	%			

Comentarios:
 <E El autor está por debajo del límite de detección
 <E El autor está por debajo del rango de detección

Referencia:
 Normativa de calidad ambiental (MPEL) (2005). Guías Técnicas de los Procedimientos de Análisis por el Método "Por Riesgo Controlado de España".
 Normativa de calidad ambiental (MPEL) (2005). Guías Técnicas de los Procedimientos de Análisis por el Método "Por Riesgo Controlado de España".
 Normativa de calidad ambiental (MPEL) (2005). Guías Técnicas de los Procedimientos de Análisis por el Método "Por Riesgo Controlado de España".

Fecha de Emisión: 23 de octubre
Lugar: Tola, Rivas
No reportadas:
 2014-08-28
 08:10:00

ANÁLISIS
 2014-08-28
 2014-08-28
 2014-08-28

AGUA NATURAL
 Tipo Procedimiento: **Por Riesgo Controlado de España**
 Fecha de Emisión: **23 de octubre**
 Lugar: **Tola, Rivas**
 No reportadas:
 2014-08-28
 08:10:00

Resúmenes Analíticos Físico Químicos

DECLARACION DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

2014-AN-545

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-15), el Laboratorio de Aguas Naturales hace constar que la muestra de agua natural codificada con el N° AN-545, fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Aguas Naturales".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.


AREA ANALITICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de su Director. Por su parte, el CIRA/UNAN se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del cliente.

Managua, a los seis días del mes de junio del año dos mil quince.

AREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD DE CALIDAD CIRA/UNAN

ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD CIRA/UNAN



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
 Hospital Monte España 300 metros al lago, Teléfono: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982
 Telefax (505) 2267-9169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cirra-unan.edu.ni

CLIENTE

ABACUS S.A.
 Pinar de Atarima de Entel Villa Fontana 1 c al Norte, 7/2 c al Este, casa # 198
 Managua, Managua
 Teléfono No. 22780924

Resultados Analíticos de Microbiología

MATRIZ DE LA MUESTRA
 IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
 LOCAL Y/O COMUNIDAD
 MUNICIPIO, DEPARTAMENTO
 ELEVACION
 COORDENADAS
 FECHA DE MUESTREO
 HORA DE MUESTREO

Agua Natural
 Tola, Rivas, Comunidad Cruz de España
 Asentamiento 23 de octubre
 Tola, Rivas
 No medida
 No medidas
 2014-05-26
 08 h 00

CODIGO DEL LABORATORIO
 MBS-0712
FECHA DE RECEPCION
 2014-05-26
FECHA DEL REPORTE
 2014-04-02

Valor Recomendado
 ? C/CFRE

Valor OJA
 *WHO

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Valor Recomendado	Valor OJA
• COLIFORMES TOTALES	9221 B ¹	< 1.8	2.08E+03	NMP/100 ml	Negativo	SR
• COLIFORMES TERMOFILANTES	9221 E ¹	< 1.8	4.08E+02	NMP/100 ml	Negativo	No detectable en 100 ml
• Escherichia coli	9221 F ¹	< 1.8	1.78E+01	NMP/100 ml	Negativo	No detectable en 100 ml

Ensayos Acreditados



Observaciones
 Conformes a los procedimientos. Conformes a las normas (información anterior)

Clave:
 NMP/100 ml: Número más Probable en cen millares de muestra analizada
 SR: Sin Referencia

Referencias:
 *Asesoría: Nilsen, María; Masedón, Jairo; 2003. Aspectos Metodológicos de los Exámenes de Agua y Saneamiento. Tola, Rivas, Managua, Nicaragua.
 *Manual de Control de Calidad de Agua Potable y Saneamiento en Centro América. (Managua) Instituto Centroamericano de Estudios de Agua y Saneamiento (ICAEAS).
 *Manual de Control de Calidad de Agua Potable y Saneamiento en Centro América. (Managua) Instituto Centroamericano de Estudios de Agua y Saneamiento (ICAEAS).
 *Manual de Control de Calidad de Agua Potable y Saneamiento en Centro América. (Managua) Instituto Centroamericano de Estudios de Agua y Saneamiento (ICAEAS).
 *Manual de Control de Calidad de Agua Potable y Saneamiento en Centro América. (Managua) Instituto Centroamericano de Estudios de Agua y Saneamiento (ICAEAS).

AREAS ANALÍTICAS
 CHEMUNAN

[Firma]
 AREA ANALITICA

AREAS TÉCNICAS, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

[Firma]
 AREA TECNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

DECLARACION DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALITICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04-001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra de agua natural codificada con el N° MB-0712 fue captada, presentada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Así mismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.

AREAS ANALÍTICAS
 CHEMUNAN

[Firma]
 AREA ANALITICA

AREAS TÉCNICAS, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

[Firma]
 AREA TECNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

Managua, a los dos días del mes de junio del año dos mil catorce



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua
 Hospital Monte España 300 metros al Lago, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982
 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: verbas.servicio@unin.edu.ni



CLIENTE

ABACUS S.A
 Planer de Alameda de Erniela Vila Fontana, 1. Cuidado al Norte,
 1/2 Ciudad al Este casa N° 198
 Inq. Oscar Biero
 Tda. 2278934

Resultados Analíticos de Metales Pesados

MANEJO DE LA MUESTRA	AGUA NATURAL
RIENTE	Pozo Perforado
IDENTIFICACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE	Tola Rivas Comunidad Cruz de España
LUGAR Y/O COMUNIDAD	Asentamiento 23 de octubre
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	Tola, Rivas
CONCENTRACIONES	No reportadas
FECHA DE MUESTREO	2014-05-26
HORA DE MUESTREO	08:1:00

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Valores máximos admisibles
Arsénico total	E. Rothey, et al. 1984 ¹	2.02	< id	µg l ⁻¹	10.00 µg l ⁻¹

Clasificación: **id** Límite de detección

Ing. Javier Chaviza Gómez Ramírez

PNQ Francisco J. Pineda Pachón
 Jefa Lab. Contaminantes Metálicos

Referencias:
¹ E. Rothey, 1984. Operación Manual. VOA. N. VADAN.
² Organización Mundial de la Salud. 1996. Guía para la calidad del agua potable. 2ª Ed. Ginebra OMS

2014-CM-343

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Contaminantes Metálicos hace constar que la muestra de agua codificada con el N° CM-343 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados de Contaminantes Metálicos".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Así mismo copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.



AREA ANALITICA

Ing. *[Firma]*

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá dar el Centro bajo expresa y formal autorización de su Director. Por su parte, el CIRAJUAN se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del cliente.

Managua, a los dos días del mes de junio del año dos mil catorce



AREA TECNICA ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD CIRAJUAN

Ing. *[Firma]*

Página 1 de 1

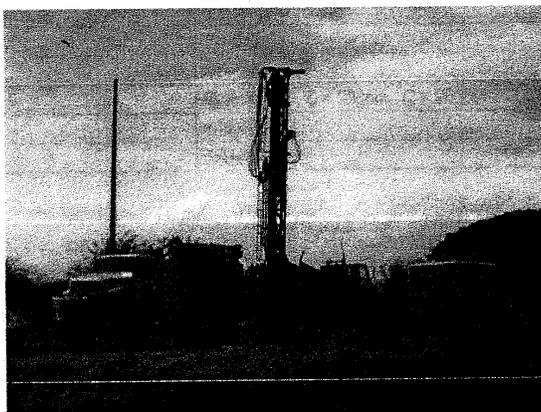


Managua, 7 de Junio del 2014

“COMUNIDAD ASENTAMIENTO 23 DE OCTUBRE”

“INFORME DE PRUEBA DE BOMBEO”

Ubicación: Comunidad Asentamiento 23 de Octubre del Municipio de Tola, Rivas.



Planes de Altamira #198 Managua, Nicaragua 505-2278-0924
www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com



I.- DATOS GENERALES

Ciente	JUAN AGUSTIN OROZCO PEREZ
Tipo de Prueba de Bombeo	Escalonada y Constante
Fecha de Prueba de Bombeo	3 de Junio del 2014
Hora De Llegada de Equipo	3:30 pm del 2 de Junio
Hora de Inicio	6:00 am
Hora Final	6:00 pm
Tiempo de Prueba de Bombeo	12 Horas
Ubicación	Comunidad Asentamiento 23 de Octubre, Municipio de Tola, Departamento de Rivas.
Pozo	Nuevo.
Profundidad	250' pies.
Ø de Tubería Revestimiento	6"
Nivel Estático	79' pies.
Nivel de Bombeo	$Q_1 = 240'$
Galones por minuto	$Q_1 = 50\text{gpm}, Q = 25\text{gpm}, Q = 20\text{gpm}$
Recuperación	4.03 GPM
Técnico	Jose Buitrago

Planes de Altamira #198 Managua, Nicaragua 505-2278-0924
www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com



Prueba de Bombeo de 12 Horas.				
Tiempo		N. Est	79'	Resumen de Aforo de Pozo.
H. Inicial	H. Final	Abat.	GPM	Observaciones

06:00				Inicio de Prueba de Bombeo.
06:00	07:00	120'	50	Q: 50
07:00	08:00	164'	50	
08:00	09:00	180'	50	Q: 50
09:00	10:00	210'	50	
10:00	11:00	230'	50	AGUA CRISTALINA
11:00	12:00	210'	40	Q: 40
12:00	1:00	190'	30	Q: 30
1:00	2:00	180'	25	Q: 25
2:00	3:00	170'	15	Q: 15
3:00	4:00	200'	20	Q: 20
4:00	5:00	200'	20	AGUA CRISTALINA
5:00	6:00	200'	20	RECUPERACION

Recuperación				
Tiempo		N. Dinamico	N. Recup	Resumen de Aforo de Pozo.
H. Inicial	H. Final		Recupt.	Recupt.
				Observaciones/Minutos
6:00				
6:00	6:00	200'	79'	121'
				30 Minutos

Recomendaciones:

Aforar el pozo a no más de 20GPM con una tubería de columna HG de 2" a 240' de profundidad (6.05GPP).

Nivel Estático del agua = 79'

Nivel Dinámico del agua = 200'

Planes de Altamira #198 Managua, Nicaragua 505-2278-0924
www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com



II. CRONOLOGICO DE PRUEBA

Prueba de Bombeo 12 Horas.					
Tiempo		N. Est	79'	Resumen de Aforo de Pozo.	
Horas	Minutos.	Bombeo	Abat.	GPM	Observaciones
06:00	0	0	0	0	Inicio de Prueba de Bombeo.
06:01	1	79'	0	50	
06:02	2	81'	2'	50	Q = 50 GPM.
06:03	3	83'	4'	50	
06:04	4	85'	6'	50	
06:05	5	87'	8'	50	
06:06	6	89'	10'	50	
06:07	7	91'	12'	50	
06:08	8	93'	14'	50	
06:09	9	95'	16'	50	
06:10	10	97'	18'	50	
06:12	12	99'	20'	50	
06:14	14	101'	22'	50	
06:16	16	103'	24'	50	
06:18	18	105'	26'	50	
06:20	20	107'	28'	50	Q = 50 GPM
06:25	25	109'	30'	50	
06:30	30	111'	32'	50	
06:35	35	113'	34'	50	
06:40	40	115'	36'	50	
06:45	45	117'	38'	50	
06:50	50	118'	39'	50	
06:55	55	119'	40'	50	
07:00	60	120'	41'	50	Q = 50 GPM
07:10	70	128'	49'	50	
07:20	80	136'	57'	50	
07:30	90	144'	65'	50	
07:40	100	150'	71'	50	
07:50	110	156'	77'	50	
08:00	120	164'	85'	50	Q = 18 GPM
08:30	150	172'	93'	50	
09:00	180	180'	101'	50	AGUA CRISTALINA

Planes de Altamira #198 Managua, Nicaragua 505-2278-0924
 www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com



09:30	210	195'	116'	50	
10:00	240	210'	131'	50	Q = 18 GPM
10:30	270	220'	141'	50	
11:00	300	230'	151'	50	Q = 25 GPM
11:30	330	220'	141'	40	AGUA CRISTALINA
12:00	360	210'	131'	40	
1:00	420	190'	111'	30	
2:00	480	180'	101'	25	Q = 60 GPM
3:00	540	170'	91'	15	
4:00	600	200'	121'	20	
5:00	660	200'	121'	20	
6:00	720	200'	121'	20	RECUPERACION

Atentamente,

Ing. Oscar Bravo Mayorga
OPERACIONES

Planes de Altamira #198 Managua, Nicaragua 505-2278-0924
www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com

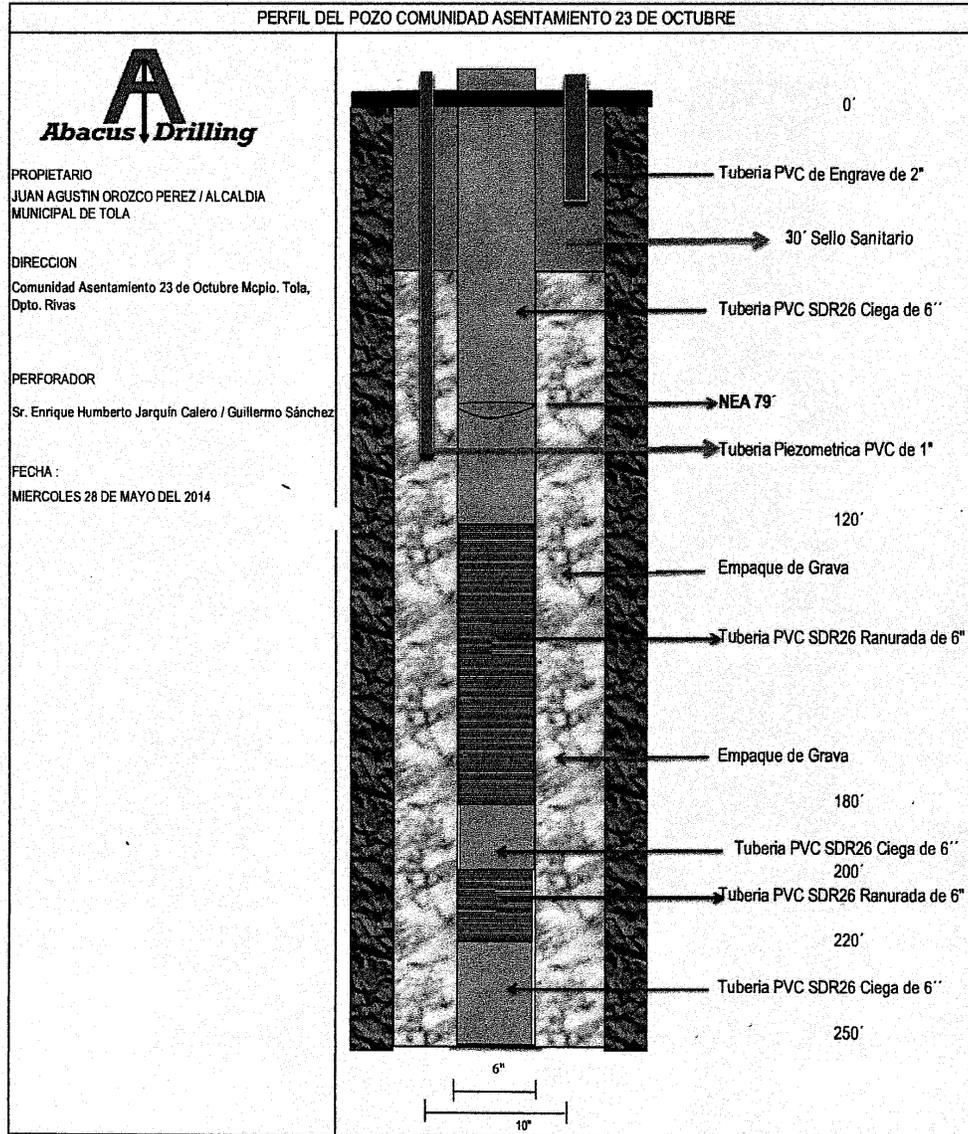


Código: WA14030

Propietario: **JUAN AGUSTIN OROZCO PEREZ**
 Dirección: Comunidad Asentamiento 23 de Octubre Mcpio. Tola, Dpto. Rivas
 Localización del pozo: Comunidad Asentamiento 23 de Octubre Mcpio. Tola, Dpto. Rivas
 Perforador: Sr. Enrique Humberto Jarquin Calero / Guillermo Sánchez (T013, T007)
 Ubicación GPS: N 11.44710 -86.04667 Tola, Rivas, Nicaragua
 Fecha Finalización: Miércoles, 28 de Mayo de 2014

Propósito del pozo:				Distancia					Hoja de Registro				
Domestico	Industrial	Municipal	X	Casing		Desde	Hasta	Material	Desde	Hasta			
Irrigation	Prueba del pozo	Otros		0'	10'	Tierra Vegetal Agrícola							
Tipo de Pozo:				10'	80'	Limo Arcilloso							
Nuevo	X	Excavado		80'	95'	Arcilla Compacta							
Profundizar		Percusion		95'	250'	Roca Basáltica							
Recondicionar		Rotacion	X										
Dimension:													
Diámetro		10" Pulgadas											
Pies Perforado		250' Pies											
Profundidad		250' Pies											
Completa del Pozo													
Detalles de la Perforación:													
Instalación de : PVC SDR26 DE 6"													
Hierro: N/A Plástico: PVC													
80 Pies Tub. Ranurada PVC SDR26 de 6"													
170 Pies Tubería Ciega PVC SDR26 de 6"													
02 Mts3 Empaque de Grava de ¼" a ½"													
30 ML Tubería Piezométrica PVC 1"													
03 ML Tubería Engrave PVC 2"													
Se realizó 12 Horas Prueba de Bombeo													
Cedazo: N/A													
Tipo: N/A Modelo: N/A													
Diámetro: N/A Tamaño: N/A													
Superficie sellada:													
30 Pies de Sello Sanitario													
02 Taponos Hembra de 6"													
Nivel del Agua:													
Estática del nivel del agua: 79'													
Prueba de capacidad del Pozo: 20 GPM													
Continuar atrás si es necesario													

Planes de Altamira, Casa #198 Managua, Nicaragua 505-2278-0924
 www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com



Ing. Oscar Bravo Mayorga

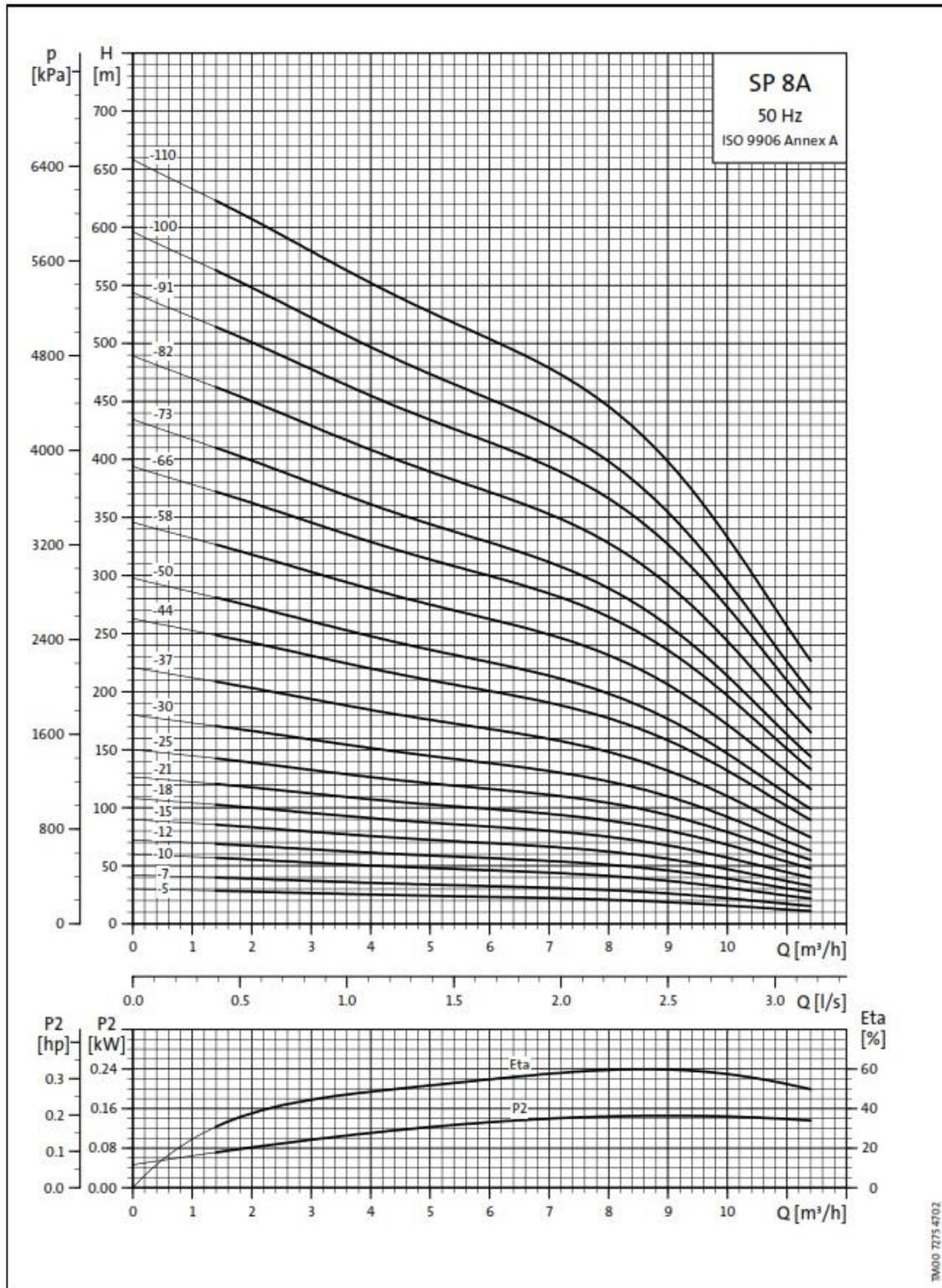
Fuente: Alcaldía de Tola.

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

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

Curvas características bombas GRUNDFOS modelos SP 8A de 50Hz.

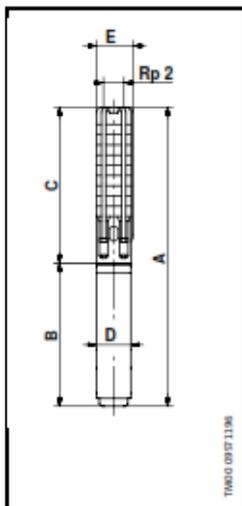


Fuente: GRUNDFOS España S.A. (2013). Catálogo de bombas sumergibles modelos SP A, SP de 50Hz. España.

Datos técnicos

Bombas sumergibles SP 8A

Dimensiones y pesos



SP 8A-38(N) a SP 8A-110(N) están encamisadas para conexión R 2.

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]						Peso neto [kg]		
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		D	E	Peso neto [kg]	
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V			1x230V	3x230V 3x400V
SP 8A-5	MS 402	0.73	409	306	276	715	683	95	101	13	13
SP 8A-5N (R)	MS 4000R	2.2	409	573		982		95	101	27	
SP 8A-5N (R)	MS 4000R	0.73	409		398		807	95	101		19
SP 8A-7	MS 402	1.1	493	346	306	839	799	95	101	17	16
SP 8A-7N (R)	MS 4000R	2.2	493	573		1066		95	101	28	
SP 8A-7N (R)	MS 4000R	1.1	493		413		906	95	101		21
SP 8A-10	MS 402	1.5	619	346	346	905	905	95	101	19	19
SP 8A-10N (R)	MS 4000R	2.2	619	573		1192		95	101	30	
SP 8A-10N (R)	MS 4000R	1.5	619		413		1032	95	101		23
SP 8A-12	MS 4000	2.2	703	573		1276		95	101	30	
SP 8A-12	MS 402	2.2	703		346		1049	95	101		21
SP 8A-12N (R)	MS 4000R	2.2	703	573	453	1276	1156	95	101	30	25
SP 8A-15	MS 4000	2.2	829	573		1402		95	101	32	
SP 8A-15	MS 402	2.2	829		346		1175	95	101		23
SP 8A-15N (R)	MS 4000R	2.2	829	573	453	1402	1282	95	101	32	27
SP 8A-18	MS 4000	3.0	955		493		1448	95	101		29
SP 8A-18N (R)	MS 4000R	3.0	955		493		1448	95	101		29
SP 8A-21	MS 4000	4.0	1081		573		1654	95	101		35
SP 8A-21N (R)	MS 4000R	4.0	1081		573		1654	95	101		35
SP 8A-23	MS 4000	4.0	1249		573		1822	95	101		37
SP 8A-23N (R)	MS 4000R	4.0	1249		573		1822	95	101		37
SP 8A-30	MS 4000	5.5	1459		673		2132	95	101		45
SP 8A-30N (R)	MS 4000R	5.5	1459		673		2132	95	101		45
SP 8A-37	MS 4000	5.5	1753		673		2426	95	101		49
SP 8A-37N (R)	MS 4000R	5.5	1753		673		2426	95	101		49
SP 8A-30	MS 6000	5.5	1521		541		2062	138	138		56
SP 8A-30N	MS 6000R	5.5	1521		541		2062	138	138		56
SP 8A-37	MS 6000	5.5	1815		541		2356	138	138		60
SP 8A-37N	MS 6000R	5.5	1815		541		2356	138	138		60
SP 8A-44	MS 4000	7.5	2051		773		2824	95	101		60
SP 8A-44N	MS 4000	7.5	2051		773		2824	95	101		60
SP 8A-44	MS 6000	7.5	2109		571		2680	138	138		66
SP 8A-44N	MS 6000R	7.5	2109		571		2680	138	138		66
SP 8A-50	MS 4000	7.5	2303		773		3076	95	101		64
SP 8A-50N	MS 4000	7.5	2303		773		3076	95	101		64
SP 8A-50	MS 6000	7.5	2361		571		2932	138	138		70
SP 8A-50N	MS 6000R	7.5	2361		571		2932	138	138		70
SP 8A-58	MS 6000	9.2	3013		601		3614	138	140		104
SP 8A-58N	MS 6000R	9.2	3013		601		3614	138	140		104
SP 8A-66	MS 6000	11.0	3349		631		3980	138	140		114
SP 8A-66N	MS 6000R	11.0	3349		631		3980	138	140		114
SP 8A-73	MS 6000	11.0	3643		631		4274	138	140		120
SP 8A-73N	MS 6000R	11.0	3643		631		4274	138	140		120
SP 8A-82	MS 6000	13.0	4021		661		4682	138	140		131
SP 8A-82N	MS 6000R	13.0	4021		661		4682	138	140		131
SP 8A-91	MS 6000	15.0	4399		696		5095	138	140		143
SP 8A-91N	MS 6000R	15.0	4399		696		5095	138	140		143
SP 8A-100	MS 6000	15.0	4777		696		5473	138	140		150
SP 8A-100N	MS 6000R	15.0	4777		696		5473	138	140		150
SP 8A-110	MS 6000	18.3	5197		751		5948	138	140		164
SP 8A-110N	MS 6000R	18.3	5197		751		5948	138	140		164

E = Diámetro máximo de la bomba incl. protector de cable y motor.

Encuesta socioeconómica.

Departamento: _____ Municipio: _____

Comunidad: _____ Fecha: _____

Quien es Responsable del Hogar:

Padre _____ Madre _____ Otro _____

Nombre de la persona Encuestada: _____

Tipo de Proyecto: _____

Datos personales:

(Iniciar con responsable del hogar)

Nombre y Apellido	Parentesco	Sexo		Edad					Nivel de escolaridad	Ocupación
		M	F	1-5	6-15	16-25	26-35	+36		

I. CONDICIONES DE LA VIVIENDA (Preg. 2, 3, 4, marcar con X una o más repuestas)

1. La vivienda es: a) Propia _____ b) Prestada _____
c) Alquilada _____

2. Las paredes son: a) Bloque _____ b) Ladrillo _____
c) Madera _____ d) Otros _____

3. El piso es : a) Madera _____ b) Tierra _____
c) Ladrillo _____ d) Otros _____

4. El techo es : a) Zinc _____ b) Teja _____
c) Madera _____ d) Palma _____ e) Otros _____

5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres _____
b) Dos _____ c) No tiene _____

6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena _____
b) Regular _____ c) Mala _____

II. SITUACIÓN ECONOMICA DE LA FAMILIA

7. ¿Cuántas Personas del hogar trabajan? (escribir)

Dentro de la Comunidad: H _____ M _____ Total _____

Fuera de la comunidad: H _____ M _____ Total _____

¿Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar?
C\$ _____

¿De cuánto fue el último pago de energía eléctrica, realizado en el hogar? _____

8. ¿En que trabajan las personas del hogar?

a) Ganadería _____ b) Agricultura _____
c) Jornaleros _____ Otros _____ Cual? _____

9. ¿Qué cultivos realizan?

a) Arroz _____ b) Frijoles _____ c) Maiz _____ d) Otros _____

10. ¿Tienen Ganado? Si _____ No _____

Cuánto: a) Vacuno _____ b) Equino _____ c) Caprino _____

Continuación encuesta socioeconómica.

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) Sí _____ (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?

Sí _____ 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) Sí _____ b) No _____ c) Poco _____ ¿Que sabe? _____

28. ¿Le gustaría tener servicio de agua potable en su hogar?

a) Sí _____ 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.

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 escasas 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 _____

Encuesta para el diagnóstico de la condición del servicio (continuación).

¿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. (2015).



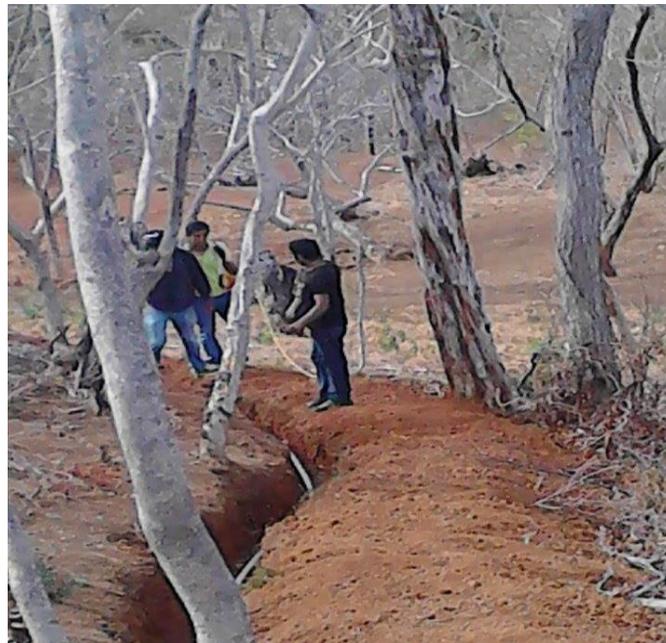
Taller de mecánica.
Propietario tairo Pérez



Colegio Emmanuel mongalo
Fuente: Elaboración propia. (2015).



Pozo Colegio Emmanuel mongalo
Fuente: Elaboración propia. (2015)



Fuente: Elaboración propia. (2015)

).



Centro de Salud

Fuente: Elaboración propia. (2015)

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 y no 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, considerados los reajustes efectuados 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.

presupuesto para proyecto de Abastecimiento de Agua para el Asentamiento 23 de Octubre

Etap a	Subetap a	Descripción	Unida d de	Cantida d	Costos Unitarios (C\$)		Costo Total (C\$)		Total (C\$)
			medid a		Material es	Mano de obra	Material es	Mano de obra	
1		Preliminares							C\$ 18854.54
	1.1	Limpieza inicial	m2	41		3.5	0	143.5	C\$ 143.50
	1.2	Trazo y nivelación	m.l	2923.6	4.25	2.15	12425.3	6285.74	C\$ 18711.04
2		Linea de conducción							C\$ 48891.83
	2.1	Excavación para tubería	m3	118.86		91.5		10875.69	C\$ 10875.69
	2.2	Tubería de 3" x 20' PVC SDR-26	m.l	62	51.6	25.2	3199.2	1562.4	C\$ 4761.60
	2.3	Bloques de reacción	c/u	3	101.76	95.75	305.28	287.25	C\$ 592.53
	2.4	Válvulas y accesorios					0		C\$ -
	2.4.1	Codo 3" de diámetro de 90° grados de PVC	c/u	1	51.8	30	51.8	30	C\$ 81.80
	2.4.2	Codo 3" de diámetro de 45° grados de PVC (salida de sarta)	c/u	2	51.8	30	103.6	60	C\$ 163.60
	2.4.3	Estructura válvula de limpieza con tubería de 3" y válvula de H°F°	c/u	2	3,653.44	350		700	C\$ 700.00
	2.5	Relleno y compactación	m3	120.84	135.6	96.7	16385.904	11685.228	C\$ 28071.13
	2.6	Prueba hidrostática en tubería diámetro hasta 4" con bomba manual	c/u	2	1301.96	520.78	2603.92	1041.56	C\$ 3645.48
3		Linea de distribución							C\$ 511231.65
	3.1	Excavación para tubería	m3	1220.38		91.5		111664.77	C\$ 111664.77
	3.2	Tubería de 3" de diámetro PVC SDR-26	ml	636	51.6	25.2	32817.6	16027.2	C\$ 48844.80
	3.3	Bloques de reacción	c/u	26	101.76	95.75	2645.76	2489.5	C\$ 5135.26
	3.4	Válvulas y accesorios					0	0	C\$ -
	3.4.1	Válvula de pase H°F° de 3"	c/u	5	3227	350	16135	1750	C\$ 17885.00
	3.4.2	Estructura válvula de limpieza con tubería de 3" y válvula de H°F°	c/u	5	3653.44	350	18267.2	1750	C\$ 20017.20

	3.4.3	Tee 3" x 3" x 3" (S-40)	c/u	4	185.72	30	742.88	120	C\$ 862.88
	3.4.4	Codo 3" de diámetro de 45° grados de PVC	c/u	6	51.8	30	310.8	180	C\$ 490.80
	3.4.5	Yee 3" PVC SDR-26	c/u	0			0	0	C\$ -
	3.4.6	Tapón hembra PVC 3"	c/u	5	36.09	30	180.45	150	C\$ 330.45
	3.4.7	Junta dresser	c/u	0	0	0	0	0	C\$ -
	3.5	Relleno y compactación	m3	1261.38	135.6	96.7	171043.12 8	121975.44 6	C\$ 293018.57
	3.6	Prueba hidrostática en tubería diámetro hasta 4" con bomba manual.	c/u	8	1301.96	320.78	10415.68	2566.24	C\$ 12981.92
4		Tanque de almacenamiento							C\$ 261027.7 3
	4.1	Concreto ciclópeo (considerando compra de piedra bolón)	m3	55.46	2717.25	244.55	150698.68 5	13562.743	C\$ 164261.43
	4.2	Columna de concreto de 3000 PSI de 20 x 20 cm, incluye formaleta	m.l	3.6	383.24	57.49	1379.664	206.964	C\$ 1586.63
	4.3	Viga de concreto de 3000 PSI de 20 x 30cm, incluye formaleta	m.l	3.7	363.39	54.51	1344.543	201.687	C\$ 1546.23
	4.4	Losa de techo de concreto reforzado de 3000 PSI de 15 cm de espesor	m2	25.68	635.75	95.36	16326.06	2448.8448	C\$ 18774.90
	4.5	Losa de fondo de concreto reforzado de 3000 PSI de 15 cm de espesor	m2	56.25	635.75	95.36	35760.937 5	5364	C\$ 41124.94
	4.6	Viga de borde de concreto de 3000 PSI de 15 x 15 cm, incluye formaleta	m.l	19.54	290.75	43.61	5681.255	852.1394	C\$ 6533.39
	4.7	Zapata de concreto 3000 PSI de 1 x 1 m y 25 cm de espesor	c/u	1	826.25	123.94	826.25	123.94	C\$ 950.19
	4.8	Aditivos					0	0	C\$ -
	4.8.1	Impermeabilizante	gals	3	580	52.2	1740	156.6	C\$ 1896.60
	4.9	Entra y salida					0	0	C\$ -
	4.9.1	Unión de tracción de H°G° a PVC	c/u	2	371.19	33.41	742.38	66.82	C\$ 809.20
	4.9.2	Tubería de H°G° de 3"+ codo de H°G°	c/u	1	3853.22	77.17	3853.22	77.17	C\$ 3930.39

		para entrada al tanque							
	4.9.3	Bridas	c/u	5	23.17	11.59	115.85	57.95	C\$ 173.80
	4.9.4	Tubería de H°G° de 3"+ codo de H°G° para salida del tanque	c/u	1	3853.22	77.17	3853.22	77.17	C\$ 3930.39
	4.1	Tapadera de acero complete	c/u	1	6738.03	606.42	6738.03	606.42	C\$ 7344.45
	4.11	Canal perimetral de piedra cantera de 20 x 40 x 40 cm	m.l	35.6	208.11	18.73	7408.716	666.788	C\$ 8075.50
	4.12	Anden perimetral de 80 X 8 cm	m2	18.9	330.29	29.73	6242.481	561.897	C\$ 6804.38
	4.13	Respiradero de tubo de H°G° de 3"	c/u	1	944.69	85.02	944.69	85.02	C\$ 1029.71
	4.14	Tubería de rebosadero					0	0	C\$ -
	4.14.1	tubería de H°G° de 3"	m.l	3	481.42	77.17	1444.26	231.51	C\$ 1675.77
	4.14.2	Codo 45° H°G°	c/u	2	489.64	30	979.28	60	C\$ 1039.28
	4.15	Hipoclorador de plástico Cap.=33 galones	c/u	1	6750	1565.45	6750	1565.45	C\$ 8315.45
5		Estación de bombeo							C\$ 256341.36
	5.1	Bomba							
	5.1.1	Bomba sumergible de 5.4 HP y 40.175 gpm	Global	2	36010	10000	72020	20000	C\$ 92020.00
	5.2	Sarta de la bomba					0	0	C\$ -
	5.2.1	Columna de bombeo φ3" H°G°	m.l	73.17	778.43	92.6	56957.7231	6775.542	C\$ 63733.27
	5.2.2	Tee 3" x 3" x 3" H°G°	c/u	2	150	40	300	80	C\$ 380.00
	5.2.3	Unión dresser universal φ1" H°G°	c/u	2	913.45	225.26	1826.9	450.52	C\$ 2277.42
	5.2.4	Medidor maestro 3" H°F°	c/u	1	2297	703.25	2297	703.25	C\$ 3000.25
	5.2.5	Válvula Check 3" H°F°	c/u	1	1755	514.25	1755	514.25	C\$ 2269.25
	5.2.6	Válvula de compuerta 3" H°F°	c/u	2	2025	608.75	4050	1217.5	C\$ 5267.50
	5.2.7	Manómetro de carga de 200 PSI	c/u	1	1252.48	313.12	1252.48	313.12	C\$ 1565.60
	5.2.8	Tubería H°G° de 3"	m.l	2	481.42	77.17	962.84	154.34	C\$ 1117.18
	5.3	Caseta de bombeo					0	0	C\$ -
	5.3.1	Pared de bloque	m2	16.45	1200	420	19740	6909	C\$ 26649.00
	5.3.2	Zapa corrida de concreto	m.l	9.6	145.6	25	1397.76	240	C\$ 1637.76

	5.3.3	Repellos y finos corriente	m2	32.9	151.31	12.6	4978.099	414.54	C\$ 5392.64
	5.3.4	Cubierta de techo de lámina ondulada de zinc cal.26 sobre estructura metálica	m2	14.4	251.6	207.8	3623.04	2992.32	C\$ 6615.36
	5.3.5	Piso de concreto de 2500 PSI, espesor =0.075 m (emaldosada)	m2	4	427	125	1708	500	C\$ 2208.00
	5.3.6	Puerta de madera roja solida de 0.90 x 1.80 m, con marco de madera + bisagra + cerradura	c/u	1	3763.18	158.35	3763.18	158.35	C\$ 3921.53
	5.3.7	Ventana de marco de aluminio con forro de vidrio fijo escarchado espesor = 6mm	m2	1	889.05	129.56	889.05	129.56	C\$ 1018.61
	5.4	Instalaciones eléctricas	Global	1	37648		37648	0	C\$ 37648.00
6		Costo de herramientas y equipos (3% del costo total de los materiales)							C\$ 22668.96
7		Costo de transporte (8% del costo total de los materiales)							C\$ 60450.57
		Total de costos directos en C\$							C\$ 1179466.65
		Costos indirectos de operación (15% del total de costos directos en CS)							C\$ 176920.00
		IVA (15% del total de costos directos en CS)							C\$ 176920.00
		Impuestos municipales (1% del subtotal de costos directos en CS)							C\$ 11794.67
		Imprevistos (10% del total de costos directos en CS)							C\$ 117946.67
		Administración y utilidades (15% del total de costos directos en CS)							C\$ 176920.00
		Costo total de la obra en CS							C\$ 1839967.97
		Costo total de la obra en \$							\$ 67398.09

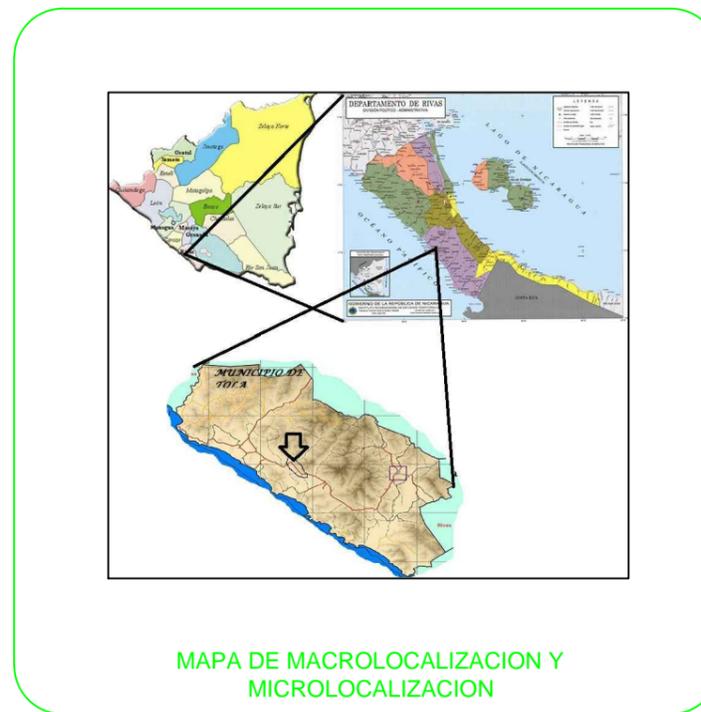


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
 UNAN-MANAGUA
 Facultad de Ciencias e Ingenierías
 Departamento de Construcción

**MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TITULO DE
 INGENIERO CIVIL**

TEMA:

Propuesta de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable (MABE) por Bombeo electrico para el Asentamiento 23 de Octubre del municipio de Tola, Rivas, periodo 2015-2034.



CONTENIDO:

- 1- CARATULA.
- 2- PLANO DE CONJUNTO TOPOGRAFICO, CROQUIS DE UBICACION DE LAS VIVIENDAS Y LISTADO DE BENEFICIADOS.
- 3- RED DE DISTRIBUCION, LONGITUDES, VALVULAS Y ACESORIOS.
- 4- PERFILES LONGITUDINALES DE LAS TUBERIA Y LOCALIZACION DE VALVULAS DE LIMPIEZA.
- 5- DETALLE S GENERALES.
- 6- PERFIL DE POZO Y SARTA.
- 7- PLANO GENERAL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.
- 8- DETALLE GENERAL DE LOSAS Y ACESORIOS DEL TANQUE.
- 9- PLANO DE CASETA DE BOMBEO.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
 UNAN-MANAGUA

Facultad:
CIENCIAS E INGENIERIAS

Contenido:
 CARATULA, MACROLOCALIZACION Y MICROLOCALIZACION.

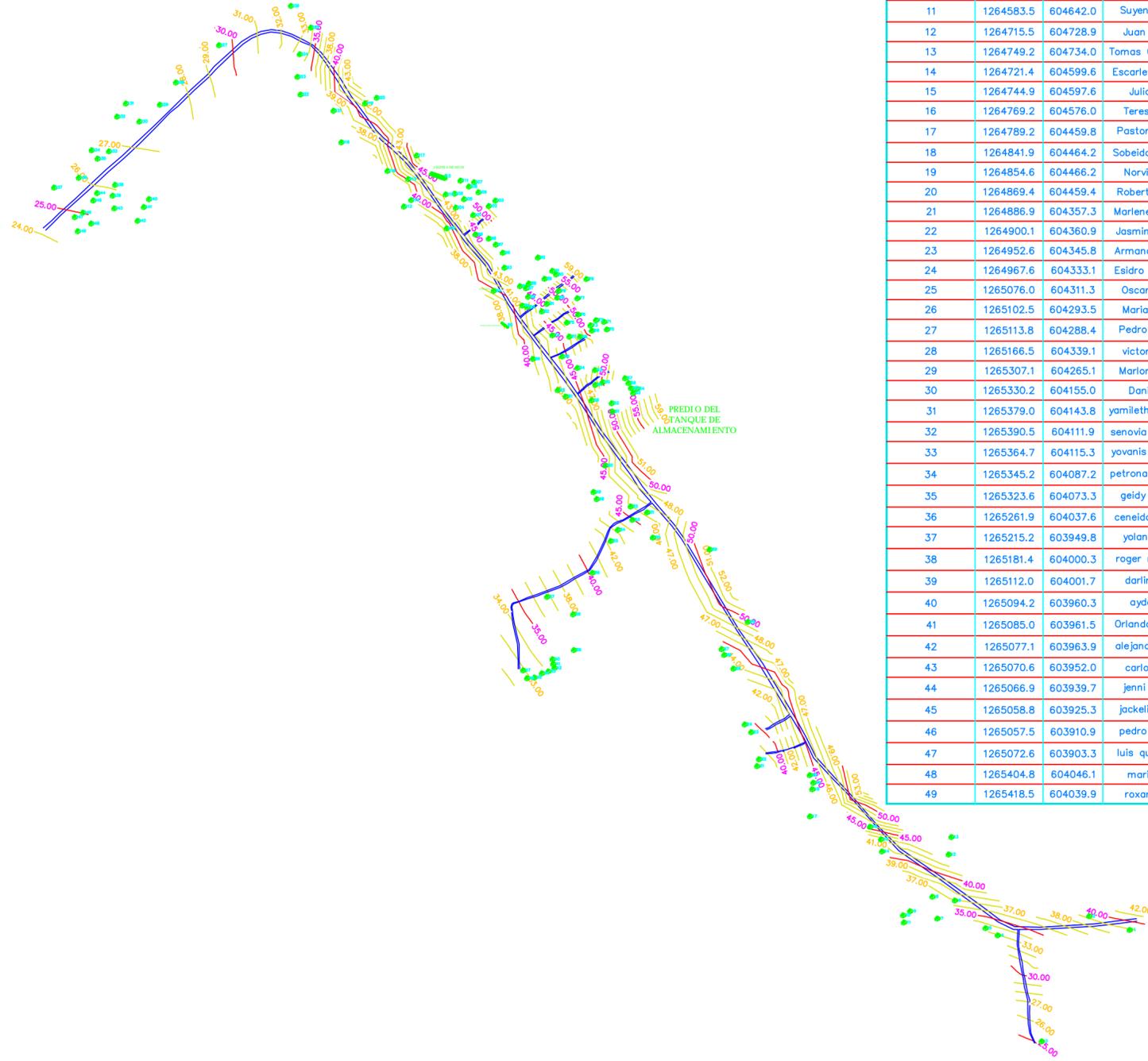
Departamento:
CONSTRUCCION

Elaborado por:
 Br. Joe Quezada, Br. Massiel Suze, Br. Alvaro Garcia.

1

Fecha: 01 de Septiem de 2015 Escala: 1/100

10

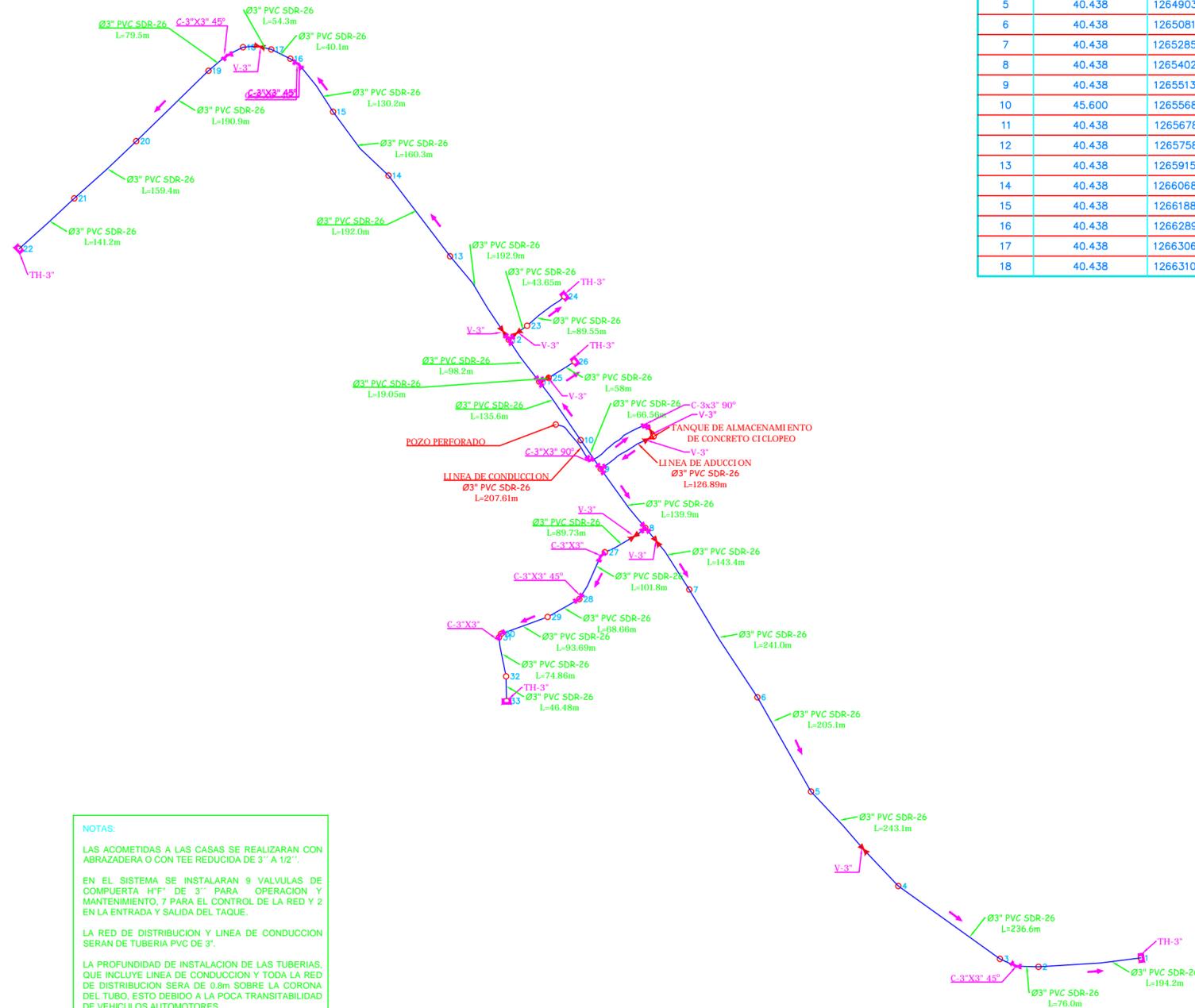


LISTADO DE VIVIENDAS			
N° DE VIVIENDA	UTM NORTE	UTM ESTE	JEFE DE FAMILIA
1	1264569.0	605080.0	Eugenio Cortez
2	1264595.7	605001.3	Maria Busto
3	1264352.9	604909.3	Ana Busto
4	1264558.5	604823.9	Jose Espinoza
5	1264572.5	604800.4	Evert Mena
6	1264626.1	604740.9	Isabel
7	1264591.0	604706.9	Francisco Cortez'
8	1264633.5	604697.3	Dela
9	1264605.2	604653.8	Gelling Arriola
10	1264597.3	604640.3	Ana Arriola
11	1264583.5	604642.0	Suyen Arriola
12	1264715.5	604728.9	Juan Bonilla
13	1264749.2	604734.0	Tomas Quintanilla
14	1264721.4	604599.6	Escarleth Palma
15	1264744.9	604597.6	Julio Ruiz
16	1264769.2	604576.0	Teresa Cruz
17	1264789.2	604459.8	Pastora Lopez
18	1264841.9	604464.2	Sobeida Obando
19	1264854.6	604466.2	Norvin Cruz
20	1264869.4	604459.4	Roberto Cerda
21	1264886.9	604357.3	Marlene Alvarez
22	1264900.1	604360.9	Jasmin Palacio
23	1264952.6	604345.8	Armando Valles
24	1264967.6	604333.1	Esidro Mendoza
25	1265076.0	604311.3	Oscar Danilo
26	1265102.5	604293.5	Maria Pulido
27	1265113.8	604288.4	Pedro Aragon
28	1265166.5	604339.1	victoria Ruiz
29	1265307.1	604265.1	Marlon Palma
30	1265330.2	604155.0	Dani Cruz
31	1265379.0	604143.8	yamileth espinoza
32	1265390.5	604111.9	senovia martinez
33	1265364.7	604115.3	yovanis martinez
34	1265345.2	604087.2	petrona gonzales
35	1265323.6	604073.3	geidy castillo
36	1265261.9	604037.6	ceneida castillo
37	1265215.2	603949.8	yolanda ruiz
38	1265181.4	604000.3	roger martinez
39	1265112.0	604001.7	darling ruiz
40	1265094.2	603960.3	ayda ruiz
41	1265085.0	603961.5	Orlando aguirre
42	1265077.1	603963.9	alejandra mora
43	1265070.6	603952.0	carlos cruz
44	1265066.9	603939.7	jenni fabiola
45	1265058.8	603925.3	jackeling cruz
46	1265057.5	603910.9	pedro Aragon
47	1265072.6	603903.3	luis quintanilla
48	1265404.8	604046.1	maria ruiz
49	1265418.5	604039.9	roxana ruiz

LISTADO DE VIVIENDAS			
N° DE VIVIENDA	UTM NORTE	UTM ESTE	JEFE DE FAMILIA
50	1265470.1	604062.9	santiago ruiz
51	1265574.8	604076.3	ricardo umaña
52	1265590.9	604075.2	ronal martinez
53	1265610.7	604116.8	emilio cruz
54	1265619.0	604124.4	Ricardo Lopez
55	1265620.1	604112.6	Luis Umaña
56	1265630.0	604107.7	Tereza
57	1265639.4	604101.1	Juan Cortez
58	1265596.7	604036.2	Milagro Lopez
59	1265626.7	604043.4	Nohemi Cruz
60	1265631.8	604057.6	Jose de la Cruz Ruiz
61	1265604.0	603985.7	Francisco Cruz
62	1265616.1	603970.4	Victor Manuel cruz Cajina
63	1265655.3	604042.6	Victor Manuel cruz Cajina
64	1265659.4	604008.6	Dina del Socorro Cruz
65	1265681.5	603979.1	Elizabeth Cruz
66	1265676.8	603922.0	Leonel Ruiz
67	1265720.3	603992.7	Marvin Canales
68	1265719.9	604013.5	Fautino Alvarez
69	1265731.7	604036.6	Felix Pedro Ruiz
70	1265734.0	604065.7	Felix Pedro Ruiz Garcia
71	1265748.9	604060.2	Miguel Ruiz Vallez
72	1265752.0	604044.7	Leonardo Ruiz Vallez
73	1265741.9	604034.0	Cooperativa Julio Buitrago
74	1265722.7	603960.0	Gilberto Martinez Ruiz
75	1265747.2	603988.1	Marina Palacio
76	1265762.9	604009.9	Vielka Lopez
77	1265794.5	604008.4	Wilfredo Lopez
78	1265831.8	604026.0	Alfredo Lopez
79	1265808.5	603971.7	Darling Lopez
80	1265795.6	603969.4	Alexander Jose Chavez
81	1265783.8	603949.2	Santo Isabel Ruiz
82	1265769.0	603939.7	guadalupe castillo
83	1265777.2	603911.9	Tairo Perez
84	1265780.3	603901.7	Estelvin Quezada
85	1265797.4	603913.0	Wibert Gutierrez
86	1265818.0	603897.3	Luis Felipe Lopez
87	1265814.0	603909.0	Francisco Lopez
88	1265823.1	603914.4	Maria Castillo Cruz
89	1265832.2	603944.8	Mirta del Carmen Cruz
90	1265840.6	603967.2	Dora Maria Castillo
91	1265847.8	603959.9	Javier Umaña
92	1265873.5	603932.0	Olman Cruz
93	1265853.8	603867.1	Melvin Lopez
94	1265809.0	603846.3	Centro de salud
95	1265742.6	603866.0	Colegio E.M
96	1265882.7	603863.8	Sipriana Umaña Lopez
97	1265898.5	603850.2	Rosalio Cruz Martinez
98	1265910.3	603836.6	Francisco Cruz
99	1265918.2	603810.7	Eugenia Palma

LISTADO DE VIVIENDAS			
N° DE VIVIENDA	UTM NORTE	UTM ESTE	JEFE DE FAMILIA
100	1265930.2	603755.0	Kenia Roxana Ruiz
101	1265955.9	603806.3	Rosa Emilia Cruz
102	1265973.5	603836.8	Adilia Lopez Umaña
103	1265984.0	603849.4	Petrona Mora
104	1265970.4	603772.7	Maria del Socorro Mora
105	1265986.8	603788.7	Ana Pastora Busto
106	1266000.2	603816.7	Maria Isabel Ruiz
107	1266019.7	603808.1	Omar de Jesus Calderon
108	1266011.2	603798.1	Candida Rosa Perez
109	1265997.5	603770.5	Emilia Umaña
110	1265996.0	603753.1	Holman Chavez
111	1266022.8	603781.8	Dan Ruc Bustos
112	1266031.5	603735.5	Iglesia
113	1265972.4	603672.0	Candida Umaña
114	1265985.1	603686.1	Raquel Balladares Mayorga
115	1266025.5	603680.3	Mauricio Ruiz
116	1266041.5	603640.2	Amado Traña
117	1266071.5	603698.8	Ernan Cortez
118	1266097.0	603550.8	ferreteria
119	1266172.7	603596.6	Juan Jose Umaña
120	1266183.4	603619.2	Marcos Antonio Lopez
121	1266158.4	603535.4	Jose Aurelio Garcia
122	1266189.8	603471.5	Jose Aurelio Garcia
123	1266224.0	603465.5	Ernesto Umaña
124	1266268.0	603470.0	Maria del Socorro Mora
125	1266319.8	603491.6	Omar Umaña
126	1266361.6	603452.8	Jose de la Cruz Obando
127	1266285.4	603313.3	Ernesto Obando
128	1266213.2	603229.8	Olman Umaña
129	1266169.9	603198.5	Dora Lopez
130	1266137.2	603158.7	Aurora Lopez
131	1266172.3	603132.6	Jose Angel Mora
132	1266146.8	603115.5	Jose Armando Lopez
133	1266079.6	603099.8	Ernesto Lopez
134	1266081.8	603066.2	Ernesto Lopez
135	1266065.4	603077.8	Juan Carlos Mora
136	1266028.3	603041.1	Jose
137	1266009.3	602993.3	Maria del Socorro lopez
138	1266014.5	603111.6	Aurora
139	1265993.5	603106.9	Juan
140	1265986.8	603177.4	Wilfredo
141	1265971.6	603167.4	Anabel Cruz
142	1265944.9	603155.3	Lesther Cruz
143	1265969.0	603110.1	Gerson
144	1265998.6	603076.7	Isabel Castillo
145	1265984.3	603069.4	guillermo Mora
146	1265960.8	603049.4	Jose Umaña
147	1265951.9	603033.5	Alvaro Cruz
148	1265939.5	603065.3	
149	1265924.5	603039.2	

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA UNAN-MANAGUA	
	Facultad: CIENCIAS E INGENIERIAS	Contenido: PLANO DE COJUNTO TOPOGRAFICO, CROQUIS DE UBICACION DE LAS VIVIENDAS Y LISTADO DE BENEFICIADOS.
Departamento: CONSTRUCCION	Elaborado por: Br. Joe Quezada, Br. Massiel Suze, Br. Alvaro Garcia	Hoja 2 de 10
	Fecha: 25 de julio del 2015	Escala: 1/7700



NOTAS:

LAS ACOMETIDAS A LAS CASAS SE REALIZARAN CON ABRAZADERA O CON TEE REDUCIDA DE 3" A 1/2".

EN EL SISTEMA SE INSTALARAN 9 VALVULAS DE COMPUERTA H"F" DE 3" PARA OPERACION Y MANTENIMIENTO, 7 PARA EL CONTROL DE LA RED Y 2 EN LA ENTRADA Y SALIDA DEL TAUQUE.

LA RED DE DISTRIBUCION Y LINEA DE CONDUCCION SERAN DE TUBERIA PVC DE 3".

LA PROFUNDIDAD DE INSTALACION DE LAS TUBERIAS, QUE INCLUYE LINEA DE CONDUCCION Y TODA LA RED DE DISTRIBUCION SERA DE 0.8m SOBRE LA CORONA DEL TUBO, ESTO DEBIDO A LA POCA TRANSITABILIDAD DE VEHICULOS AUTOMOTORES.

DEBIDO A LA ESCALA, EN LOS PLANOS PLANTA - PERFIL SE REFLEJARA LA POSICION DE LAS VALVULAS DE LIMPIEZA.

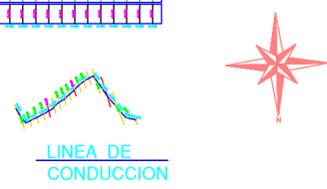
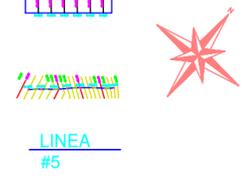
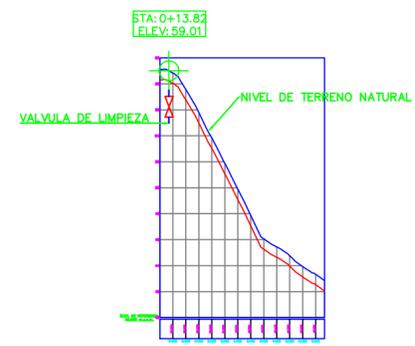
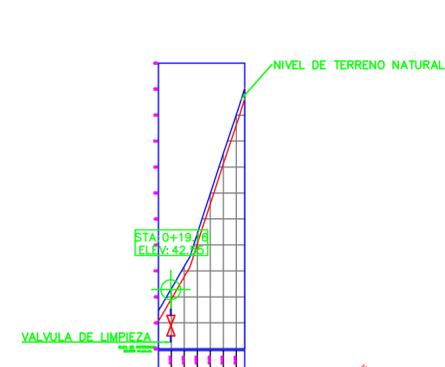
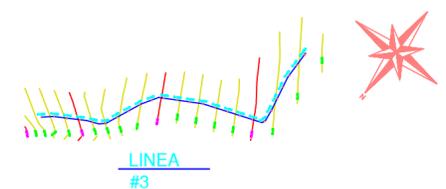
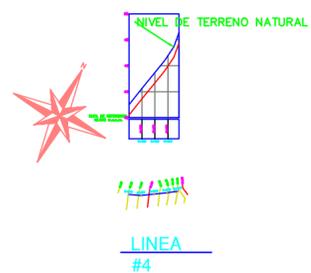
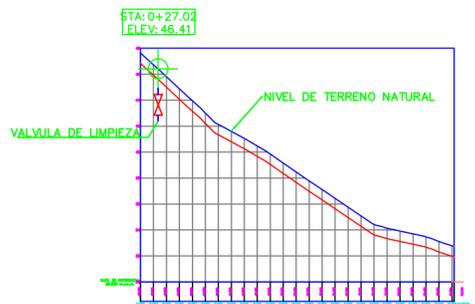
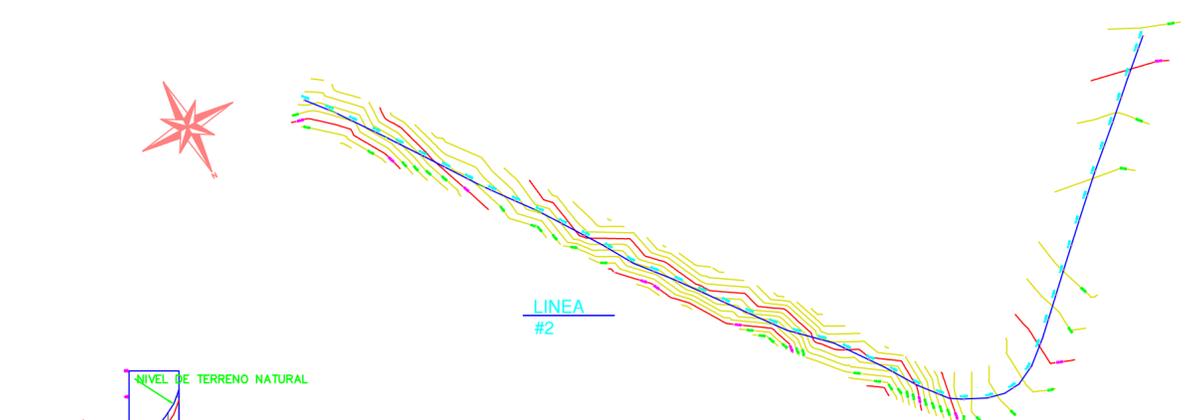
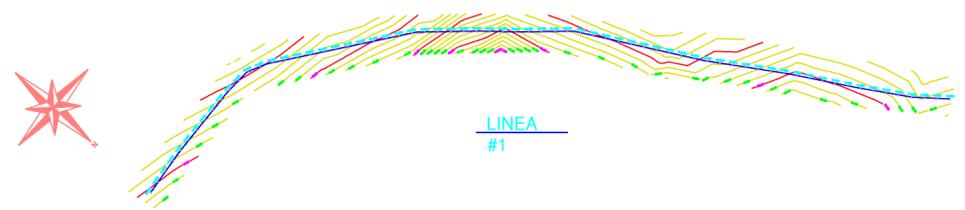
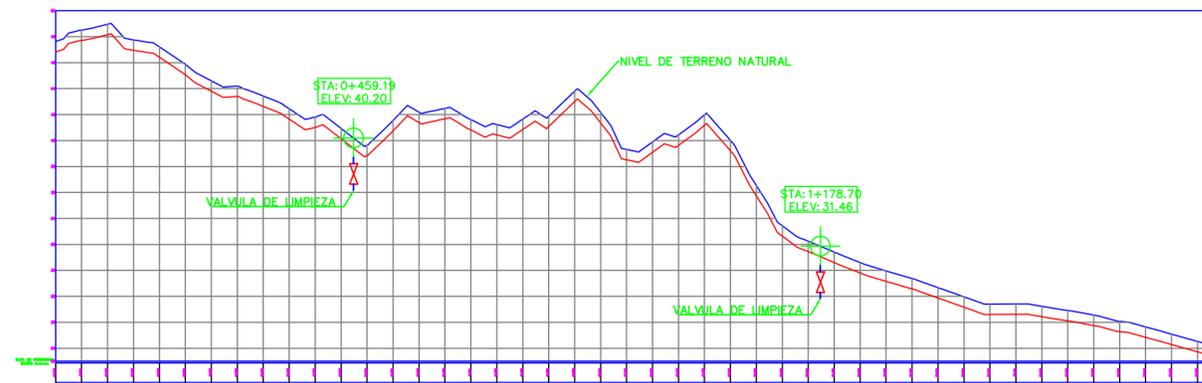
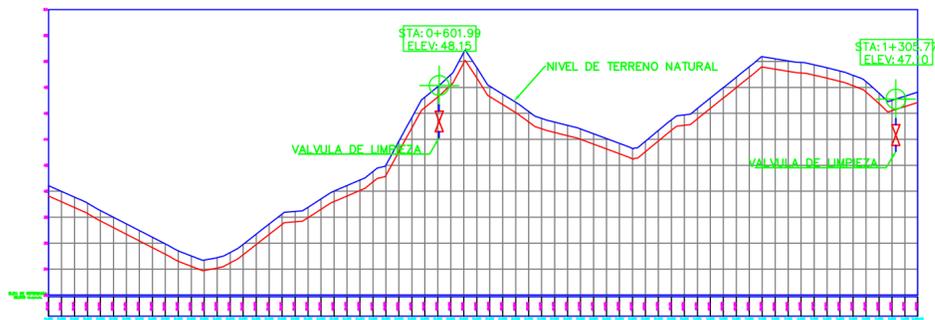
LISTADO DE NODOS				
N° NODO	ELEVACION m.s.n.m.	UTM NORTE	UTM ESTE	PRESION m.c.a.
1	40.438	1264588.9544	605091.7570	20.75
2	35.540	1264572.1857	604898.3589	25.65
3	40.438	1264587.1065	604825.4445	26.18
4	40.438	1264724.9974	604633.2278	19.41
5	40.438	1264903.5514	604468.3469	15.41
6	40.438	1265081.8407	604366.9031	15.89
7	40.438	1265285.4760	604238.0865	11.62
8	40.438	1265402.0432	604155.0462	13.55
9	40.438	1265513.4884	604070.6614	13.60
10	45.600	1265568.1540	604032.6860	15.59
11	40.438	1265678.6761	603954.1800	18.20
12	40.438	1265758.1513	603896.5056	20.26
13	40.438	1265915.6700	603785.7984	19.41
14	40.438	1266068.2996	603669.3558	18.08
15	40.438	1266188.7926	603564.6144	19.83
16	40.438	1266289.1747	603483.7639	27.59
17	40.438	1266306.7273	603447.7056	28.96
18	40.438	1266310.9268	603394.3278	30.00

LISTADO DE NODOS				
N° NODO	ELEVACION m.s.n.m.	UTM NORTE	UTM ESTE	PRESION m.c.a.
19	40.438	1266266.4601	603329.0946	31.38
20	40.438	1266133.2761	603192.3835	33.78
21	40.438	1266025.1769	603075.2586	35.11
22	40.438	1265929.9948	602970.9860	36.95
23	40.438	1265784.2907	603931.4422	16.51
24	40.438	1265839.6980	604001.5205	9.19
25	40.438	1265685.7513	603971.9766	16.99
26	40.438	1265716.6181	604021.0849	12.64
27	40.438	1265356.0964	604078.4742	17.66
28	40.438	1265267.4626	604030.1070	21.05
29	40.438	1265233.7748	603970.2830	23.41
30	40.438	1265201.6891	603882.2585	26.58
31	40.438	1265195.0160	603878.3098	26.81
32	40.438	1265121.4105	603891.7117	27.67
33	40.438	1265074.9354	603892.5078	28.46
34	44.350	1265597.4400	603985.5670	Pozo
35	44.350	1265574.7446	604170.4969	Tanque

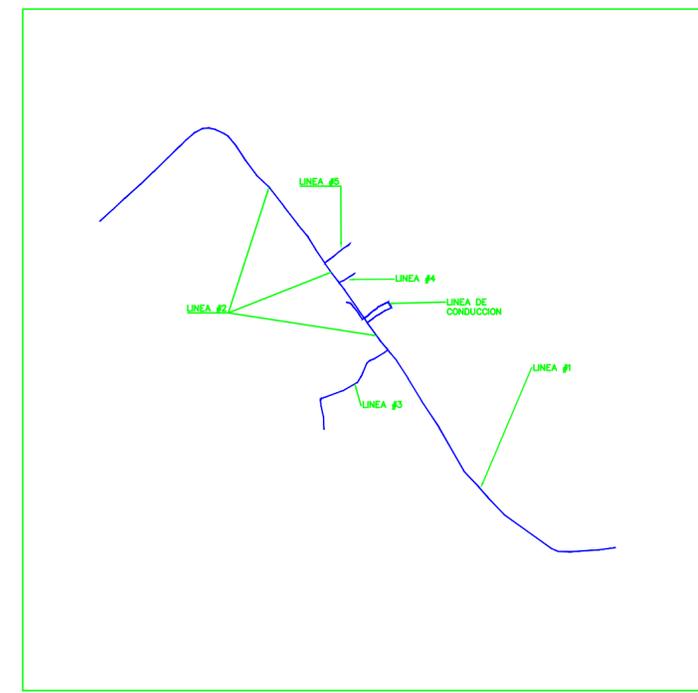
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	USO O SISTEMA
	TUBERIA PVC SDR-26 DE 3"
	SENTIDO DEL FLUJO
	(V) VALVULA DE COMPUERTA DE H"F"
	(T) TEE PVC
	(TH) TAPON HEMBRA
	(C) CODO DE 90° PVC
	(C) CODO DE 45° PVC



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA UNAN-MANAGUA			
Facultad: CIENCIAS E INGENIERIAS	Contenido: RED DE DISTRIBUCION, VALVULAS Y ACCESORIOS		
Departamento: CONSTRUCCION	Elaborado por: Br. JOE QUEZADA, Br. SUCE	Br. ALVARO	Hoja 3
	Fecha: 25 de julio del 2015	Escala: 1 / 7500	de 10

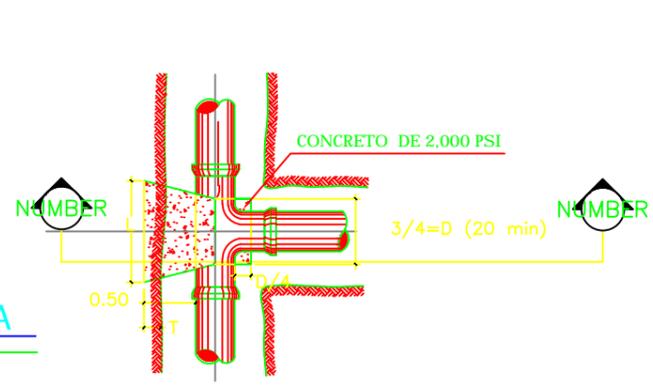


SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	USO O SISTEMA
---	TUBERIA PVC SDR-26 DE 3"
—	TERRENO NATURAL
⊕	VALVULA DE LIMPIEZA



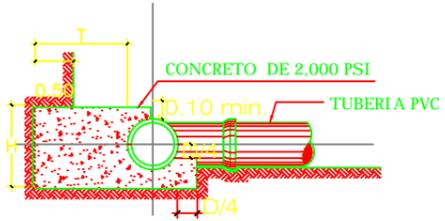
	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA UNAN-MANAGUA		
	Facultad: CIENCIAS E INGENIERIAS	Contenido: PERFILES LONGITUDIALES DE LAS TUBERIAS Y LOCALIZACION DE VALVULAS DE LIMPIEZA.	
Departamento: CONSTRUCCION	Elaborado por: Br. Joe Quezada, Br. Massiel Suze, Br. Alvaro Garcia	Fecha: 01 de Septiembre del 2015	Escala: 1/7700
			Hoja 4 de 10

PLANTA
SIN ESCALA



BLOQUE DE REACCION PARA TEE

CLASIFICACION DE RAMAL	
D	TUBERIA PVC
	3"
T	0.20
H	0.30
L	0.30



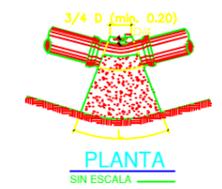
SECCION A-A
SIN ESCALA

BLOQUE DE REACCION PARA TEES
SIN ESCALA



CODO HORIZONTAL
SIN ESCALA

CODO VERTICAL
SIN ESCALA

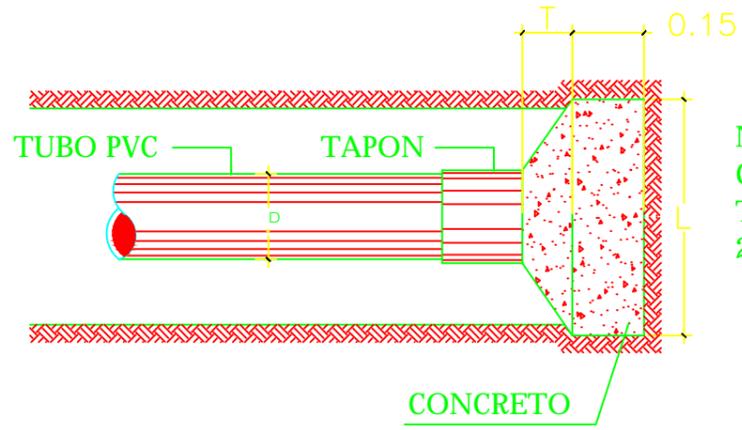


PLANTA
SIN ESCALA

BLOQUE DE REACCION PARA Codos

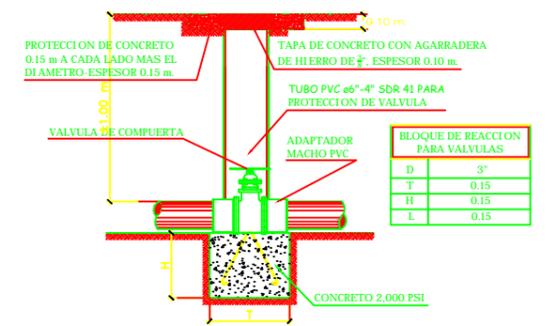
Dim	TUBERIA PVC
D	3"
T	0.15
H	0.30
L	0.30
T	0.15
H	0.20
L	0.30

BLOQUES DE REACCION PARA Codos VERTICALES Y HORIZONTALES
SIN ESCALA



NOTA: EXTENDER CONCRETO HASTA TIERRA FIRME DE 2,000 PSI

PLANTA
SIN ESCALA



BLOQUE DE REACCION PARA VALVULAS

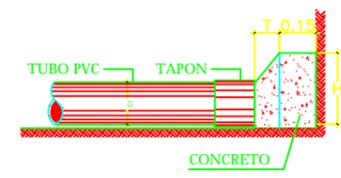
D	T	H	L
3"	0.15	0.15	0.15

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

DETALLE DE VALVULA DE COMPUERTA
SIN ESCALA

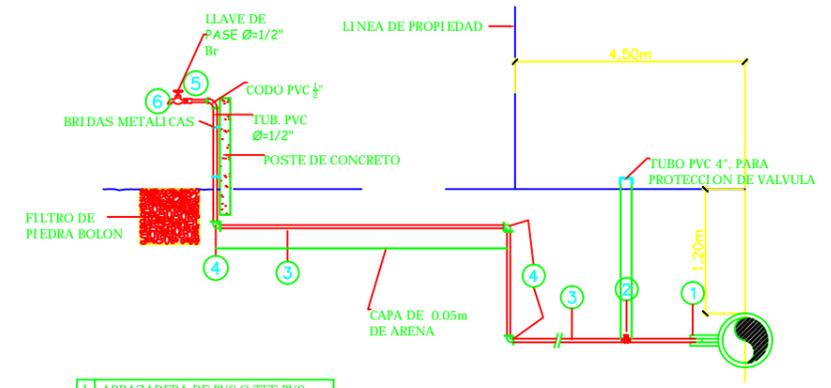
BLOQUE DE REACCION PARA TAPONES

D	3"
T	0.10
H	0.25
L	0.25



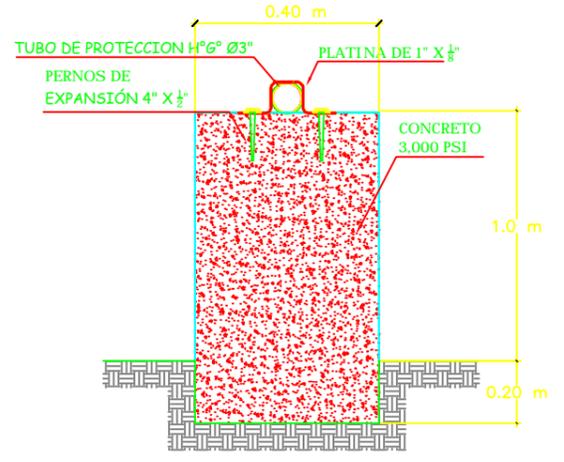
ELEVACION
SIN ESCALA

BLOQUE DE REACCION PARA TAPONES
SIN ESCALA



- 1 ABRAZADERA DE PVC O TEE PVC
- 2 VALVULA Y TIBO PROTECTOR
- 3 TUBERIA PVC ACOMETIDA DE 1/2"
- 4 Codos PVC DE 90°
- 5 ADAPTADOR MACHO DE PVC.
- 6 GRIFO DE 1/2"

DETALLE DE CONEXIONES DOMICILIARES DE PATIO
SIN ESCALA



SOPORTE DE CONCRETO
SECCION "A" SIN ESCALA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad:
CIENCIAS E INGENIERIAS

Departamento:
CONSTRUCCION

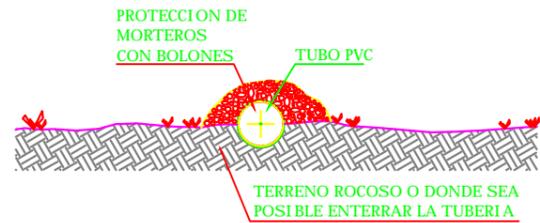
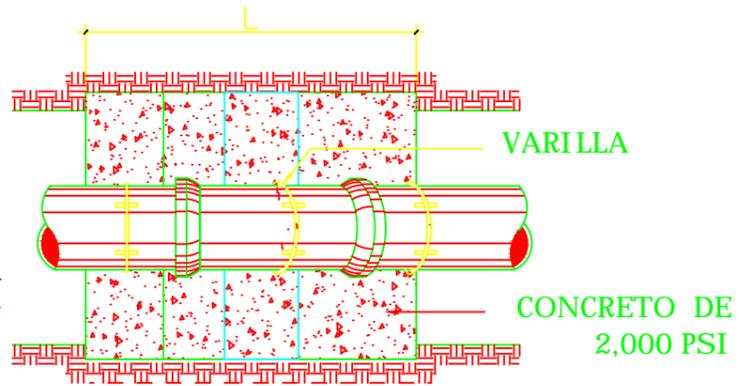
Contenido:
DETALLES DE ZANJAS PARA TUBERIAS, ANCLAJES, BLOQUES DE REACCION, CONEXIONES DOMICILIARES Y DEMAS.

Elaborado por:
Br. Joe Quezada, Br. Massiel Suco, Br. Alvaro Garcia
Fecha:
01 de Septiembre del 2015

Escala: 1/25

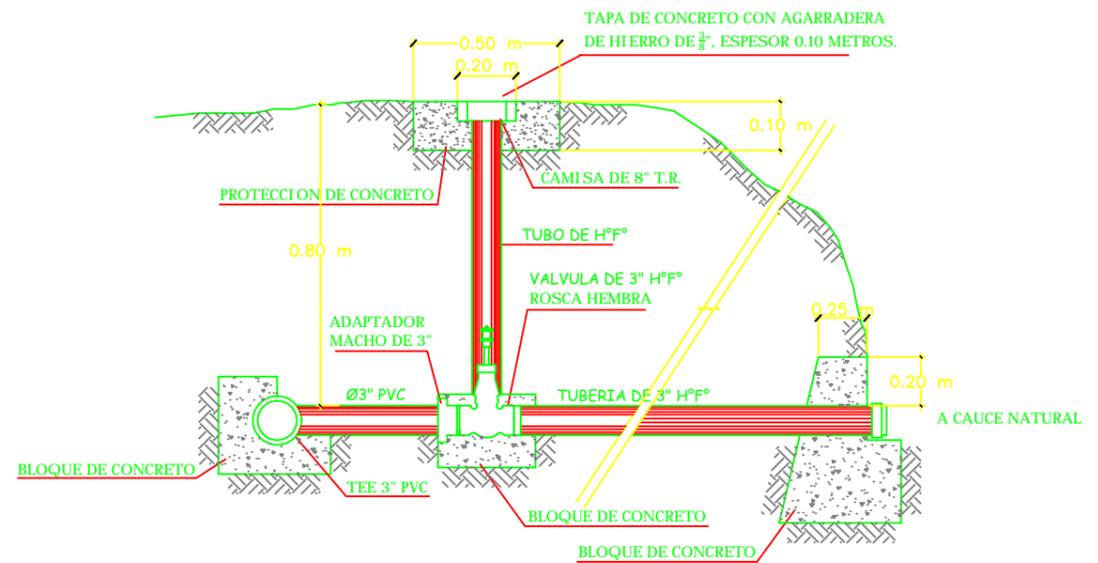
PLANTA

SIN ESCALA



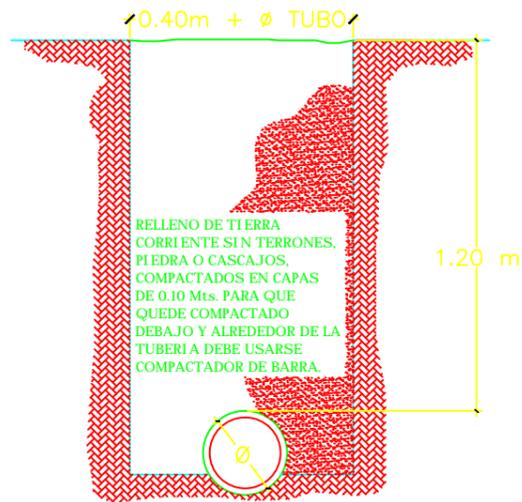
DETALLE DE PROTECCION DE TUBERIA

SECCION "A" SIN ESCALA



DETALLE DE CONEXION PARA VALVULA DE LIMPIEZA

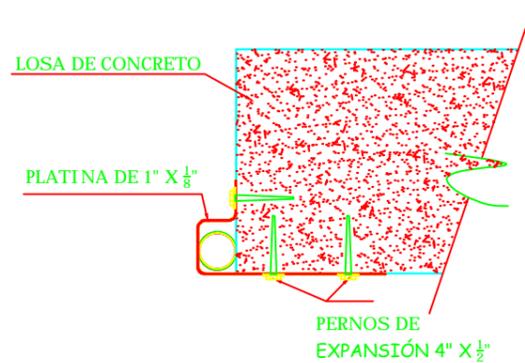
SIN ESCALA



NOTA: EN AREAS DE SUELO BLANDO SE DEBERA COLOCAR COMO RELLENO MATERIAL SELECTO PARA EVITAR HUNDIMIENTO EN LAS ZANJAS QUE PUEDAN OCACIONAR DAÑOS A LA TUB.

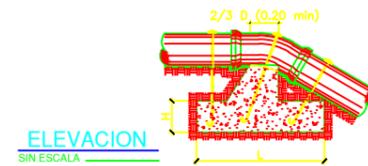
DETALLE DE ZANJA PARA TUBERIA

SIN ESCALA



DETALLE DE ANCLAJE

SIN ESCALA



ELEVACION

SIN ESCALA

NOTA: EMBUTIR LAS VARILLAS 30 VECES EL DIAMETRO.

Dim.	TUBERIA PVC
D	3"
L	0.60
H	0.40
W	0.50
VAR.	3#4

ANCLAJES PARA CODOS HORIZONTALES Y VERTICALES

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN-MANAGUA

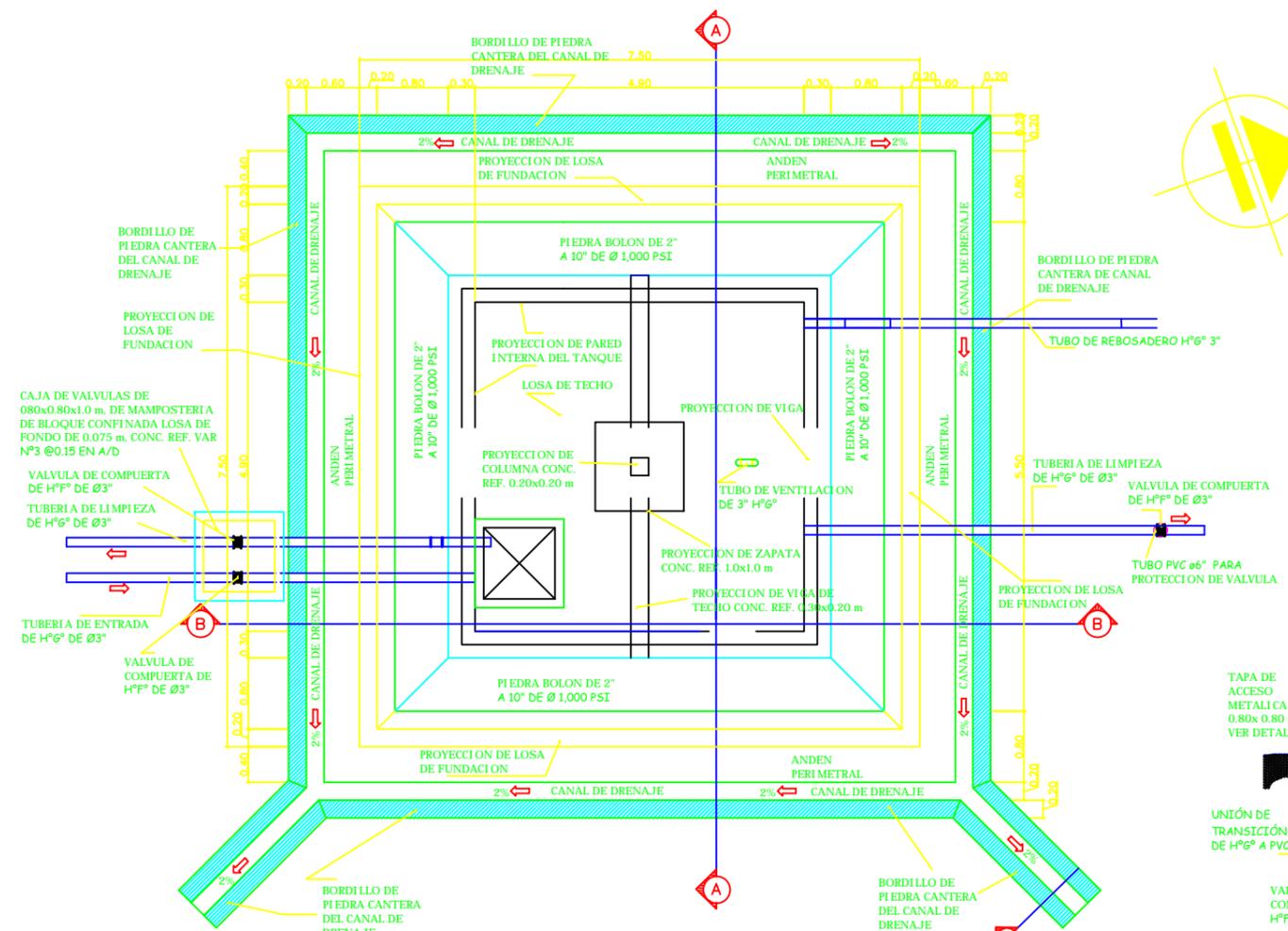
Facultad:
CIENCIAS E INGENIERIAS

Departamento:
CONSTRUCCION

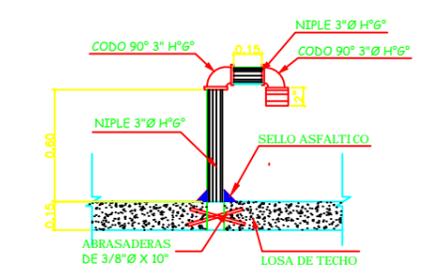
Contenido:
DETALLES DE ZANJAS PARA TUBERIAS, ANCLAJES, BLOQUES DE REACCION, CONEXIONES DOMICLIARES Y DEMAS.

Elaborado por:
Br. Joe Quezada, Br. Massiel Suco, Br. Alvaro Garcia
Fecha:
01 de Septiembre del 2015

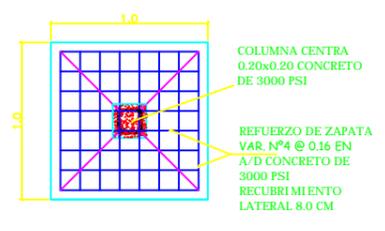
Escala: 1/25



PLANTA GENERAL DEL TANQUE
ESCALA 1:75



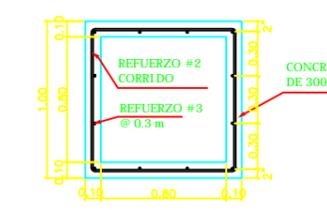
DETALLE DEL RESPIRADERO
DETALLE "A" ESC 1:25



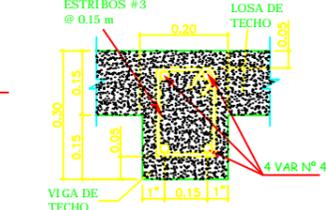
PLANTA ESTRUCTURAL DE ZAPATA
ESCALA 1:30



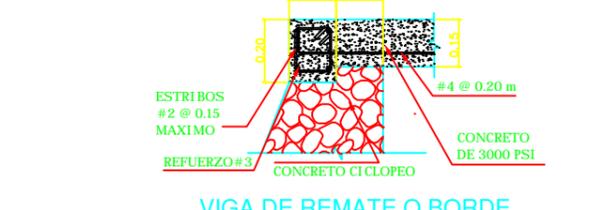
DETALLE DE BOCA DE INSPECCION
SIN ESCALA



DETALLE ESTRUCTURAL DE BOCA DE INSPECCION
ESCALA 1:30



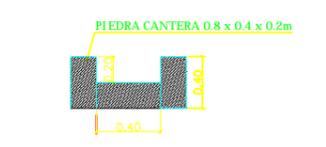
SECCION A-A
DETALLE "C" SIN ESCALA



VIGA DE REMATE O BORDE
DETALLE "B" ESC 1:15



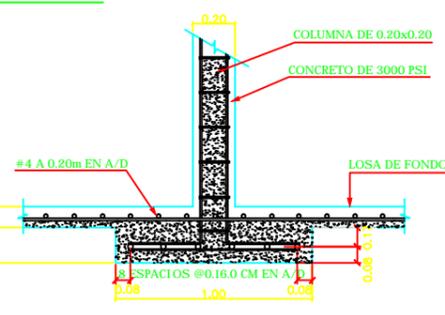
DETALLE DE PELDAÑO
ESCALA 1:15



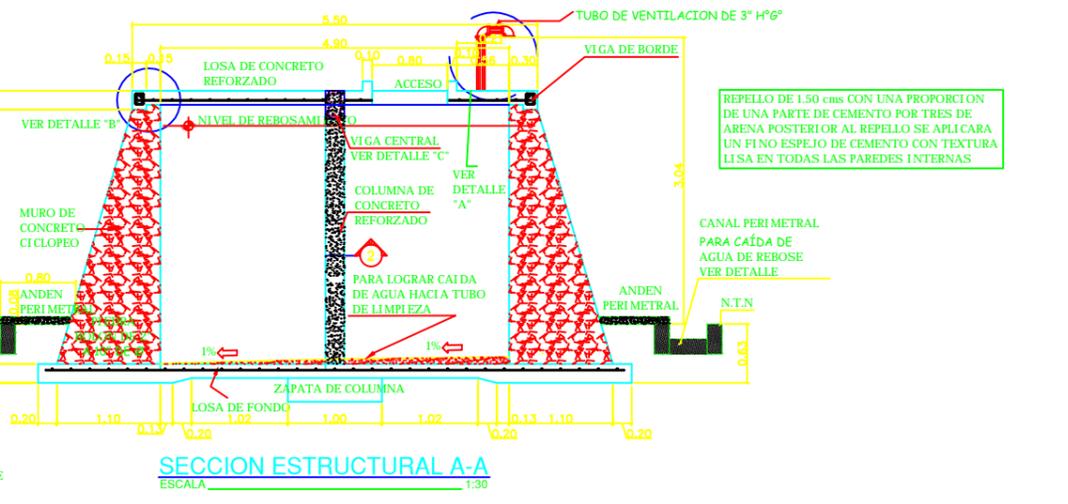
DETALLE DE CANAL PERIMETRAL PARA CAIDA DE AGUA DE REBOCE
SECCION "3" SIN ESCALA



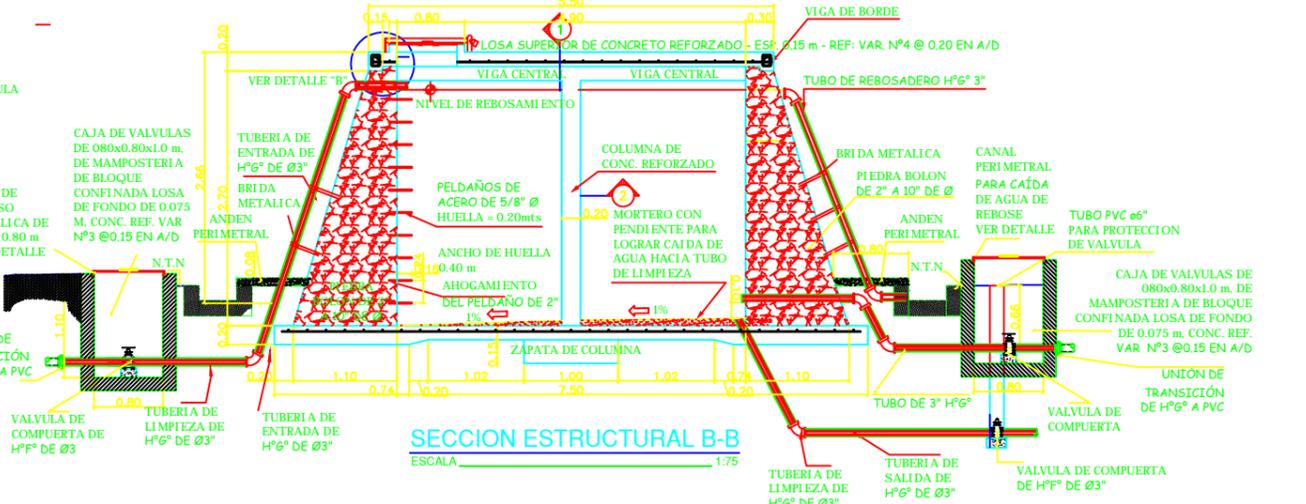
DETALLE DE LOSA DE FONDO
ESCALA 1:25



PLANTA ESTRUCTURAL DE ZAPATA
ESCALA 1:25



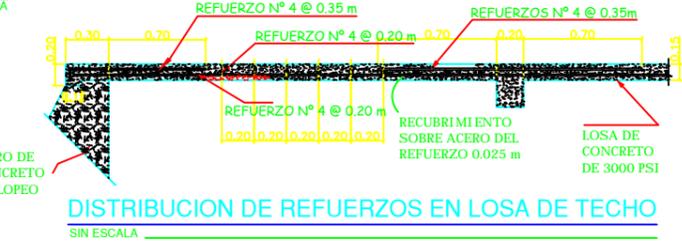
SECCION ESTRUCTURAL A-A
ESCALA 1:30



SECCION ESTRUCTURAL B-B
ESCALA 1:75



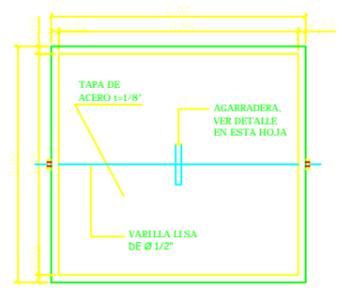
COLUMNA PRINCIPAL
SECCION "2" ESC 1:15



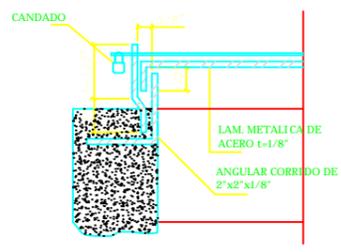
DISTRIBUCION DE REFUERZOS EN LOSA DE TECHO
SIN ESCALA



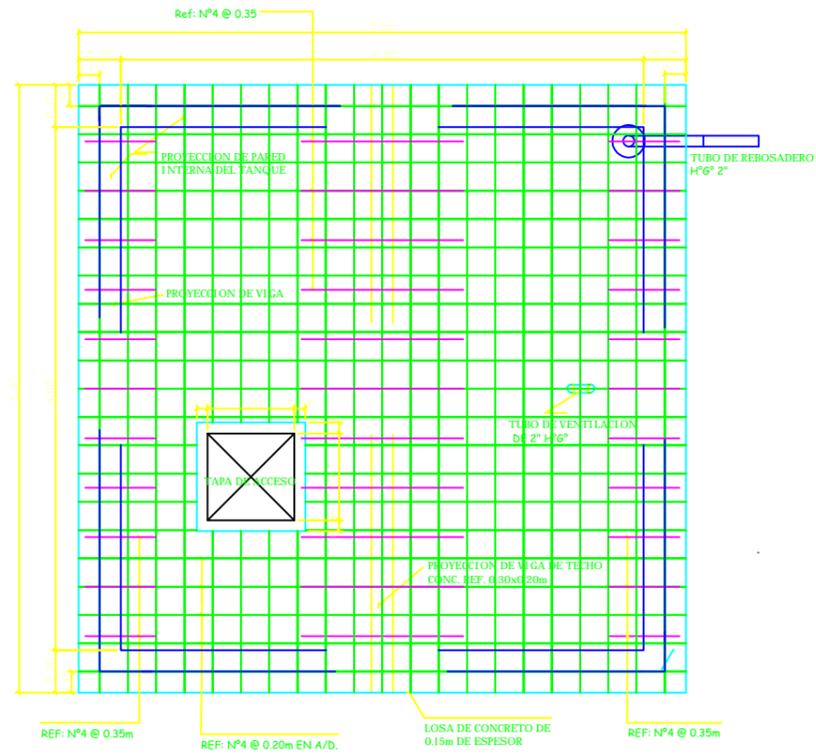
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA UNAN-MANAGUA	
Facultad: CIENCIAS E INGENIERIAS	Contenido: PLANO GENERAL DEL TANQUE DE ABASTECIMIENTO Y DETALLES.
Departamento: CONSTRUCCION	Elaborado por: Br. Joe Quezada, Br. Massiel Suze, Br. Alvaro Garcia
Fecha: 01 de Septiembre del 2015	Escala: 1/75



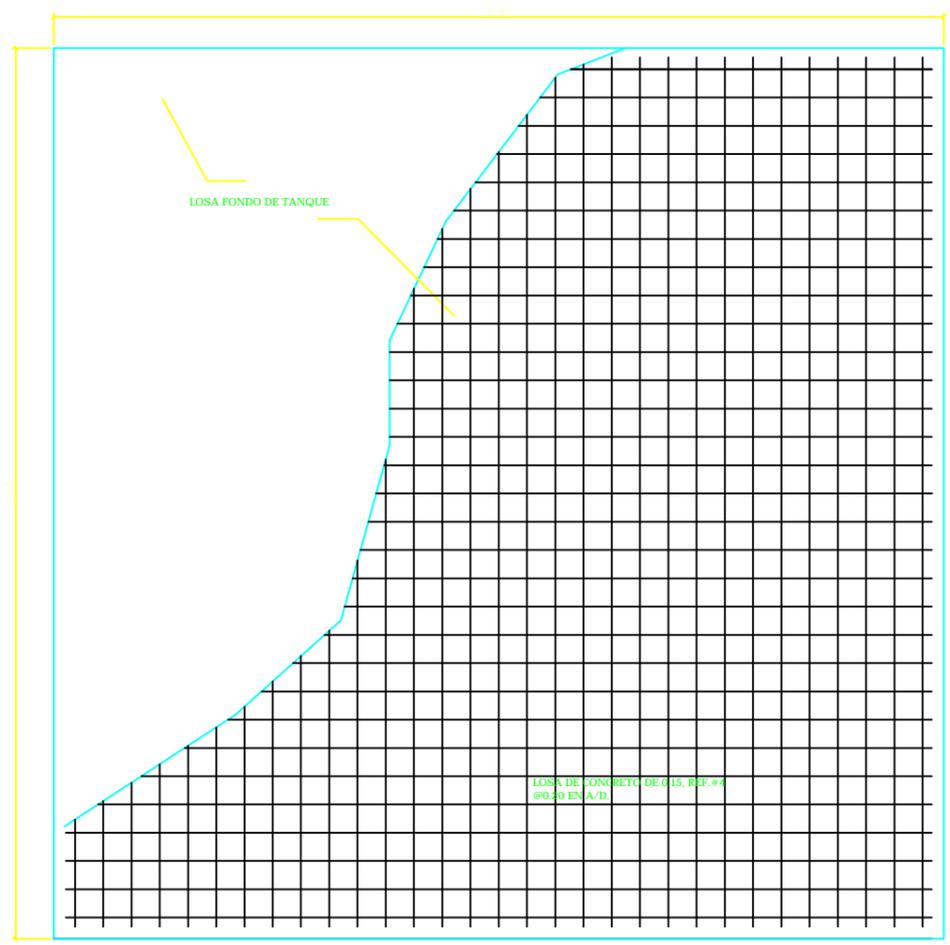
DETALLE DE TAPADERA DE BOCA DE INSPECCION
ESCALA 1:15



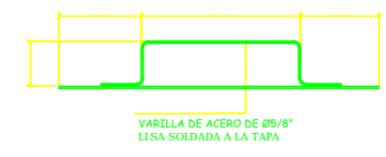
DETALLE "4"
SIN ESCALA



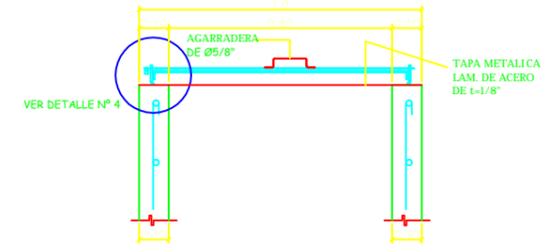
REFUERZO EN LOSA DE TECHO
ESCALA 1:30



REFUERZO EN LOSA DE FONDO DEL TANQUE
ESCALA 1:30



DETALLE DE AGARRADERA
SIN ESCALA



DETALLE DE TAPADERA DE VALVULA
ESCALA 1:15

NOTAS GENERALES

- 1-) CONCRETO
 - EL CONCRETO A UTILIZARSE TENDRA UNA RESISTENCIA MINIMA A LA COMPRESION DE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ (3000 psi) A LOS 28 DIAS DE EDAD DEBIDAMENTE PROBADO POR MEDIO DE RUPTURA DE CILINDROS STANDARD.
 - LOS AGREGADOS COMPONENTES DEL CONCRETO (ARENA Y GRAVA) DEBERAN ESTAR BIEN GRADUADOS Y LIMPIOS DE TIERRA, GRASA O CUALQUIER OTRO MATERIAL QUE PUEDA PERJUDICAR LA CALIDAD DEL CONCRETO.
 - EL AGUA A UTILIZARSE EN LA MEZCLA DEL CONCRETO DEBERA SER POTABLE Y ESTAR LIBRES DE IMPUREZAS ORGANICAS, ACIDOS, ALCALIS, SALES U OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVOS PARA EL CONCRETO.
 - UNA VEZ COLADO EL CONCRETO SE HARA DE TAL MANERA QUE NO SEGREGUE SUS COMPONENTES. SE DEBERA UTILIZAR VIBRADORES MECANICOS PARA GARANTIZAR UNA DISTRIBUCION UNIFORME DEL MATERIAL , A FIN DE EVITAR CUALQUIER HUECO O RATONERA EN EL CONCRETO.
- 2-) ACERO DE REFUERZO
 - EL ACERO PRINCIPAL DE REFUERZO DEBE SER CORRUGADO DEL TIPO A.S.T.M. A-40 CON UN LIMITE DE FLUENCIA DE $f_y=2800 \text{ kg/cm}^2$ (40 kgf).
 - LAS VARILLAS DE REFUERZO DEBERAN ESTAR LIMPIAS Y LIBRES DE TRAZOS DE OXIDACION , GRASAS , ACEITES U OTROS MATERIALES QUE PUEDAN AFECTAR LA ADHERENCIA CON EL CONCRETO.
 - LOS RECLUBRIENTOS MINIMOS DEL ACERO DE REFUERZO DEBERAN SER :
 - a) CONCRETO COLADO CON EL SUELO 7.5 cm
 - b) LOSAS, MUROS Y NERVADURAS 2 cm
 - c) LOS TRASLAPES Y EMPALMES DE VARILLAS INDIVIDUALES DE REFUERZO DEBERAN CUMPLIR CON LAS SIGUIENTES LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE:
 - DIAMETRO = 1/2" L = 0.40 cm
 - d) LOS EMPALMES DE VARILLAS INDIVIDUALES DEBERAN HACERSE DE MANERA ESCALONADA Y CON UNA SEPARACION MINIMA DE TRASLAFE DE 0.60 cms.
- 3-) CONCRETO CICLOPEO
 - LA PIEDRA BOLON O DE RIO A UTILIZARSE , DEBERA PRESENTAR UNA ESTRUCTURA COMPACTA , HOMOGENEA EXCENTA DE GRIETAS , FRACTURAS O SIGNOS DE INTemperIZACION, EL TAMAÑO MAXIMO SERA DE : 0.15 cms. EL VOLUMEN DE PIEDRA BOLON OCUPARA COMO MAXIMO EL 60% DEL VOLUMEN TOTAL DEL MURO.
- 4-) IMPERMEABILIZACION DE SUPERFICIE
 - SE DEBERA IMPERMEABILIZAR LAS SUPERFICIES INTERIORES DEL TANQUE USANDO PRODUCTOS ESPECIFICOS PARA AGUA POTABLE QUE CUMPLA CON LA CERTIFICACION ANSI/NSF61 , SE PUEDE USAR EL PRODUCTO CIM 1061 O SIMILAR.
 - PREPARACION DE SUPERFICIE
 - LAS SUPERFICIES DEBEN ESTAR LIMPIAS Y SECAS , EL CONCRETO DEBE HABER CURADO POR UN MINIMO DE 28 DIAS.
 - APLICACION
 - APLICAR EL PRODUCTO DIRECTAMENTE A LA SUPERFICIE LIMPIA Y SECA , PARA SU APLICACION SE SEGUIRA LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE.
 - TIEMPO DE CURACION
 - UNA VEZ APLICADO EL PRODUCTO CIM 1061, ESPERAR 2 SEMANAS PARA LA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL TANQUE , LAVANDO Y DESINFECTANDO ADECUAMENTE LAS SUPERFICIES TRATADAS.
- 5-) MORTERO
 - EL MORTERO A UTILIZARSE PARA LA UNION DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERIA DEBERA TENER UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION NO MENOR DE 140 kg/cm^2 (2000 PSI) A LOS 28 DIAS DE EDAD. SE MEZCLARA LA ARENA Y EL CEMENTO EN PROPORCION DE : 1 CEMENTO , POR 3 DE ARENA POR VOLUMEN.
- 6-) FORMALETAS
 - DEBERAN AJUSTARSE A LAS DIMENSIONES PRESENTADA EN LOS DETALLES DE ESTOS PLANOS , Y SU ESPESOR SERA DE 1" O MAS, EL DESCIMBRADO EN LA LOSA SE HARA A LOS 21 DIAS DE COLOCADO EL CONCRETO. EL DESCIMBRADO LATERAL DE VIGAS Y COLUMNAS PODRA EFECTUARSE A LAS 48 HORAS MINIMO.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad:
CIENCIAS E INGENIERIAS

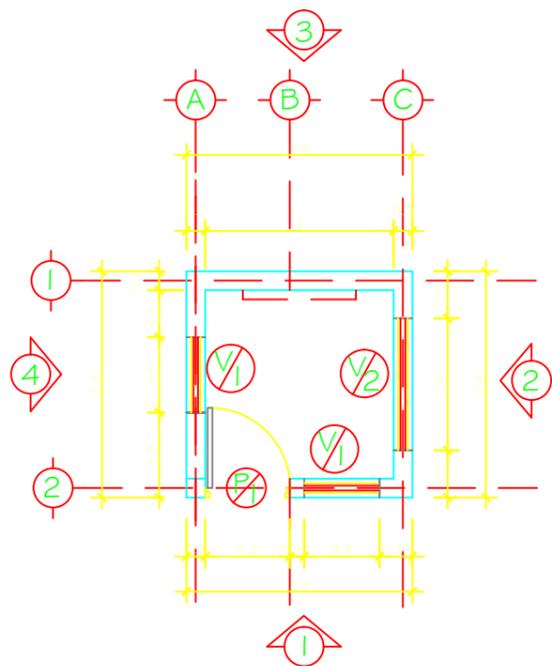
Departamento:
CONSTRUCCION

Contenido:
DETALLES DE LOSA Y ACCESORIOS DEL TANQUE.

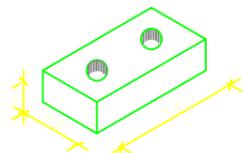
Elaborado por:
Br. Joe Quezada, Br. Massiel Sucre, Br. Alvaro Garcia

Fecha:
01 de Septiembre del 2015

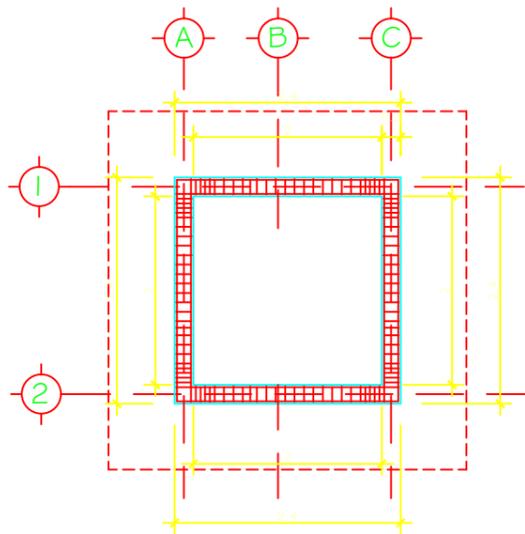
Escala: 1/50



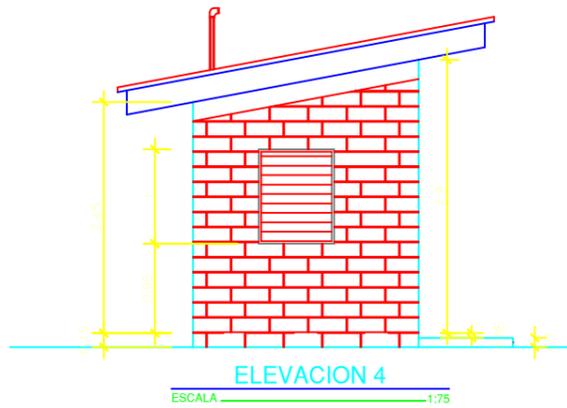
PLANTA ARQUITECTONICA
ESCALA 1:75



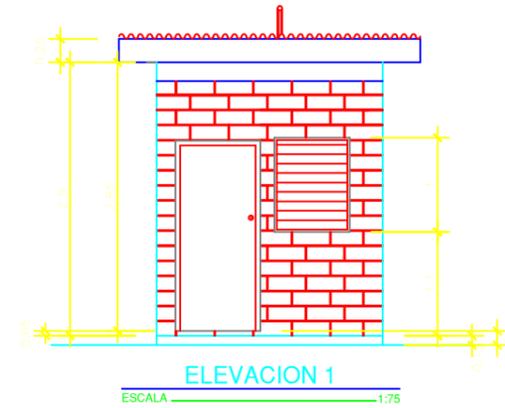
BLOQUE ENTERO
SIN ESCALA



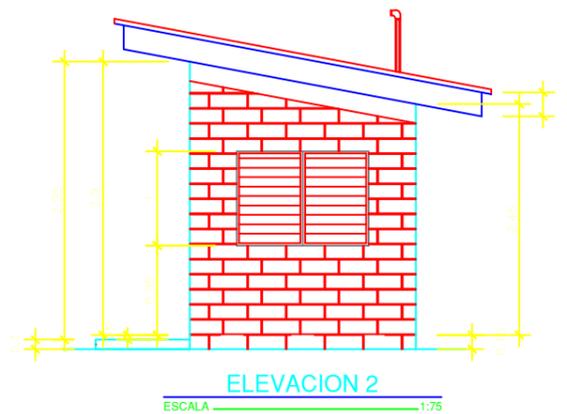
PLANTA DE CIMENTACION
ESCALA 1:75



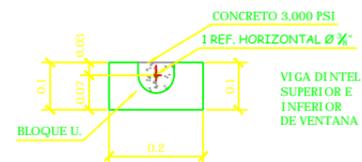
ELEVACION 4
ESCALA 1:75



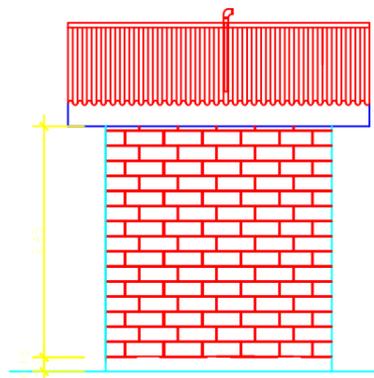
ELEVACION 1
ESCALA 1:75



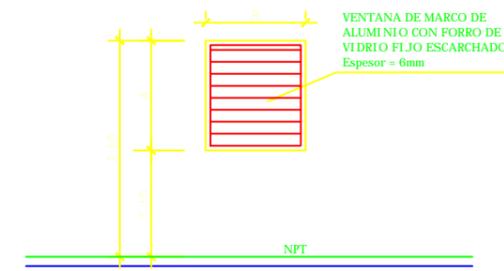
ELEVACION 2
ESCALA 1:75



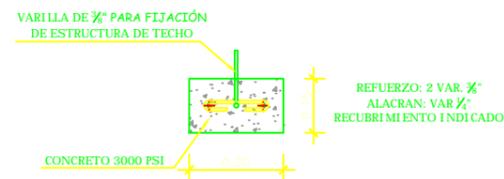
DETALLE DE VIGA DINTEL
ESCALA 1:10



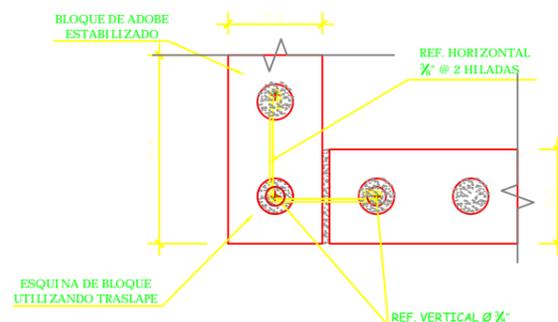
ELEVACION 3
ESCALA 1:75



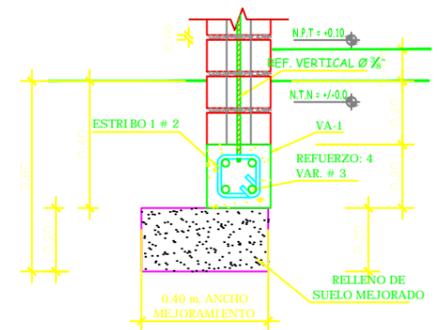
DETALLE TIPICO DE VENTANA
ESCALA 1:75



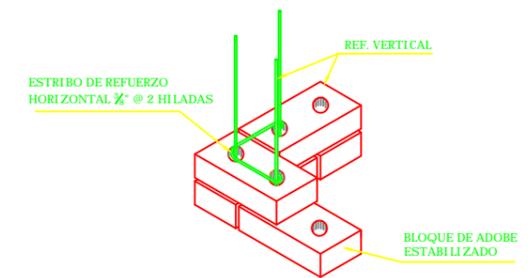
DETALLE DE VIGA CORONA
ESCALA 1:10



DETALLE DE REFUERZO EN ESQUINAS
ESCALA 1:10

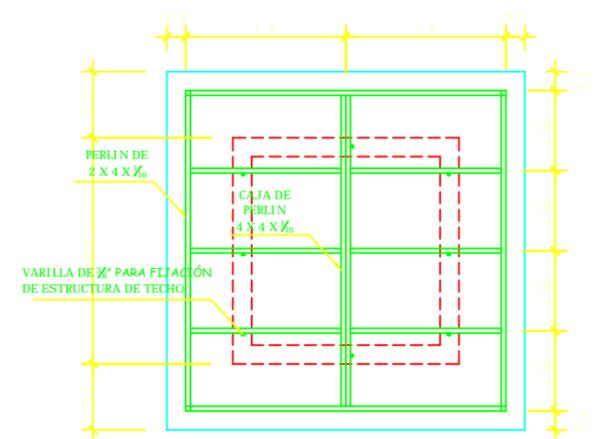


DETALLE DE ZAPATA CORRIDA
ESCALA 1:15



ISOMETRICO UNION ESQUINA
SIN ESCALA

CUADRO DE PUERTAS Y VENTANAS			
	DIMENSION		TIPO / MATERIAL
No	A	B	
P - 1	2.10	0.90	MADERA SÓLIDA, DOS TABLEROS
V - 1	0.80	1.00	ALUMINIO Y VIDRIO
V - 2	1.00	1.40	ALUMINIO Y VIDRIO



DETALLE DE CUBIERTA DE TECHO
ESCALA 1:75



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad:
CIENCIAS E INGENIERIAS

Departamento:
CONSTRUCCION

Contenido: PLANOS DE CASETA DE BOMBEO, PLANTA ARQUITECTÓNICA, PLANTA DE CIMENTACION, ELEVACIONES, DETALLE VIGA ASÍSMICA.

Elaborado por:
Br. Joe Quezada, Br. Massiel Sucre, Br. Alvaro Garcia
Fecha:
01 de Septiembre del 2015

Escala: 1/75