



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL BARRIO SOR MARIA
ROMERO MUNICIPIO DE MATAGALPA.**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por:

Br. Julio Cesar Zeledón Gonzáles

Tutor

Ing. Lino Antonio Aranda Salmerón

Managua, Septiembre de 2016

AGRADECIMIENTO

Agradezco Infinitamente a Dios, por haberme dado la sabiduría, el conocimiento y sobre todo por la vida que me ha regalado guiándome siempre por el camino correcto para poder cumplir mis metas.

A mis padres y hermanos por el apoyo que me han brindado, por la confianza que depositaron en mí, por el amor que me han demostrado y sobre todo por sus consejos.

Y a los maestros e ingenieros que me brindaron su tiempo y compartieron sus conocimientos para orientarme en la realización de este trabajo.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de graduación muestra el estudio de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio Sor María Romero sector # 3, del casco urbano del municipio de Matagalpa. Actualmente este barrio presenta serios problemas de acceso de agua, su forma de abastecimiento es por medio de camiones cisternas que comercializan el vital líquido, sin que los pobladores conozcan procedencia del agua, la otra forma que se abastecen es por medio de puesto público del barrio vecino Lucidia Mantilla, lo que generan altos costos y gran vulnerabilidad ante posibles enfermedades.

Por estos motivos la población demanda un sistema de abastecimiento de agua potable que les garantice la salud, higiene y ahorro económicos, el barrio posee 269 viviendas con una población de 1157 habitantes con densidad promedio de 4.3 habitantes por vivienda.

El estudio se inicia con la identificación del proyecto, caracterización socioeconómica, y topográficas del barrio, de igual manera se determinó la viabilidad del punto de acoplamiento de la red existente en el barrio vecino LUCIDIA MANTILLA, de acuerdo a estudios realizados por Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) Matagalpa. El sistema fue diseñado con una proyección de población y consumo de 20 años, los parámetros de diseños se realizaron rigiéndonos a las normas urbanas para el abastecimiento de agua potable establecidas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado INAA, (NTON 99 003-99).

Índice general

CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES

1.1	Introducción.....	1
1.2	Antecedentes.	3
1.3	Justificación.....	5
1.4	Objetivos.	6
1.4.1	Objetivo general.....	6
1.4.2	Objetivos específicos:	6

CAPITULO II MARCO CONCEPTUAL

2.1	Fuente de abastecimiento.	8
2.2	Población del proyecto.	9
2.3	Estudio topográfico.....	9
2.4	Tipos de fuentes.....	9
2.5	Obras de captación.	10
2.6	Calidad del agua.	11
2.7	Consumo de agua.....	11
2.8	Tipos de consumo.....	11
2.9	Características físicas y químicas del agua.	13
2.9.1	Características físicas.....	13
2.10	Tratamiento.....	14
2.11	Línea de conducción.....	14
2.12	Tanque de almacenamiento.....	15
2.13	Estación de bombeo.	15
2.13.1	Equipos de bombeo:.....	16
2.13.2	Bomba.....	16
2.13.3	Bombas centrifugas verticales.....	16
2.13.4	Conexión de bombas sarta.....	16
2.14	Red de distribución.	16
2.14.1	Resistencia de las tuberías.	17
2.14.2	Tipos de redes.....	17
2.14.3	Tipos ramificados.	18
2.14.4	Tipos malladas.	18
2.14.5	Carga hidráulica disponible.	18

2.14.6	Sobrepresión o depresión.	18
2.15	Golpe de ariete.	18
2.16	Normas y reglamentos.	19
2.17	Parámetros de diseño.	19
2.17.1	Población de diseño	19
2.17.2	Periodo de diseño.	20
2.17.3	Cálculo de consumo.	21
2.17.4	Presiones máximas y mínimas.	21
2.17.5	Velocidades permisibles en tuberías.	22
2.17.6	Línea de conducción por bombeo.	22
2.17.7	Elementos de la estación de bombeo.	22
2.17.8	Caseta de Control	23
2.18	Parámetros para la estación de bombeo (bombas centrífugas).	23
2.18.1	Diámetros y velocidades en las tuberías:	23
2.18.2	Carga total dinámica (CTD).	23
2.18.4	Selección del equipo de bombeo.	25
2.18.5	Carga neta positiva de succión NPSH.	25
2.19	Golpe de ariete.	26
2.19.1	Válvulas y estructuras complementarias	27
2.20	Tanque de almacenamiento.	28
2.20.1	Altura y Diámetro del tanque.	29
2.20.2	Accesorios para tanques	30
2.21	Red de distribución.	31
2.21.1	Caudales nodales.	31
2.21.2	Cobertura de tuberías.	32
2.21.3	Accesorios y obras complementarias de la red de distribución.	32

CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO

3.1	Inspección física de la ubicación del área en estudio.	34
3.2	Estudios socioeconómicos.	34
3.3	Levantamiento topográfico.	34
3.4	Nivel de servicio y cobertura.	34
3.5	Análisis y cálculo hidráulico del sistema.	35
3.6	Elaboración de planos.	35
3.7	Especificaciones técnicas.	35

3.8	Estimación de costos y presupuesto.....	35
-----	---	----

CAPITULO IV CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1	Estudio socioeconómico.....	37
4.1.1	Información básica del área del proyecto.	37
4.1.1.1	Breve descripción de la ciudad de Matagalpa.	37
4.1.1.2	Aspectos socioeconómicos.	38
4.1.1.3	Servicio de agua potable.	38
4.1.2	Ubicación del proyecto en estudio.	39
4.1.3	Topografía.	40
4.1.4	Clima y precipitaciones.	40
4.1.5	Geología y sismicidad.....	41
4.1.6	Vías de comunicación.....	41
4.1.7	Población.....	41
4.1.8	Situación de la propiedad y uso de vivienda.....	42
4.1.9	Material de la vivienda y servicios.	42
4.1.10	Distribución de la población por edad y sexo.	43
4.1.11	Distribución de la población por escolaridad	43
4.1.12	Ingresos familiares.	44
4.1.13	Actividades económicas.....	44
4.1.14	Capacidad económica.....	45
4.1.15	Energía eléctrica	45
4.1.16	Abastecimiento de agua.	46
4.1.17	Saneamiento e higiene.....	46
4.1.18	Salud e higiene.....	47
4.1.19	Enfermedades presentadas en niños menores de 0 a 15 años.	48
4.1.20	Vacunación de niños/as del sector.....	49
4.1.21	Información recibida sobre Educación Sanitaria y Prácticas de Higiene.....	49
4.2	Dimensionamiento de los componentes del sistema.....	50
4.2.1	Tasa de crecimiento por el método geométrico.	50
4.2.2	Dotación de agua para el sistema propuesto	51
4.2.3	Estimación de la población de diseño.....	51
4.2.4	Estimación del caudal de diseño.	52
4.2.5	Análisis de la fuente de abastecimiento.....	53

4.2.6	Diseño hidráulico del equipo de bombeo.....	54
4.2.7	Diseño hidráulico de la línea de conducción.....	56
4.2.8	Cálculo de velocidad.....	56
4.2.9	Golpe de ariete	56
4.2.10	Dimensionamiento del tanque de almacenamiento.	58
4.2.11	Análisis hidráulico de la red de distribución.	58
4.2.12	Costo total del proyecto.....	63
4.3	Especificaciones técnicas de materiales y de construcción.	64
4.3.1	Alcance general de las obras y requisitos generales.....	64
4.3.1.1	Alcance de las obras.	64
4.3.1.2	Requisitos generales.....	65
4.3.2	Actividades preliminares.....	66
4.3.3	Instalación de tubería y accesorios.....	71
4.3.4	Especificaciones para el equipo de bombeo	76
4.3.5	Concreto, acero de refuerzo y mampostería.....	86

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	99
5.2	Recomendaciones.....	100

Bibliografía.....	101
--------------------------	------------

Anexos

ÍNDICES DE TABLA

Tabla 1. Periodo de diseño de diferentes estructuras hidráulicas.....	20
Tabla 2. Longitudes equivalentes.....	24
Tabla 3. Tasa de población crecimiento de acuerdo a censos realizados	50
Tabla 4. Tasa de crecimiento de acuerdo a INIDE y DODT-AMOUPNOR	50
Tabla 5. Resumen de calculos de de Proyección de población	51
Tabla 6. Estimación de caudal de diseño.	52
Tabla 7. Toma de presión en el punto de acoplamiento	53
Tabla 8. Tubería de red de Distribución	59
Tabla 9. Detalle de estado de red de distribución.....	60
Tabla 10. Análisis de presión en la red de distribución	62

ÍNDICES DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Tenencia de la vivienda	42
Gráfico 2. Estructura de vivienda	43
Gráfico 3. Distribución de población.	43
Gráfico 4. Nivel de escolaridad.....	44
Gráfico 5. Ocupación	45
Gráfico 6. Servicio de energia electrica	45
Gráfico 7. Abastecimiento de agua.	46
Gráfico 8. Disposición de letrina.....	47
Gráfico 9. Tratamiento de agua	47
Gráfico 10. Enfermedades que padecen los niños y niñas	48
Gráfico 11 Vacunación de niños.....	49
Gráfico 12. Charlas de educación	49
Gráfico 13. Velocidad de la red de distribución	59
Gráfico 14. Presiones en la red de Distribución con Demanda Máxima Horaria ..	61
Gráfico 15. Presiones bajo condición demanda 0	63

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

El agua posee un valor ambiental inherente a su condición de recurso natural, es un bien social y derecho humano por lo que tiene un valor subjetivo, es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un suministro de agua satisfactorio. Sin embargo, posee un valor económico porque se utiliza para casi todas las actividades productivas (domésticas, industriales, agrícolas, energéticas, etc.). Además, que ejerce una función de sostén de los ecosistemas.

Nicaragua es un país privilegiado, dispone del agua suficiente para satisfacer todas sus necesidades presentes y futuras, casi un 15% de su superficie lo constituyen lagos, lagunas y ríos, posee un volumen de 38,668 (m³/cápita/años) lo que posesiona al país por encima del promedio centroamericano (IANAS, 2012)¹. Sin embargo, el país tiene un nivel de pobreza nacional muy alto, esto conlleva a una escasez de agua, por la falta de recursos financieros para utilizar y mantener las fuentes de agua con la calidad adecuada para el consumo humano, lo que implica problemas con una buena gestión integral del recurso hídricos del país.

Las características hidrográficas del país presentan gran disponibilidad de agua superficial, pero con alto grado de contaminación y grandes reservorios de aguas subterráneas (IANAS, 2012). Esta situación obliga a explotar las aguas subterráneas como principal fuente de abastecimiento, lo que incrementa los costos de distribución por el requerimiento energético para la captación y impulsión del agua a través del sistema de redes y por tanto, limita el desarrollo del sector por los altos costos de inversión.

De acuerdo con cifras presentadas por ENACAL, el 85% de la población urbana a nivel nacional tiene acceso al servicio de agua potable, lo que significa que en las

¹ Diagnóstico del agua en las Américas (Red Interamericana de academias y ciencias, foro consultivo científico y Tecnológico, ac.) Marzo 2012

áreas urbanas aún existe un porcentaje considerable de la población que no tiene acceso a agua potable.

El casco urbano del municipio de Matagalpa presenta un 13% de la población que se encuentra sin acceso al servicio de agua potable, este porcentaje se ve reflejado en algunos barrios o asentamientos nuevos que poco a poco han aumentado su densidad poblacional (Ruiz, 2015)². La necesidad de construir sistema de agua potable que tanto al sector urbano como rural de este municipio es prioritaria para los habitantes y las autoridades municipales, es por ello que el presente proyecto se pretende la ampliación del servicio de agua potable en el municipio de Matagalpa, diseñando un sistema de red de abastecimiento por bombeo eléctrico, en el sector #3 del barrio Sor María Romero que está ubicado al sur oeste de la ciudad de Matagalpa.

Actualmente es uno de los asentamientos más grande de la ciudad, habitan 1530 familias y se encuentra sub dividida en 5 sectores, Según información obtenida por líderes del barrio. Ningún sector cuenta con el suministro de agua potable. Las personas se abastecen de camiones cisternas que comercializan el agua y de un puesto público ubicado en el barrio vecino llamado Lucidia Mantilla ubicado en la parte norte del barrio sor maría romero.

El proyecto a diseñarse beneficiará a 302 familias, comprende el acoplamiento de una red existente que abastece un 58% del casco urbano del municipio de Matagalpa, el cual proviene del acuífero subterráneo ubicado en el valle de Chaguitillo, Sébaco, a unos 20 km a próximamente del municipio de Matagalpa (Ruiz, 2015).

Se diseñó la línea de conducción a un tanque de almacenamiento y la línea de distribución por gravedad, abasteciéndola de manera continua a todos los habitantes de este barrio, rigiéndose a las normas establecidas por INAA (NTON 09 003-99). Con el fin de contribuir al desarrollo y mejoramiento de dicho municipio.

² Ing. Carmelo Ruiz. Director técnico ENACAL Matagalpa. Entrevista junio 2015.

1.2 Antecedentes.

La ciudad de Matagalpa actualmente cuenta con sistema de agua potable abastecida por dos fuentes, uno de ellos es el sistema de agua superficial proveniente de la cuenca Molino Norte ubicada al norte del casco urbano, el río cuenta con un caudal medio mensual de 7254m^3 , la captación conduce el agua por medio de un canal abierto hasta la planta de tratamiento, después distribuida a la población Matagalpina. La segunda, que fue diseñada en el año 1995 y puesta en función hasta el año 2002 que es el sistema de extracción subterránea ubicado aproximadamente a 20 km, al sur-oeste del Municipio de Matagalpa ubicada en el valle de Chaguitillo Municipio de Sébaco. Está compuesto por 5 pozos con bombas eléctricas, con capacidad total de $500\text{ m}^3/\text{h}$, apoyada por 2 estaciones de relevo que hacen posible transportar el agua hacia su destino (Matagalpa) las cuales bombean 20 horas diarias (Ruiz I. C., 2015).

Actualmente este sistema abastecido por la fuente molino norte y por pozos de la fuente chaguitillo cubre el 87% de la población del municipio en abastecimiento de agua, el 13% restante no cuenta con agua potable. (Ruiz I. C., 2015)

Dentro de ese 13% de la población no beneficiada con el servicio de agua potable se encuentra el barrio Sor María Romero, que desde su fundación en el año 2002 es de gran prioridad para sus habitantes la construcción de servicios básicos, entre ellos el más importante es el abastecimiento de agua potable.

Desde su fundación hasta la fecha estos habitantes se abastecen por medio de camiones cisternas que transportan el agua al sector y acarreando el agua de un puesto público ubicado en el barrio vecino Lucidia Mantilla.

Según los líderes del barrio Sor María Romero, en el año 2010 una organización no gubernamental, pertenecientes a una denominación religiosa llamada "LA ESPERANZA" propuso una colaboración para realizar el proyecto de agua potable para el sector # 3, de manera organizada los miembros de la iglesia y líderes del

barrio formaron una junta directiva y solicitaron el apoyo de las instituciones gubernamentales para consolidar el proyecto.

Para que el proyecto se llevara a cabo, la ONG debía de coordinarse con autoridades de ENACAL Matagalpa, así establecer relación y determinar colaboración de ambas entidades, después de varias reuniones no se llegó a un acuerdo, esto produjo la no continuidad de iniciativa del proyecto.

Desde esa fecha hasta la actualidad el barrio sigue en espera del apoyo de las autoridades competentes para realizar el sistema de abastecimiento de agua potable ya que además de no contar con el servicio de agua potable tampoco cuentan con alcantarillado sanitario.

1.3 Justificación.

Las personas del barrio Sor María Romero se abastecen del vital líquido por medio de camiones cisterna que llegan a comercializar el agua a un precio de C\$ 22.00 el barril, esta agua no siempre es extraída de la fuente de abastecimiento de ENACAL, lo que revela una dudosa procedencia del agua que contienen algunas cisternas, según pobladores, esta es extraída de pozos artesanales lo cuales no tienen ninguna aprobación del Ministerio de salud (MINSA) o ENACAL para ser distribuida para consumo doméstico. Otras personas se abastecen de un puesto público que se encuentra ubicado en el barrio vecino Lucidia Mantilla ubicado en la parte norte del barrio Sor María Romero las personas compran a C\$ 1.00 el bidón, haciendo filas largas para que puedan adquirir el agua debido a que la mayoría de personas del sector # 3 obtienen el agua para tomar en este puesto.

Esta forma de abastecimiento conlleva a gastos económicos muy altos, siendo un serio problema para las personas de muy bajos recursos de esta área peri- urbana el cual también trae consigo muchas consecuencias, mayormente en niños menores de cinco años, el riesgo de contraer enfermedades es inminente.

El proyecto propuesto tiene como finalidad solucionar la falta de agua potable en el barrio de la parte periférica de la ciudad, del cual se pretende acoplar de la tubería principal que distribuye el agua en el barrio Lucidia Mantilla, la que se idealiza como la más factible económicamente por la cercanía al sector que será beneficiario y la capacidad de abastecimiento que posee este sistema de red existente.

Este sistema evitara los altos costos económicos que actualmente pagan los pobladores por obtener el vital líquido, asegurarles agua de buena calidad, y evitando enfermedades hídricas de las cuales son propensas.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general.

- a) Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable en el Barrio Sor María Romero sector # 3 del municipio de Matagalpa.

1.4.2 Objetivos específicos:

- a) Elaborar un estudio socioeconómico para recopilar la información necesaria de la población a servir y su capacidad económica para la sostenibilidad del proyecto.
- b) Realizar estudios topográficos en el barrio Sor María Romero para determinar la altura y curvas de nivel en relación a un plano horizontal ya existente que presenta la zona de estudio.
- c) Realizar estudio de presión del punto donde se conectará, al sistema de abastecimiento de agua.
- d) Procesar los datos obtenidos en campo por medio del software AutoCAD 2015 y CivilCad para la creación de curvas de nivel, perfiles y secciones que proporcionen la información necesaria para la correcta ubicación de los elementos críticos del sistema (tanque, válvulas y pilas rompe presión de ser necesarias).
- e) Realizar cálculos hidráulicos de la red de agua potable auxiliándonos con la aplicación del software (Epanet), para determinar las especificaciones de la red de conducción y distribución.
- f) Realizar los cálculos de los costos de construcción de la obra.
- g) Precisar las especificaciones técnicas concernientes a los materiales que se utilizarán, así como los requerimientos de construcción, aplicando los criterios de las normas nacionales de agua potable (**NTON 09 003-99**).

CAPITULO II

MARCO CONCEPTUAL

2.1 Fuente de abastecimiento.

En la realización del sistema de abastecimiento de agua potable, está compuesto de elementos, dispositivos y mecanismos empleados para llevar el agua desde los puntos de captación hasta los puntos de consumo de cada beneficiario. Cumpliendo con las condiciones de caudal, presión y calidad suficiente para cada punto de consumo.

El elemento primordial de carácter condicional para el diseño básico de un proyecto de agua potable es la **fuente de abastecimiento**. La cual debe ser básicamente permanente y suficiente, ya que deben producir agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a la población que se desea servir, tomando en cuenta previamente su localización, tipo, capacidad, y la caracterización cualitativa del agua a ser entregada.

Factores que afectan el uso de agua.

El uso local depende de ciertos factores como el tamaño de la comunidad, la presencia de industrias, la calidad del agua, su costo, su presión, características de la población, el clima, si los abastecimientos son medidos y la eficiencia con la cual el sistema es mantenido.

Estos factores son:

El tamaño de la ciudad: tiene un efecto en aquellas pequeñas ciudades que tienden a tener usos más limitados para el agua. Las ciudades pequeñas están más propicias a tener áreas inadecuadamente servidas, tanto de agua como de alcantarillado.

La industria y el comercio: debido a que el uso industrial no tiene relación directa con la población, es necesario tener especial cuidado al estimar el uso presente o futuro del agua en una porción restringida de una ciudad. Se debe estudiar la existencia de industrias en el área y valorar la posibilidad de establecimientos de más instalaciones industriales. Las industrias usan con frecuencia abastecimientos

de agua auxiliares para diferentes propósitos, este factor reduce el consumo del suministro municipal.

El consumo comercial depende en gran medida del número de personas empleadas en distritos de negocios y no puede ser estimado sobre la base del número de residentes. El agua que es usada a veces para aires acondicionados es en general desaprobada su uso, pero en ciudades en las cuales estos sistemas son permitidos, el uso del agua puede ser sustancialmente mayor que el promedio.

Características de la población: En particular el nivel económico, puede producir variaciones sustanciales del uso promedio. En distritos de alta valorización de una ciudad o en comunidades de suburbios con una población similar, el uso por habitante será alto. Aún se encuentran usos menores en distritos de poca valorización donde no hay alcantarillado y el abastecimiento de agua es inadecuado.

2.2 Población del proyecto.

Es el número de habitantes que ha de ser servido por el proyecto para el período de diseño, el cual se establece con base en la población inicial la cual se tomará como referencia para determinar crecimiento poblacional.

2.3 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 Sistema de Agua Potable, 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.

2.4 Tipos de fuentes.

- Aguas superficiales.

Proviene en gran parte del escurrimiento, y pueden recibir aporte de manantiales, están sometidas a la acción del calor, la luz, y estos pueden ser contaminados por

el vertedero de ciertos afluentes cargados de sustancias orgánicas, corrientes (ríos, arroyos y quebradas) y estancadas (lagos, lagunas y quebradas).

- Aguas sub-superficiales.

Es el agua que se infiltra en el subsuelo y que al desplazarse a través de los pozos de los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forma de manantiales y afloramientos.

- Aguas subterráneas.

Son aquellas que se han filtrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo a través de la gravedad, hasta que alcanza un estrato permeable.

2.5 Obras de captación.

Las obras de captación son todas aquellas que se constituyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año la captación de gastos previstos. El tipo de obra a emplearse es en función de las características de la fuente, de la calidad, de la localización y su magnitud.

- Captación de agua subterránea.

Una captación de agua subterránea, es la estructura civil que constituyen los pozos perforados o pozos excavados a mano, los cuales permite captar el agua desde un cuerpo o corriente subterránea de forma continua segura y sin disminución de las condiciones hidrológicas, geológicas y ecológicas en los alrededores o aguas abajo.

- Captación de aguas superficiales.

Se hace mediante la construcción de contenedores superficiales (presas, embalses, etc.) aprovechando embalsar las aguas de escorrentía. El papel fundamental es la regulación de los caudales de una cuenca determinada hidrográficamente. Se

genera así una acumulación de los volúmenes por exceso en épocas con gran capacidad de aportaciones (época de lluvias). Dichos volúmenes se aportan con posterioridad en épocas en las que el aporte a la cuenca es inferior a la demanda.

2.6 Calidad del agua.

Es la determinación de la concentración de los compuestos físicos, químicos y Biológicos, que debe satisfacer el agua para no constituir un riesgo para la vida o la salud de la población y para la protección y conservación del medio ambiente o la preservación de la naturaleza.

- Calidad del agua para consumo humano.

La calidad del agua para consumo humano está determinada por valores “máximos” y “aceptables” para diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos establecidos del agua natural de acuerdo a las normas de INAA (**NTON 09 003-99**).

2.7 Consumo de agua.

Es el agua utilizada por un grupo cualquiera radicado en un lugar, este consumo estará en proporción directa al número de habitantes en proporción al mayor o menor desarrollo de sus actividades comerciales e industriales y también de su *modus vivendus*.

La dotación mínima a adoptarse debe ser suficiente para satisfacer los requerimientos del consumo.

2.8 Tipos de consumo.

La demanda de agua es comúnmente clasificada de acuerdo con la naturaleza del usuario. Las clasificaciones ordinarias son:

Consumo doméstico o residencial.

Consumo exclusivamente para uso doméstico dentro del cual se contempla agua para: ingerir, lavado de ropa, aseo personal, etc. el uso varía con el nivel económico de los consumidores y este representa generalmente el consumo predominante en el diseño.

El instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados (INAA), establece dentro de sus normas de diseño, dotaciones de agua potable para diferentes rangos de poblaciones y pueden usarse perfectamente cuando no se poseen datos locales sobre las diversas áreas de consumo.

Consumo comercial e industrial.

Suministro de agua a establecimientos industriales y comerciales tales como fábricas, oficinas y almacenes. La importancia de este uso varía dependiendo si hay grandes industrias y de si estas obtienen su agua del sistema municipal.

La cantidad de agua requerida para propósitos comerciales e industriales se ha relacionado con factores como unidades producidas, número de personas empleadas o área del establecimiento. Tales factores, deben ser obtenidos localmente o verificados mediante la comparación con consumos registrados.

Cuando el comercio e industria constituyen una situación normal (comercio e industria, hoteles, gasolineras) pueden ser incluidos y estimados dentro de los consumos per cápita adaptados y diseñar en base a esos parámetros.

Consumo público.

Suministro de agua a edificios públicos, edificios del gobierno, colegios, riego de calles y protección contra incendios, por los cuales el abastecedor en general no recibe pago.

Consumo para incendio.

Adicionalmente a los otros consumos en los sistemas de abastecimientos de agua debe preverse una demanda para combatir incendios y que satisfaga con agua proveniente de sistema. El abastecimiento para el fuego no afecta el promedio de

consumo enormemente, pero tiene un gran efecto sobre las tasas pico. Con el fin de determinar la demanda máxima de agua durante un incendio, el flujo para incendio debe añadirse a la tasa de consumo máximo diario.

2.9 Características físicas y químicas del agua.

2.9.1 Características físicas.

El contenido de sustancias orgánicas e inorgánicas en el agua representa lo que llamamos características físicas del agua. La importancia sanitaria que reviste estas características, tienen su significado en la aceptabilidad o en el rechazo del vital líquido, cuando es utilizado para el consumo humano.

Entre ellos tenemos

- Color.
- Turbiedad.
- Olor.
- Sabor.

2.9.2 Características químicas.

Las sustancias químicas se encuentran con relativa frecuencia en concentraciones apreciables en el agua. Desde el punto de vista de las condiciones químicas, el agua para ser consumible, debe ser de gusto agradable y con una cantidad de sales disueltas excesivas, dichas sales no deben ser perjudiciales o tóxicas para la salud humana.

Entre ellas se tienen las siguientes:

- Potencial de hidrógeno.
- Alcalinidad.
- Cloruros.
- Dureza.
- Hierro.
- Magnesio

2.10 Tratamiento.

Si la calidad del agua no satisface las normas recomendadas deberá someterse a un tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe de someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante su distribución.

La mayoría de las aguas superficiales requieren en mayor o menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia la mayoría de los sistemas de agua potable poseen plantas de tratamiento (como mínimo cloración). Desde hace décadas, el cloro ha sido un desinfectante muy importante y ha jugado un papel esencial en el tratamiento del agua. El cloro es el agente desinfectante más extendido y usado a nivel mundial.

2.11 Línea de conducción.

La determinamos como la línea de tubería constituida por el conjunto de conductos, estructuras de operación, de protección y accesorios que transporta el agua desde la fuente de abastecimiento, hasta un punto que puede ser un tanque de regulación, una planta potabilizadora, o la red de distribución. Las aguas captadas deben de ser conducidas y distribuidas a la población, se pueden transportar por gravedad o bombeo; a través de canales abiertos o conductores cerrados a presión dependiendo de la topografía del terreno.

2.11.1 Línea de conducción por bombeo.

En el caso de líneas de conducción por bombeo la diferencia de elevación es carga a vencer, esta carga se ve incrementada en función de la selección de diámetros menores ocasionando mayores costos de equipos y de energía. Por tanto, cuando se tiene que bombear agua mediante una línea directa al tanque de almacenamiento existe una relación inversa de costo entre potencia requerida y diámetro de la tubería.

2.12 Tanque de almacenamiento.

En estas estructuras se almacena el agua que no se consume en las horas de demanda mínimas para aprovecharla después en las horas de máxima demanda. Además de almacenar este volumen, incluye en su diseño el caudal para emergencia e incendio.

Es preferible instalar estos tanques de almacenamiento a una cota tal que esté por encima de cualquier punto o casa a beneficiar. Esto es así, para efectuar la distribución por gravedad y reducir los costos eléctricos derivados por el bombeo, sin embargo, habrá situaciones que esto no es posible. El tanque deberá estar diseñado para suplir la demanda de agua a lo largo del período de diseño, y además ser capaz de sobrellevar cualquier eventualidad que pueda surgir.

Funciones.

1. Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día).
2. Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
3. Atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños de tuberías de conducción o de estacionamiento de bombeo.

2.13 Estación de bombeo.

Las estaciones de bombeo son estructuras destinadas a elevar un fluido cuando por las condiciones topográficas del terreno y de localización no es posible utilizar la fuerza de la gravedad para distribuir el agua potable a una población. Para esta finalidad la estación está compuesta por un conjunto de equipos, y estructuras necesarias para el buen funcionamiento de la unidad de bombeo.

2.13.1 Equipos de bombeo:

- Motores.
- Fundaciones.
- Caseta.
- Línea de alimentación de energía eléctrica o instalación para almacenamiento de combustible.
- Válvulas.
- Accesorios.

2.13.2 Bomba

Las bombas son equipos mecánicos que sirven para llevar los líquidos y conducirlos de un lugar a otro. El motor puede definirse como la adición de energía a un fluido para moverse de un punto a otro.

2.13.3 Bombas centrífugas verticales

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

2.13.4 Conexión de bombas sarta

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

2.14 Red de distribución.

Una red de distribución es el conjunto de tuberías llamada también circuitos troncales o maestras y tuberías secundarias o de relleno, que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias o hidrantes

públicos; con el fin de proporcionar agua potable suficiente a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios.

Las conducciones primarias o arterias principales forman el esqueleto del sistema de distribución, se sitúa de tal forma que transporta grandes cantidades de agua desde la estación elevada a los depósitos y de estos a las diferentes partes del área abastecida. Las conducciones secundarias forman anillos más pequeños dentro de las arterias principales entrelazándolas entre sí, transportando grandes cantidades de agua desde las arterias principales a las diferentes áreas para cubrir el suministro normal y el caudal para extinción de incendios.

2.14.1 Resistencia de las tuberías.

Las tuberías deberán resistir las presiones internas estáticas, dinámicas de golpe de ariete y las presiones externas de rellenos y carga viva debido al tráfico. Se debe de calcular la sobre presión por golpe de ariete como también por fórmulas y nomogramas recomendados por los fabricantes.

2.14.2 Tipos de redes.

Una clasificación de las redes de abastecimiento puede contemplar numerosos puntos de vistas puede analizarse aspectos como el uso final que puede tener el agua, la propia tipología o distribución de la red, la influencia que tiene el sistema en cuanto a su fuente de suministro. (valencia, 2003)³, dependiendo de la distribución en planta que presenten las redes de distribución de agua pueden ser de tipo ramificada, malladas o mixta.

³ valencia, U. P. (2003). *Ingeniería hidraulica en los abastecimientos de agua*.

2.14.3 Tipos ramificados.

Son redes de distribución constituidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que puedan constituir pequeñas mallas o constituidas por ramales ciegos todas estas a partir de una línea principal.

La red abierta puede aplicarse en poblaciones semi-dispersas y dispersas o cuando por razones topográficas o de conformación de la población no es posible un sistema cerrado.

2.14.4 Tipos malladas.

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el más conveniente y se trata siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente.

2.14.5 Carga hidráulica disponible.

Es la energía en metros de columna de agua que poseen los sistemas, al encontrarse la fuente de abastecimiento a un nivel superior respecto de un sitio sobre el trazo de la conducción en direcciones al área de distribución.

2.14.6 Sobrepresión o depresión.

Son las cargas de presión en exceso y por debajo de la presión a flujo estacionario respectivamente, que existen después de presentarse los fenómenos transitorios.

2.15 Golpe de ariete.

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

El cierre rápido y automático de la válvula de retención creará condiciones para la presión en el punto más bajo, la sarta de la bomba, se eleve bastante, comprimido por la columna restante, y animada por el movimiento invertido en el sentido de arriba hacia abajo (Tanque-bomba). Por las características elásticas de la tubería de la propia agua, la presión después de alcanzar el valor máximo será reducida hasta un mínimo. El fenómeno se repite con ondas de sobre presión sucediéndoles a las ondas de depresión, cuyos valores oscilan en torno al valor de presión estática en el punto hasta la amortiguación total del sobre-presión.

2.16 Normas y reglamentos.

Para el diseño de un sistema de agua potable en la zona urbana se requiere de una serie de normas y criterios. A nivel nacional los proyectos de agua potable y saneamiento urbana, 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 (NTON 09 003-99).

2.17 Parámetros de diseño.

2.17.1 Población de diseño

Para el diseño del sistema de agua potable se debe de determinar el número de habitantes del barrio que ha de ser beneficiado por el proyecto, se utilizó el método geométrico, como recomiendan las normas de INAA.

Determinado por la siguiente ecuación:

$$P_f = p_o (1 + r)^n$$

Dónde: p_f = población futura

p_o = población inicial

r = índice de crecimiento geométrico

n = número de años

1 = constante

2.17.2 Periodo de diseño.

El período de diseño es el número de años durante los cuales una obra determinada prestará con eficiencia el servicio para el cual fue diseñada. Debe ser adoptado en función del componente del sistema, la característica de la población y las posibilidades de financiamiento. Por general en Nicaragua se utiliza de 20 a 25 años.

Se define basándose en la vida útil de la estructura y equipos componentes, tomando en cuenta la antigüedad, el desgaste y el daño; nuestro caso se definió con un horizonte de 20 años comprendido entre 2016 y 2036 basándonos en las (NTON 09003-009).

- **Periodos de diseño de diferentes estructuras hidráulicas.**

Tabla # 1 Periodo de diseño de diferentes estructuras hidráulicas.

Tipo de estructura	Periodos de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenado	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: (INAA, Guías Técnicas para el Diseño y Construcción de un Sistema de Agua Potable. (NTON 09 003 -03))

2.17.3 Cálculo de consumo.

Consumo promedio diario (CPD).

Es el consumo diario de una población, obteniendo en un año de registro. Se determina con base a la población proyectada y dotación. (CPD = población proyectada * dotación de diseño).

Consumo máximo día (CMD).

Es la demanda máxima que se presenta en un día del año, representa el día de mayor consumo del año se determina por la siguiente ecuación:

$$\text{CMD} = \text{CPD} * 150\%.$$

Consumo máximo hora (CMH).

Es la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completo. El consumo de máxima hora se obtiene de la multiplicación del CPD por el 250% que determina la norma, más la suma de las pérdidas en el sistema equivale al 20%.

$$\text{CMH} = \text{CPD} * (250\% + 20\%)$$

Estos tendrán como unidad de medida – galones * personas * días (gpd).

2.17.4 Presiones máximas y mínimas.

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

Presión mínima: 14.0 m. Presión máxima: 50.0 m.

Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 m, cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

2.17.5 Velocidades permisibles en tuberías.

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

Velocidad mínima = 0.60 m/s

Velocidad máxima= 2.00 m/s

2.17.6 Línea de conducción por bombeo.

En el diseño de la línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía y debe tener la capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo día (CMD) de los próximos 20 años. Así mismo, deberán hacerse las consideraciones necesarias para prevenir las condiciones de golpe de ariete.

2.17.7 Elementos de la estación de bombeo.

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

La tubería de succión y sus accesorios (anterior a la bomba).

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.

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

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.

2.17.8 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.

2.18 Parámetros para la estación de bombeo (bombas centrífugas).

2.18.1 Diámetros y velocidades en las tuberías:

El diámetro de la tubería de descarga será calculado a partir de la ecuación, tipo Bresse, pero que utiliza el caudal de diseño en lugar del caudal de bombeo:

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

D: Diámetro en m.

Q: Caudal de diseño en m³/s.

La velocidad en la descarga se calcula por la siguiente ecuación y deberán estar entre el siguiente rango:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad 0.6 \text{ m/s} < V < 2 \text{ m/s}$$

2.18.2 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.

La cual se define por la siguiente ecuación:

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

Donde:

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: Pérdidas en la descarga.

NB= NEA + Variación + Abatimiento.

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

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.

2.18.3 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 Le (ver tabla # 2) Le= Longitud equivalente que depende de los elementos contenido en la sarta.

Tabla # 2 Longitudes equivalentes

Elemento	mm. plg.	13 1/2	19 3/4	25 1	32 1 1/4	38 1 1/2	50 2	63 2 1/2	76 3	100 4	125 5	150 6	200 8	250 10	300 12	350 14
Codo 90°																
Radio largo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Radio medio		0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3	5.5	6.7	7.9	9.5
Radio corto		0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	3.4	4.5	4.9	6.4	7.9	9.5	10.5
Codo 45°		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	3.0	3.8	4.6	5.3
Curva 90°																
R/D: 1 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		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
de pie		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
Retención																
T. liviano		1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5	16.0	20.0	24.0	38.0
T. pesado		1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	19.3	25.0	32.0	38.0	45.0
Te de paso																
Directo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Lateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0
Te salida																
Bilateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0
Salida de tubería		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0

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

2.18.4 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.

Potencia hidráulica de la bomba:

$$PB = \frac{Q * CTD}{3960 * eb}$$

Dónde:

PB: Potencia de la bomba (HP).

Q: CMD (gpm).

CTD: Carga total dinámica (pie).

Eb: eficiencia de la bomba (75%)

Potencia analítica del motor

La potencia neta requerida del motor estará gobernada por:

- a) La potencia neta demandada por la bomba
- b) Pérdidas por fricción mecánica en rotación del eje
- c) Pérdidas en el cabezal de descarga.

Se tiene por norma usar un factor de 1.15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba. Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba.

2.18.5 Carga neta positiva de succión NPSH.

Se realiza los cálculos para determinar el nivel de presión que requiere la bomba con el fin de evitar el fenómeno de cavitación. El cual es responsabilidad del diseñador garantizar que la carga de succión neta positiva disponible $NPSH_A$ este por encima de la carga de succión neta positiva requerida $NPSH_R$.

La ecuación expresada como:

$$NPSH_A = h_{sp} - h_s - h_f - h_{vp}$$

h_{sp} : Carga de presión estática sobre el fluido en el almacenamiento.

h_s : Diferencia de elevación entre el depósito y entrada succión de la bomba.

h_f : Perdidas de carga en la tubería de succión.

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

Verificar condición. $NPSH_A > NPSH_R$

2.19 Golpe de ariete.

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

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{d_{tub}}{e}}} = m/seg$$

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).

Para calcular el tiempo de cierre se hará con la siguiente ecuación;

$$T < \frac{2L}{c}$$

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 actuar la onda de depresión.

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

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

$$SP = \frac{CV}{g}$$

Dónde:

SP: sobrepresión (m).

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

C: Celeridad (m/s).

g: aceleración de la gravedad (m/s²).

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

2.19.1 Válvulas y estructuras complementarias

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

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

Válvulas de admisión y expulsión de aire: Se utiliza para expulsar el aire que pueda haber entrado en la tubería de impulsión mezclado con el agua o que esté presente en esta antes de comenzar su funcionamiento. Igualmente, para admitir

aire en la tubería y romper así el vacío que pueda producirse dentro de esta e impedir la falla por aplastamiento al producirse el cierre de las válvulas de compuerta.

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

Válvulas de alivio contra el golpe de ariete: En las sarts 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.

2.20 Tanque de almacenamiento.

Se diseñará un tanque con un volumen útil de almacenamiento igual al 40% del CPD, considerando un 25% para compensar las variaciones horarias en la red, y un 15% en el caso de algún tipo de emergencia.

Para el diseño del tanque de almacenamiento se deben considerar:

- Capacidad o volumen de almacenamiento.
- Ubicación.
- Tipos de tanques.
- Materiales de construcción.

2.20.1 Altura y Diámetro del tanque.

La altura del tanque depende de consideraciones de tipo económico:

A mayor profundidad, mayor será el costo de los muros perimetrales y menor será el costo de las placas de fondo y de cubierta. A menor profundidad, mayor será el costo de las placas de cubierta y fondo y menor será el costo de los muros perimetrales. Teniendo en cuenta esas consideraciones la altura del tanque será calculada con la siguiente relación empírica:

$$h = \frac{vol}{3} * k$$

h: Altura en m.

Vol.: Volumen del tanque/100.

k: Coeficiente en ciento de metros cúbicos

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

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

Donde:

L: Longitud de tanque (m)

H: altura de tanque (m)

Vol.: Volumen del tanque

Si el dimensionamiento del tanque es cilíndrico se utilizará la siguiente ecuación:

Se determina una altura a criterio del Diseñador y se calcula el radio con la sig. ecuación:

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot h}} \quad D = 2 \cdot r$$

Donde:

r: Radio del círculo de tanque (m).

V: Volumen de Diseño (m³).

h: Altura propuesta (m).

D: Diámetro (m).

2.20.2 Accesorios para tanques

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

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

Tubería de limpieza: La tubería de 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

2.21 Red de distribución.

El diseño se hará para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el periodo de diseño. Deberá de tratarse de servir directamente al mayor porcentaje de la población dentro de las viviendas, en forma continua, de calidad aceptable y cantidad suficiente.

Para el cálculo de las pérdidas se utilizará la fórmula de HAZEN-WILLIAMS:

Que está dada por la siguiente ecuación:

$$H_f = \frac{Q^{1.85} L}{0.09414 * C^{1.85} D^{4.87}} = \frac{10.674 Q^{1.85} L}{C^{1.85} D^{4.871}}.$$

Dónde:

Q = caudal (m³/s)

L = longitud de tubería (metros)

C = coeficiente de rugosidad HAZEN-WILLIAMS

D = diámetro interno de la tubería (metros)

H_f= pérdidas de carga (m).

2.21.1 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:

$$Q_i = q * L_i$$

$$q = Q_{mh} / L_t$$

Dónde:

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

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

Qmh: Caudal máximo horario (l/s).

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

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

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

2.21.2 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.

2.21.3 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.

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Inspección física de la ubicación del área en estudio.

La inspección del área en estudio es el inicio de las examinaciones, las características, sus componentes y una serie de especificaciones donde se determinará los detalles para la realización del proyecto.

3.2 Estudios socioeconómicos.

Se realizó un estudio socioeconómico mediante el diseño de una encuesta formato elaborado por el FISE, de reiterada aplicación en nuestro país, que permitió conocer las características sociales, económicas, culturales, salud y de género de la población beneficiaria.

Se analizaron los datos de la evolución demográfica histórica según los diferentes censos nacionales, así como también apreciaciones demográficas del municipio de Matagalpa.

3.3 Levantamiento topográfico.

Se realizó un levantamiento topográfico (altimetría, planimetría) con un Teodolito digital electrónico marca SOKKIA modelo DT5A, para determinar las condiciones del terreno en donde estará ubicado el proyecto, punto de acoplamiento, la línea de conducción, el tanque, esto con el fin de ubicar los puntos de mayor y menor elevación que permita analizar la ubicación de la fuente (tanque de almacenamiento) y toda la información necesaria para seleccionar el método de cálculos más convenientes y adecuar el diseño de la red a las restricciones propias del lugar y evitar el mal funcionamiento del sistema una vez que sea instalado.

3.4 Nivel de servicio y cobertura.

El 100% de la población total del sector número 3 del barrio Sor María Romero será servida mediante conexiones domiciliarias.

3.5 Análisis y cálculo hidráulico del sistema.

Para realizar el procesamiento y análisis de cálculos hidráulicos como: demanda, dotación de agua, proyección, dimensionamiento de línea de conducción, dimensionamiento del tanque de almacenamiento y el diseño de la red de distribución. Se realizaron apegándose a las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable (NTON, 09 003 -99) y auxiliándose de los siguientes softwares: Microsoft Excel, Word, AutoCAD, CivilCad y EPANET.

Análisis

- Análisis de estudio socio económico.
- Análisis topografía de acuerdo a plano.
- Análisis de diseño de línea de conducción, tanque y red de distribución.

3.6 Elaboración de planos.

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

3.7 Especificaciones técnicas.

Se elaboraron según los planos correspondientes a cada obra a ejecutarse en el proyecto y normas que rigen a los proyectos de agua potable y saneamiento (NTON 09 003-99) Y Reglamento Nacional de Construcción, RNC - 07.

3.8 Estimación de costos y presupuesto.

Se realizó el presupuesto por etapa, calculando las cantidades de cada una de las actividades propuestas.

Se hicieron memorias de cálculo utilizando el software Microsoft Excel para realizar la estimación de costo (take off), para materiales y equipos a utilizar. La estimación de los costos de construcción en referencia a precios actualizados del mercado actual y local.

CAPITULO IV

CÁLCULOS Y RESULTADOS.

4.1 Estudio socioeconómico

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

La investigación de campo comprendió la aplicación de una encuesta socioeconómica formato elaborado por el Fondo de Inversión Social para emergencia (FISE), de reiterada aplicación en nuestro país, principalmente en los proyectos que desarrolla esta entidad. Las aplicaciones de las encuestas fueron realizadas en los hogares beneficiados se llevó a cabo los días 02, 03 y 04 de julio del año 2015, y contó con la ayuda de jóvenes habitantes del barrio.

El procesamiento de los datos 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.

4.1.1 Información básica del área del proyecto.

4.1.1.1 Breve descripción de la ciudad de Matagalpa.

Matagalpa elevada a Ciudad el 14 de febrero de 1862 posee una extensión territorial de 644 Km², ubicado a 130 Km. de Managua / Capital de la República, en las coordenadas 12° 55`latitud norte y 88° 55` longitud oeste. Con una altitud promedio de 681msnm.

Según informe de Asociacion de municipios productivos del norte (AMUPNOR) y alcaldía de Matagalpa, la superficie actual del casco urbano es de 849 Ha., distribuida en 84 barrios, con una densidad poblacional de 148 hab / ha, por lo que se encuentra en la categoría de densidad media de acuerdo a la norma. De los 84 barrios aproximadamente el 48% tiene una densidad alta, (40 barrios); 44% tienen una clasificación media (37 barrios) y apenas el 8% tiene una densidad baja. Si consideramos las zonas distritales el más densamente poblado es el distrito 1 con

el 71% y el distrito 8 con el 66% de sus barrios altamente densificados, indiscutiblemente esto responde a su localización en la zona donde se concentra la mayor parte de vivienda-comercio y servicios.

4.1.1.2 Aspectos socioeconómicos.

La economía depende fundamentalmente de la agricultura y la ganadería, siendo uno de los rubros de mayor explotación el café con 22,485 Ha, cultivos anuales con 2,667 Ha, huertos con 1,560 Ha y pastos con 20,246 Ha. El estudio de la empresa de Servicios Empresariales Diversificados (GOMSAM SA) indica además que en total existen 3,227 productores agropecuarios.

De acuerdo a estudios del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal (MAGFOR) la infraestructura de apoyo a la producción de la ciudad la conforman 56 beneficios de café, 7 aserríos, 43 bodegas, 30 trapiches, 24 c. de cacao, 1 planta de leche, 10 rastros, 32 trillos, 45 ventas de insumos, 19 gasolineras y 31 bancos. Por otra parte, el MINSA registra los siguientes establecimientos comerciales e industriales: 280 pulperías, 9 distribuidores, 4 supermercados, 15 hoteles, 21 hospedajes, 221 bares y restaurantes, 27 comiderías, 28 panaderías, 16 carnicerías, 16 talleres de mecánica, 3 bloqueras, 13 joyerías, 1 matadero de res y 16 mataderos de cerdos.⁴

4.1.1.3 Servicio de agua potable.

De la población total de los barrios y comunidades el 76% cuenta con el servicio de agua potable, se abastecen de toma pública el 7% y el 17% no tiene este servicio. Este porcentaje de población sin el servicio de agua potable es más notable en las comunidades ya que éstos se abastecen de pozos excavados y fuentes superficiales, corriendo el riesgo de consumir agua contaminada, lo que les hace

⁴ SINAPRED (Sistema Nacional para la Prevención, M. y. (2009). *PLAN DE REPUESTA MUNICIPAL CON ENFOQUE A GESTIÓN DE RIESGOS*. MATAGALPA.

vulnerables ante afectaciones de la salud. Sin embargo, en algunos barrios también no tienen el servicio de agua potable y son abastecidos con cisternas.

De acuerdo a datos de (Ruiz, 2015) la cabecera municipal cuenta con un 87% de abastecimiento de agua potable y un 13% no tiene este servicio.

Límites del Municipio:

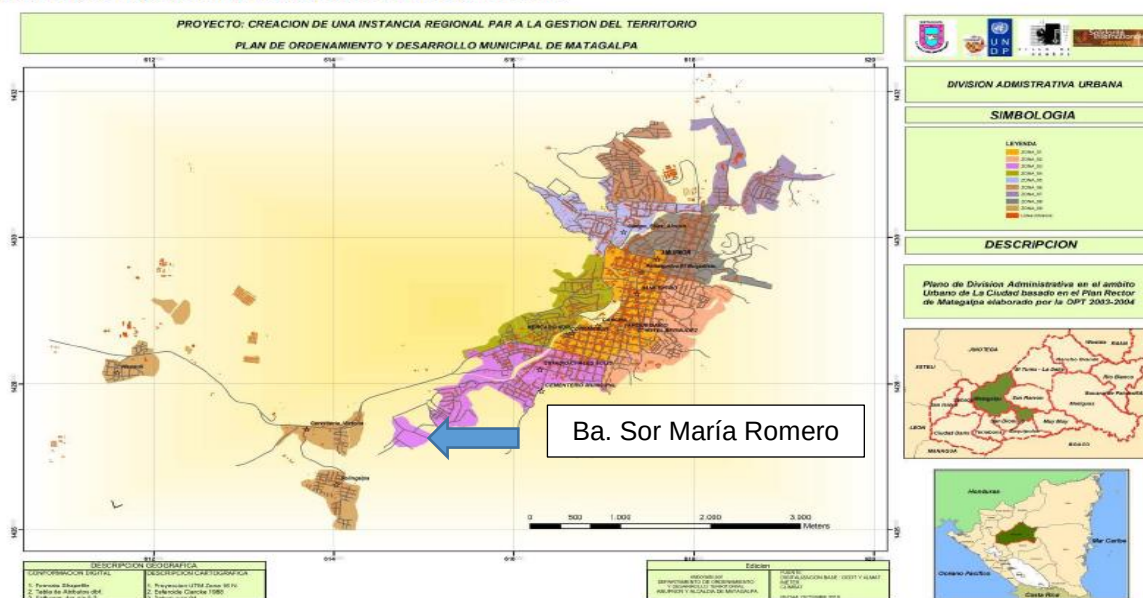
- Al norte Municipio Jinotega
- Al sur Municipios Esquipulas y San Dionisio (Dpto. Matagalpa).
- Al este Municipios El Tuma – La Dalia, San Ramón y Muy Muy (Dpto. Matagalpa).
- Al oeste Municipio Sébaco (Dpto. Matagalpa)

4.1.2 Ubicación del proyecto en estudio.

El barrio Sor María Romero fundado en el año 2002, perteneciente al distrito 3 de la ciudad de Matagalpa se encuentra localizado al sur-oeste de dicha ciudad, según datos de la alcaldía municipal en el año 2011 tenía una población de 4760, esto significa una densidad de 110.58 hab/ha. Actualmente se encuentra dividida en 5 sectores, sector en estudio es el # 3 el cual tiene sus límites son:

- ✓ Norte : Barrio Lucia mantilla
- ✓ Sur : Barrio sor María Romero sector #1.
- ✓ Este : Barrio Sadrach Zeledón.
- ✓ Oeste : Lagunas de estabilización municipio de Matagalpa

PLANO DE DIVISION POLITICO ADMINISTRATIVA POR BARRIO



Fuente: Diagnostico del plan municipal de ordenamiento y desarrollo territorial de Matagalpa.
Alcaldía Municipal 2011 y estimaciones D.O.D.T. AMUPNOR.

4.1.3 Topografía.

La topografía de la ciudad está conformada por una variabilidad de pendiente siendo uno de los territorios bastante heterogéneo en su relieve.

El sector a diseñar del barrio Sor María Romero posee una topografía bastante irregular, con pendiente del 12.2 % claramente definida hacia el oeste, siguiendo las rutas de drenaje hacia el Rio Grande de Matagalpa. La elevación máxima es 731 msnm en el extremo este y la elevación mínima es 664.2 msnm en el extremo oeste.

4.1.4 Clima y precipitaciones.

El clima es semejante en todos los aspectos a la ciudad varía desde el tropical seco al tropical semi-húmedo. La altitud determina en gran parte las características del clima predominante en el municipio. La altitud promedio de la cabecera municipal es de 681 msnm. La temperatura media anual oscila entre 19°C a 24°C La precipitación actual del municipio oscila entre los 800 a 2,000 mm, con un promedio anual de 1,330 mm anuales. Las precipitaciones son menores en el sector este

hacia Sébaco. En la ciudad de Matagalpa se estiman hasta 1,200 mm anuales. La zona más lluviosa es la noreste, donde se registran hasta 2,000 mm anuales. Según datos de AMUPNOR marzo 2012

4.1.5 Geología y sismicidad.

De acuerdo al estudio del servicio Geológico Checo, el área de la ciudad de Matagalpa está formando por rocas volcánicas calco-alcalinas de edad cenozoica que se componen de diferentes tipos, lo más relevantes son tobas, ignimbritas, flujos piroclásticos y coladas de las lavas. Según la génesis geomorfológica la formación pertenece al grupo coyol inferior o grupo tamarindo.

De acuerdo a las estructuras tectónicas del instituto nicaragüense de estudios territoriales (INETER) Matagalpa pertenece a la zona terciaria inferior. El principal fenómeno de fallamiento es una zona deprimida alcanzando hasta 1 km que atraviesa la ciudad de Norte a Sur y que se caracteriza por pequeñas fallas acompañas de movimientos laterales, en termino general Matagalpa se ubica en una región de actividad sísmica media a baja, lo cual no se considera peligro de origen sísmico.

4.1.6 Vías de comunicación.

El barrio en estudio actualmente cuenta con calles de macadam que conducen a parte céntrica de la ciudad, donde tienen acceso permanente a penetrar con vehículos particulares o transporte colectivo a través de las rutas de servicio al usuario que cubre una dirección de Sor María Romero – Las Marías.

4.1.7 Población

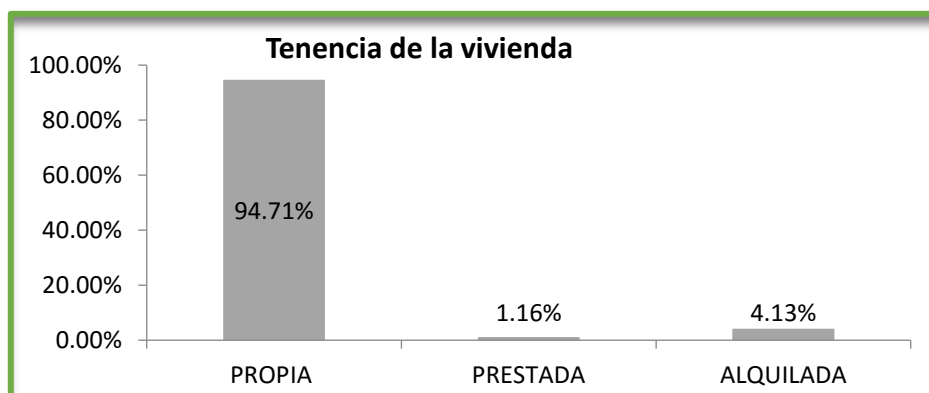
Se obtuvo información importante que permitió determinar el total de viviendas y habitantes. Obteniendo un tal de 269 casas habitadas y 1157 habitantes. El total de viviendas beneficiarias serán 302 viviendas, incluyendo 2 iglesias y se completa

con solares no habitados equivalentes a 31 solares, actualmente consta con un índice poblacional promedio de 4.3 hab/viv.

4.1.8 Situación de la propiedad y uso de vivienda.

Según los resultados obtenidos el 94.71% de la población encuestada es propietaria de su vivienda cuentan con un título de propiedad, el inquilino ocupa un 4.13%, en cambio las viviendas prestada, representa 1.16%.

Gráfico N° 1 Tenencia de la vivienda

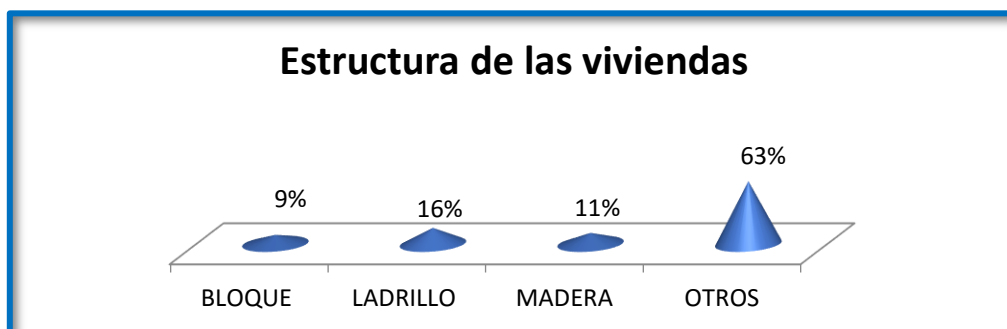


Fuente: Elaboración Propia

4.1.9 Material de la vivienda y servicios.

El material predominante utilizado para la construcción de sus viviendas es de material provisional, cabe mencionar que la mayoría de viviendas comprendidas en el estudio están habitadas por personas pobres. Como reflejan los datos (grafico N°2) se puede observar que el material de construcción de las viviendas es de material liviano y poca cantidad construida de ladrillos o bloques, considerando como el porcentaje (otros) a las viviendas con paredes construidas de zinc y plástico. De igual manera se constató que el 68% de las viviendas posee piso de tierra y un 99.2% tiene techo de zinc.

Gráfico N°2 Estructura de las viviendas.

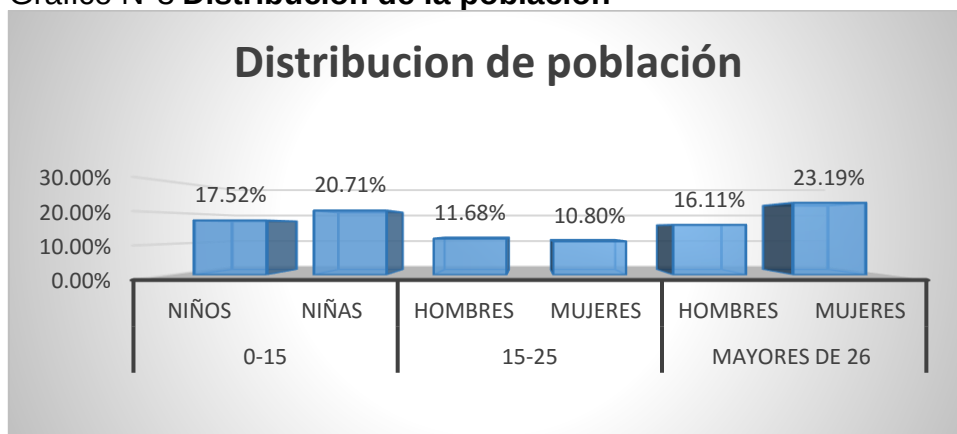


Fuente: Elaboración Propia

4.1.10 Distribución de la población por edad y sexo.

La distribución de géneros es bastante equitativa, correspondiendo a un 45.3% de habitantes del sexo masculino y 54.7% del sexo femenino. Durante las visitas de campo se pudo constatar que la población se compone principalmente Niños y adultos.

Gráfico N°3 Distribución de la población

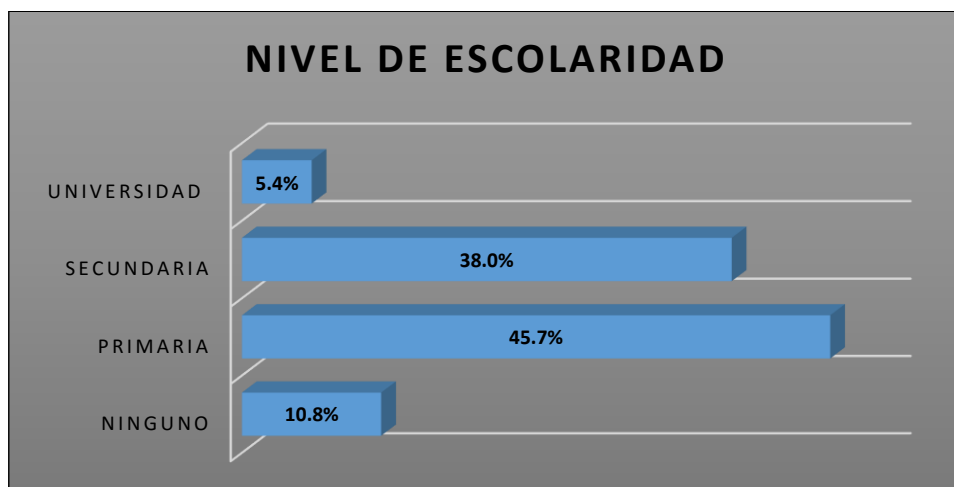


Fuente: Elaboración Propia

4.1.11 Distribución de la población por escolaridad

De acuerdo a la siguiente grafico nos refleja el nivel de escolaridad de la población en general del barrio.

Gráfico N°4 Nivel de Escolaridad



Fuente: Elaboración Propia

4.1.12 Ingresos familiares.

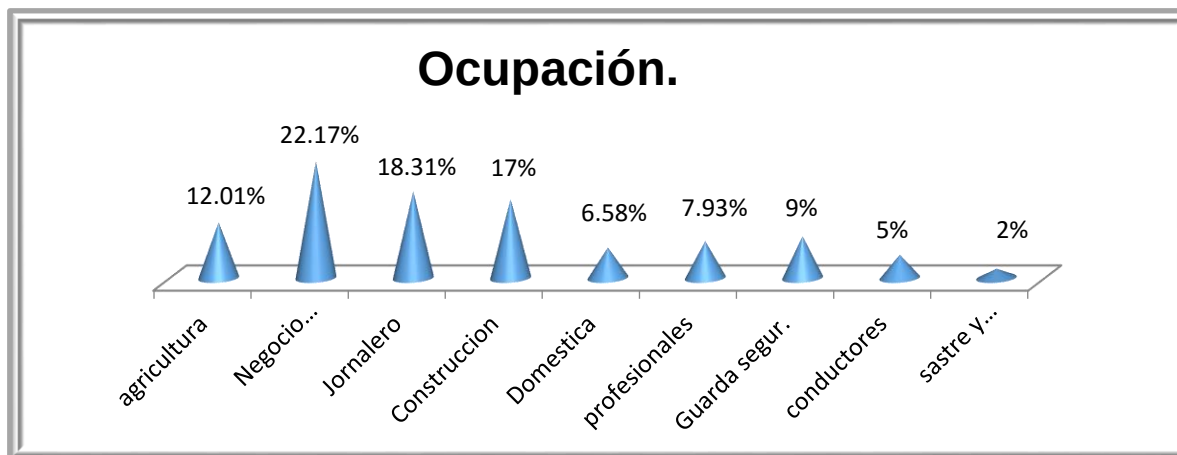
La Población Económicamente activa del barrio es de 332 personas, que representa el 32% de la población total.

En el caso de los ingresos económicos, el promedio de ingreso mensual en las familias encuestadas es de C\$ 2146.56, obteniendo salarios máximos de C\$ 8000 y mínimos de C\$ 860 ya que actualmente la mayoría de población activa no cuenta con trabajos fijos, muchas veces tienen empleo otras veces no, por ejemplo, (el sector construcción y agricultura), esto con lleva a bajo ingreso en las familias. Contribuyendo a este ingreso se encuentran el padre, la madre e hijos(as).

4.1.13 Actividades económicas

En lo referente a la ocupación del principal sostén de la casa se puede observar que un 7.93% representa a los profesionales así mismo el 18.31% son jornaleros (trabajan al día en diferentes ámbitos). El 22.17% ubica a las personas que realizan actividades como el negocio ambulatorio, de acuerdo a más actividades el 12.01% son agricultores, otro promedio de 17% se dedican a la construcción, y domesticas que ocupa 6.58%, a continuación, detallamos los diferentes trabajos que se dedican.

Grafico N°5 **Ocupación.**



Fuente: Elaboración Propia

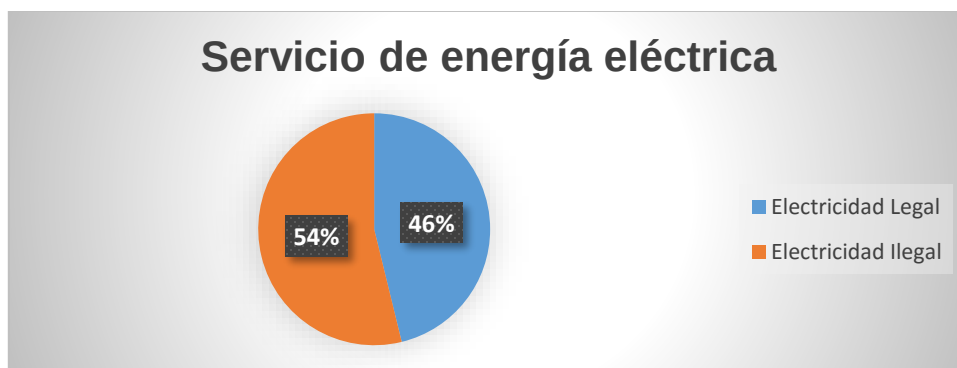
4.1.14 Capacidad económica

De acuerdo con la encuesta realizada las personas de este barrio tienen una disposición a pagar de un monto desde los C\$ 50 – C\$ 100 por el servicio de agua potable.

4.1.15 Energía eléctrica

Con respecto a los servicios de energía eléctrica el 98% de los pobladores encuestados manifestó tener energía eléctrica en sus viviendas, de este 98% que cuenta con este servicio el 45.26% esta legal, 52.74% el acceso a energía eléctrica es de manera ilegal.

Grafico N°6 **Servicio de energía eléctrica.**



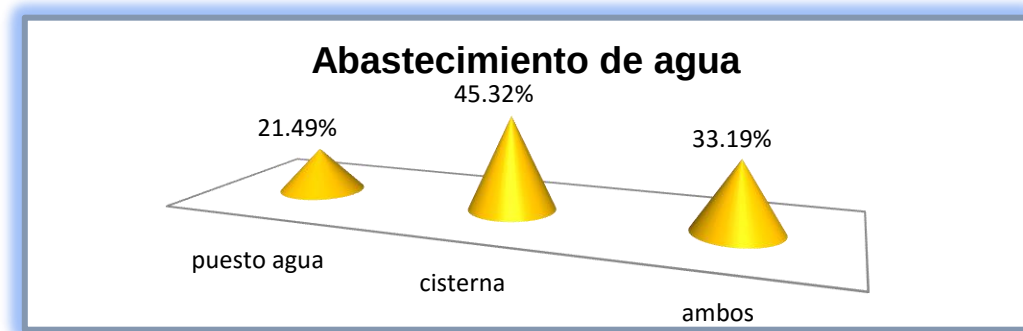
Fuente: Elaboración Propia

4.1.16 Abastecimiento de agua.

Aquí la información que presentamos la forma de abastecimiento de agua que se presenta en el barrio sor María Romero, ya sea a través del sistema de Puesto públicos, camión cisterna, u otra fuente de abastecimiento.

El 100% de los habitantes no cuentan con conexiones domiciliarias, por ello utilizan mayoritariamente fuente alterna. Los siguientes datos muestra porcentaje de abastecimiento de diferentes formas; los camiones cisterna. 45.32%, un 21.49% se abastece del puesto público del barrio vecino Lucidia Mantilla y un 33.19% se abastece de ambos recursos.

Grafico N°7 **Abastecimiento de agua**

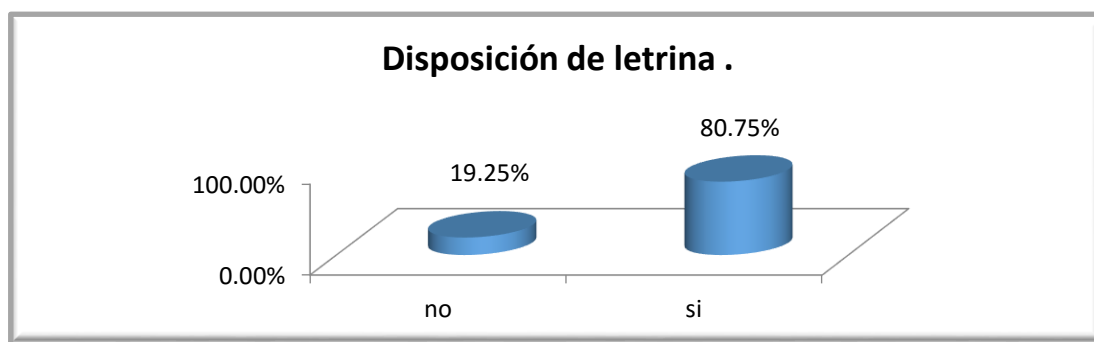


Fuente: Elaboración Propia.

4.1.17 Saneamiento e higiene.

Las viviendas al no estar conectadas a un servicio de alcantarillado sanitario, utilizan sistemas alternativos para la disposición de excretas, siendo los más usados la letrina foso seco usando un 80.75%, existe un 19.25% de porcentaje de encuestados que indican no contar con sistema alguno los cuales prestan al vecinos las letrinas o usan el campo abierto para la eliminación de sus excretas, más sin embargo se requiere reforzar el tema de cuidado y limpieza de eliminación de excretas, ya que de persistir esta situación constituiría una grave amenaza a la salud pública, considerando que la población más vulnerable son los niños y ancianos.

Grafico N°8 **Disposición de letrina.**



Fuente: Elaboración Propia.

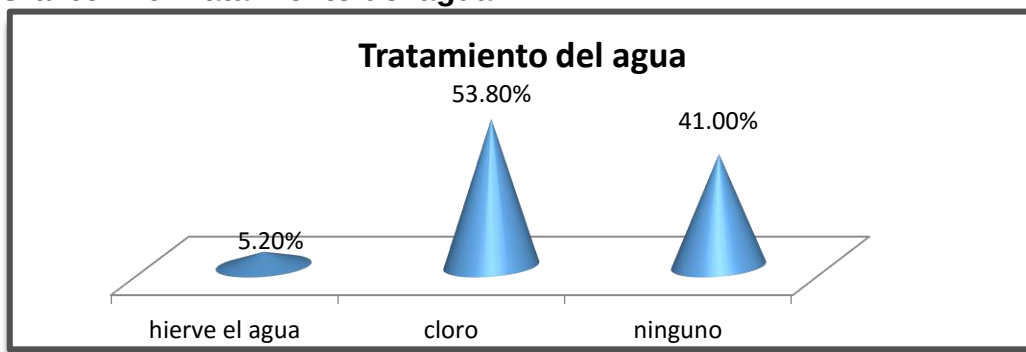
Debido a la carencia de éste servicio, se logró visualizar el estado que se encontraba la letrina ocupando 17.48% buena, el 38.57% regular y obteniendo resultado el 43.95% está en mal condición o no tiene; de acuerdo estos puntos de vista la población está careciendo el apoyo para construir una letrina nueva y así poder contar con este servicio básico que es tan necesario.

4.1.18 **Salud e higiene.**

La información en este bloque tiene que ver con los conocimientos sobre Educación Sanitaria y Prácticas de Higiene, así como las enfermedades padecidas por niños menores de 15 años en la zona y que sean de origen hídrico.

Tratamiento o método utilizado para la purificación del agua en cuanto al tratamiento que le dan al agua, el 53.8 % de los pobladores agregan cloro, el 5.2% la hierve y el 41 % no utilizan ningún método de purificación antes de consumirla.

Grafico N°9 **Tratamiento del agua**



Fuente: Elaboración Propia.

Las formas más comunes de tratamiento son: hervir el agua y agregarle cloro. Estos métodos utilizados para tratar al agua antes de consumirla. El 100 % de la población encuestada esta consiente que el agua que actualmente reciben puede causar enfermedades.

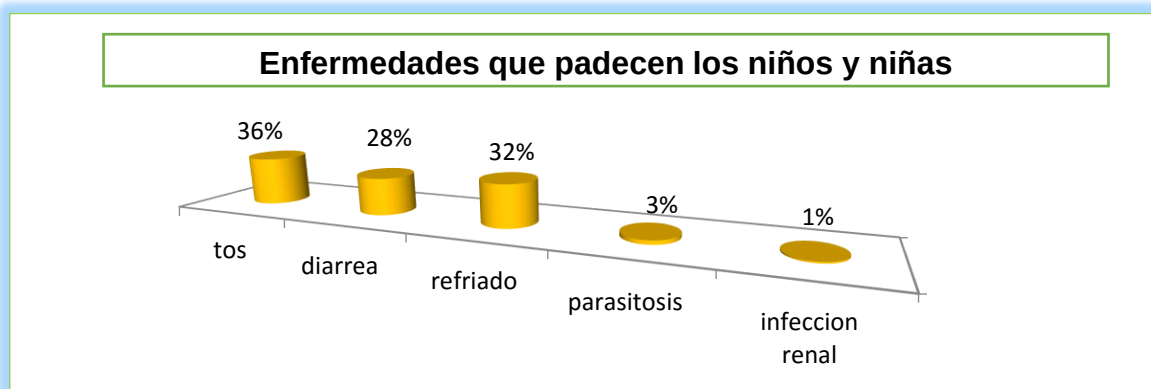
4.1.19 Enfermedades presentadas en niños menores de 0 a 15 años.

Los pobladores consideran que el no lavarse las manos y tomar agua sucia son las principales causas de la diarrea. Asimismo, el no lavar frutas o verduras y comer alimentos en mal estado, también son factores que contribuyen con esta enfermedad. Un 38.23 % de encuestados tiene niños y niñas menores de 15 años en su casa, de estos un 17.52 % son niños y el 20.71 % son niñas.

En los últimos años los niños han padecido, el 28 % de diarrea, un 3 % parasitosis (lombrices, amebas, etc.), al igual un 36% presentan tos y un 32% de refriado, sin embargo 1% representan infección renal.

Este es un indicador muy importante, porque todas esas enfermedades padecidas por los niños menores de 15 años, directa e indirectamente son de origen hídrico, a la vez son un reflejo de las malas prácticas de higiene sanitaria; por eso se hace latente la necesidad de mitigarlas dotándoles de los servicios básicos de agua.

Graficas N°10 **Enfermedades que padecen los niños y niñas.**

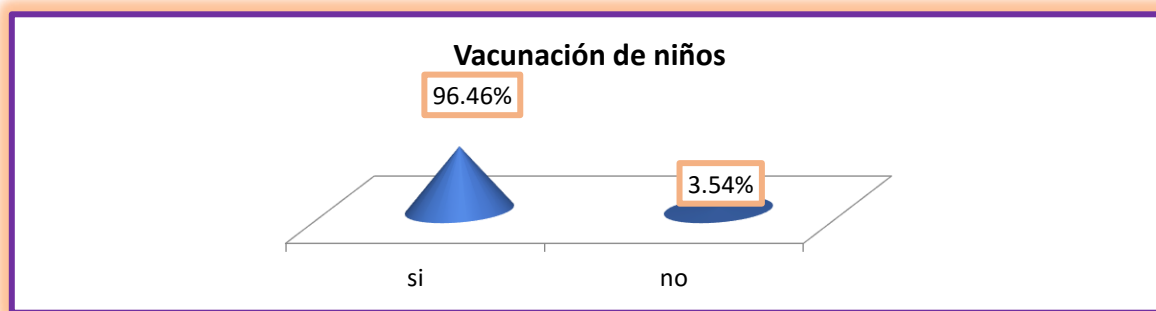


Fuente: Elaboración Propia

4.1.20 Vacunación de niños/as del sector.

El ministerio de salud hace jornada de vacunación en el barrio Sor María Romero para controlar las diferentes enfermedades que se presentan, un 96.46% de los encuestado si vacunaron a sus niños/as, en cambio el 3.54% dijeron que no. Porque no están o no estuvieron presente cuando fue la jornada de vacunación.

Grafico N°11 **Vacunación de niños.**

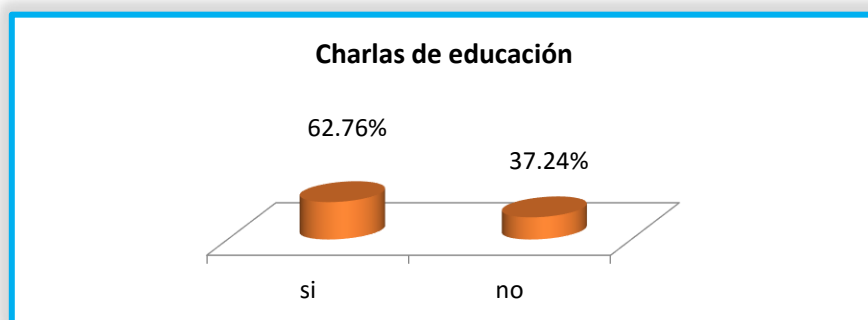


Fuente: Elaboración Propia

4.1.21 Información recibida sobre Educación Sanitaria y Prácticas de Higiene.

Un 37.24% de pobladores manifestó no haber recibido ningún tipo de información o charla sobre temas de Educación Sanitaria y Prácticas de Higiene en los últimos meses, y 62.76% si ha recibido charlas y que los conocimientos que ellos tienen se debe básicamente a información que ven o escuchan a través de los diferentes medios de comunicación y organismos gubernamentales y no gubernamentales.

Graficas N°12 **Charlas de educación.**



Fuente: Elaboración Propia

4.2 Dimensionamiento de los componentes del sistema.

4.2.1 Tasa de crecimiento por el método geométrico.

Basado en los censos realizados en este barrio en el año 2010 y 2015 mostrados en la tabla # 3 se determinó la tasa de crecimiento por el método geométrico usando la siguiente ecuación:

$$Pf = po (1 + r)^n$$

Tabla # 3 Población y Tasa de crecimiento de acuerdo a censos realizados.

Año	Censos	Población	Viviendas	Índice poblacional	Tasa de crecimiento
2010	Coordinadores de barrio	952	248	3.84 hab/viv.	3.98%
2015	Realizado para este estudio	1157	269	4.30 hab/viv.	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla #4 Tasa de crecimiento de acuerdo a INIDE Y DODT- AMUPNOR

Año	Censos	Población total Municipio	TAC
1995	INIDE	104381	2.5%
2005		133416	
2011	DODT -AMUPNOR	189195	5.49%

Fuente: (AMUPNOR (Asociación de Municipios Productivos del Norte) y Alcaldía de Matagalpa, 2013)

Se realizó comparacion de tasa de crecimiento según datos historiales de INIDE, DODT-AMUPNOR, Censo realizados por lideres del barrio y censo realizado para este estudio el cual se definio la tasa de crecimiento de crecimiento de 4% para el proyecto en diseño.Según las Normas emitidas por INAA la tasa de crecimiento minima debe ser 2.5% y maxima debe ser de 4%.

4.2.2 Dotación de agua para el sistema propuesto

La escogencia de la dotación de agua potable se consideró de acuerdo a la clasificación del barrio, determinando que las viviendas del barrio son viviendas construidas de madera, laminas y frecuente mente con basamento de concreto de acuerdo a las normas técnicas (NTON 09 003-99) se clasifica como asentamiento progresivo. Utilizando una dotación de 75 L/ hab-día.

4.2.3 Estimación de la población de diseño.

Método geométrico.

La población para el periodo de diseño fue proyectada para un periodo de 20 años a partir del año 2016 utilizando el método geométrico, determinando una tasa de crecimiento de 4%, basándose en censos realizados a nivel del municipio los cuales se detallan en la tabla N° 3 y censos realizado en el año 2010 y 2015.

El resumen de los cálculos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla # 5 Resumen de cálculo de la proyección de población.

AÑO	TASA DE CRECIMIENTO	POBLACIÓN
2016	4.0%	1157
2017	4.0%	1203
2018	4.0%	1251
2019	4.0%	1301
2020	4.0%	1354
2021	4.0%	1408
2022	4.0%	1464
2023	4.0%	1523
2024	4.0%	1583
2025	4.0%	1647

AÑO	TASA DE CRECIMIENTO	POBLACIÓN
2026	4.0%	1713
2027	4.0%	1781
2028	4.0%	1852
2029	4.0%	1926
2030	4.0%	2004
2031	4.0%	2084
2032	4.0%	2167
2033	4.0%	2254
2034	4.0%	2344
2035	4.0%	2438
2036	4.0%	2535

Fuente: Elaboración propia. (2016).

Método de saturación

Para proyectar la población a saturación se determina por el total de lotes existentes en el barrio y el índice de población de saturación adoptado por el Instituto Nacional de Estadísticas y censos INEC.

Población a saturación: 302 lotes x 6 habitantes/viviendas.

Población a saturación: 1812 habitantes.

En atención a los cálculos de proyección por el Método Geométrico y el Método de Saturación se concluye que la población de saturación será alcanzada en el año 12 o (2028). Considerando un crecimiento futuro en el barrio ya que es evidente que no está confinada, se determinó utilizar el método de población geométrica para los cálculos de diseño.

4.2.4 Estimación del caudal de diseño.

Con una población total proyectada de 2,535 hab. Para el final de 20 años del período de diseño. Se espera un caudal de diseño de 3.96 litros por segundo, sobre la población, al descartar la necesidad de incorporar consumos adicionales, por ser una población menor de 5000 hab. la estimación del consumo de agua únicamente considera según lo establecido por norma urbana, el volumen de agua por posibles pérdidas en el sistema.

En la sig. Tabla se muestra los resultados obtenidos.

Tabla # 6 Estimación del caudal de diseño

Año	Población	Dotación		Consumo promedio diario		Caudal Máximo Día (150%) lps	Perdidas 20% CPD lps	Caudal Máximo Hora (250%) lps
		gppd	lppd	gpd	lps			
2016	1157	20	75	24252.38	1.00	1.51	0.20	3.01
2021	1408	20	75	29513.69	1.22	1.83	0.24	3.67
2026	1713	20	75	35906.93	1.49	2.23	0.30	4.46
2031	2084	20	75	43683.62	1.81	2.71	0.36	5.43
2036	2535	20	75	53137.23	2.20	3.30	0.44	6.60

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Análisis de la fuente de abastecimiento.

De acuerdo a estudios suministrados e información obtenida en campo, y datos facilitados por La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, para este sistema, la fuente de abastecimiento donde existe las condiciones de abastecimiento para esta población se encuentra en la parte sur-oeste del barrio vecino Lucidia Mantilla, con tubería Ced. 26, diámetro 75 mm. con un caudal máximo de 130 GPM y con las presiones mostradas en la tabla # 8 tomadas en 6 días del mes de septiembre del año 2014.

Tabla # 7 Tomas de presión en punto de acoplamiento.

TOMAS DE PRESIÓN EN PUNTO ACOPLAMIENTO DE LA RED EXISTENTE UBICADA EN EL BARRIO LUCIDIA MANTILLA.								
HORA	PRESIÓN	3/10/2014	HORA	PRESIÓN	4/10/2014	HORA	PRESIÓN	5/10/2014
7:00AM	8 mca.		7:00AM	9 mca.		7:00AM	8 mca.	
1:00PM	12 mca.		1:00PM	11 mca.		1:00PM	11 mca.	
4:00PM	15 mca.		4:00PM	20 mca.		4:00PM	21 mca.	
8:00PM	25 mca.		8:00PM	22 mca.		8:00PM	24 mca.	
10:00PM	38 mca.		10:00PM	40 mca.		10:00PM	38 mca.	

HORA	PRESIÓN	6/10/2014	HORA	PRESIÓN	7/10/2014	HORA	PRESIÓN	8/10/2014
7:00AM	10 mca.		7:00AM	7 mca.		7:00AM	8 mca.	
1:00PM	9 mca.		1:00PM	11 mca.		1:00PM	13 mca.	
4:00PM	19 mca.		4:00PM	18 mca.		4:00PM	20 mca.	
8:00PM	25 mca.		8:00PM	23 mca.		8:00PM	25 mca.	
10:00PM	42 mca.		10:00PM	43 mca.		10:00PM	40 mca.	

Fuente: Ing. Carmelo Ruiz. Director técnico ENACAL Matagalpa.

Debido a que las presiones presentadas en la tabla # 8 son variables y altura máxima que se encuentra en el barrio está por encima de los 43 m. El cual la presión en la tubería de acoplamiento no satisface el agua para todos los puntos de demanda del barrio.

Se propone una estación de relevo que conecte la tubería a un tanque de almacenamiento y distribuir el agua por gravedad.

4.2.6 Diseño hidráulico del equipo de bombeo.

Se diseñó un equipo de bombeo, de acuerdo a norma de diseño urbana, el que tendrá las características de bombear el agua a un tanque sobre el suelo calculado para un periodo de diseño de 20 años, el equipo deberá ser reemplazado luego del primer periodo de 10 años, por otro equipo de iguales especificaciones. Los tipos de equipo de bombeo a usar en esta clase de estación pueden ser bombas de eje vertical. Para el cálculo de las pérdidas de la bomba se aplicó la formula exponencial de Hazen – Williams.

Carga total dinámica ser:
$$hf = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} * \left(\frac{L}{D^{4.87}} \right)$$

CTD = Hs + Hd + He

Par el diseño del equipo de bombeo se obtienen los siguientes datos:

Tipo de bomba	Centrifuga
Q diseño	0.00330 m3/s
Diam. T succión	3 Plgs
Coef. H W	150
Diam. T descarga	3 Plgs
Perdidas locales por succión	
Accesorios	Leq. (m)
Tee Paso	6.7
Codo 90(2)	6.8
Válvula de compuerta	0.5
Total	14 m

Perdidas en equipo de bombeo y entrada al tanque	
Accesorios	Leq.(m)
Medidor maestro	10
válvula de compuerta (2)	1
Válvula cheke	6.3
Válvula de aire	17
Unión Dresser	0.5
Codo 45(3)	3.6
Entrada de tubería	1.1
salida de Tubería	2.2
codo 90 (3)	7.5
Total	49.2 m

Diferencia de elev. Succión-bomba	
Elev. de bomba	684
Elev. de succión	682.3
HE=	1.7

Fuente: Elaboración propia

Diferencia de Elev. Bomba-tanque = 47 m
Longitud total de tubería = 377.8 m

Hf total= 3.02m

Carga total Dinámica= 51.8m

Para calcular la potencia del motor en HP se usa la sig. Formula

$$PB = \frac{Q * CTD}{3960 * pb} = 3.4 \text{ hp}$$

POTENCIA DEL MOTOR	
Pb = Eficiencia de la bomba	75 %
HP equipo de bombeo	3.4 HP

Para la potencia requerida

Se tiene por norma usar un factor de 1.15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba. Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba.

$$H_{pmotor} = 3.4 * 1.15 = 4 \text{ hp}$$

En el ámbito comercial un motor eléctrico con estas características de caudal, carga total dinámica lo encontramos con las siguientes características: Motor eléctrico IHM 20H-7.5TW (7.5HP), 230V/60Hz.

Usar Hp para motor	7.5 HP	(ver detalles de curva característica en anexos # 6)
--------------------	--------	--

Cálculo de la carga neta positiva.

$$NPSH_A = h_{sp} - h_s - h_f - h_{vp}$$

h_{sp} : Carga de presión estática sobre el fluido en el almacenamiento. = 8 m

h_s : Diferencia de elevación entre el depósito y entrada succión de la bomba. 1.7 m

h_f : Perdidas de carga en la tubería de succión. = 0.14 m

h_{vp} : Altura de carga por vapor de agua en función de la temperatura. = 0.2388 m

$$NPSH_A = 8 \text{ m} - 1.7 \text{ m} - 0.14 \text{ m} - 0.2388 \text{ m} = 5.92 \text{ m}$$

$$NPSH_R = 3 \text{ m}$$

¡Condición $NPSH_A > NPSH_R$ cumple!!

De acuerdo a los cálculos presentados se concluye que el equipo no presentara problema con el fenómeno de cavitación.

4.2.7 Diseño hidráulico de la línea de conducción

Para el análisis de la línea de conducción por bombeo se consideró un período de diseño de 20 años (2016-2036) de acuerdo a las normas de INAA (NTON 09 003-99), y un caudal de 3.96 l/s que corresponde al CMD (consumo máximo día) de acuerdo a la proyección de población y consumo. La línea de conducción tiene una longitud de 377.8 metros.

Se utilizó la ecuación tipo BRESSE para determinar el diámetro de la tubería de conducción.

$$\begin{aligned}\phi \text{ tubería} &= 0.9 \times Q(\text{m}^3/\text{s})^{0.45} \\ \phi \text{ tubería} &= (0.9 \times 0.0033^{0.45}) / 0.0254 \qquad \phi \text{ tubería} = 3 \text{ plgs}\end{aligned}$$

Según los cálculos realizados, el diámetro económico para la línea de conducción da como resultado 75 mm.

4.2.8 Cálculo de velocidad.

Aplicando la ecuación de continuidad y Análisis de la condición.

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} < 2 \text{ m/sec} \qquad V = (4 \times 0.0033) / (\pi \times 0.0762^2) = 0.72 \text{ m/s}$$

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

4.2.9 Golpe de ariete

Considerando una línea de conducción de PVC SDR-26 de 75 mm, el espesor del tubo es 3.43mm se procede a determinar la celeridad de la onda por la ecuación de continuidad.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{d_{tub}}{e}}} = \text{m/seg}$$

Donde:

C= Celeridad o velocidad de la onda, m/s

k= Coeficiente de módulo de elasticidad

18

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 \frac{0.0762}{0.00343}}} = 467.64 \text{ m/seg}$$

d_{tub} = Diámetro interno de tubería, m	0.0762m
e = Espesor del tubo, m	0.00343m
D_n = Diámetro nominal del tubo, pulg	3 plgs
Cédula del tubo	SDR 26

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 con una maniobra rápida. Con una longitud de tubería de conducción de 377.38 m.

$$T < \frac{2L}{c} \quad T = \frac{2 * 377.8}{467.64} = 1.614 \text{ m/s}$$

Cálculo de la sobre presión.

Se definirá la sobre presión por la siguiente ecuación;

$$SP = \frac{CV}{g} \quad SP = \frac{467.64 \text{ m/s} * 0.72 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2} = 34.5 \text{ m}$$

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.

$$Pt = (E_2 - E_1) + sp = m \quad = 731. - 684 + 34.5 = 81.5 \text{ mca}$$

Donde:

E_1 = Elevación del ojo de la bomba, = 684 msnm

E_2 = Elev. rebose tanque almacenamiento, = 731msnm

Considerando la condición:

$$P_{\text{tubería}} > Pt \quad 112 \text{ mca.} > 81.5 \text{ mca.} \quad \text{¡Ok cumple!!}$$

Considerando el análisis de condición calculada y de las presiones de tubería propuesta en la línea de conducción, se concluye que es factible el usar esta denominación de tubería PVC cédula SDR-26 con diámetro de 75mm.

4.2.10 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento.

El volumen del tanque de almacenamiento lo compone el volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia y según las normas urbanas se debe de considerar para poblaciones menores de 20,000 hab. el (25% CPD), más el volumen de compensador (15% CPD).

Vol. total = 40%CPD

Vol. total = 0.40 (190.13 m³/día)

Vol. total = 76 m³

Cálculo de la altura del tanque.

Se propone un tanque cilíndrico de mampostería confinada. Con una altura de 3 m el volumen requerido es de 76 m³.

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi * h}} \quad r = \sqrt{\frac{76}{\pi * 3}} \quad r = 2.84 \text{ m} \quad D = 2 * r \quad D = 2 * 2.84 = 5.68 \text{ m}$$

La altura de tubería de reboce será de 0.5 m, para una altura total de la estructura de 3.5 m. con un diámetro 5.68 m.

4.2.11 Análisis hidráulico de la red de distribución.

La Red de distribución es circuito mixto que funcionará por gravedad y tiene una longitud de 2494.85 m compuesta en su totalidad por tubería PVC. Para determinar la capacidad hidráulica de la red de distribución bajo la condición de máxima hora al final del periodo de diseño, se realizó análisis hidráulico considerando el levantamiento topográfico y la proyección de la población. El consumo de máxima hora al año 2036 es de 6.60 l/s el cual se distribuyó en forma lineal en todos los nodos de la red de distribución.

Tabla # 8 Tubería de red de distribución

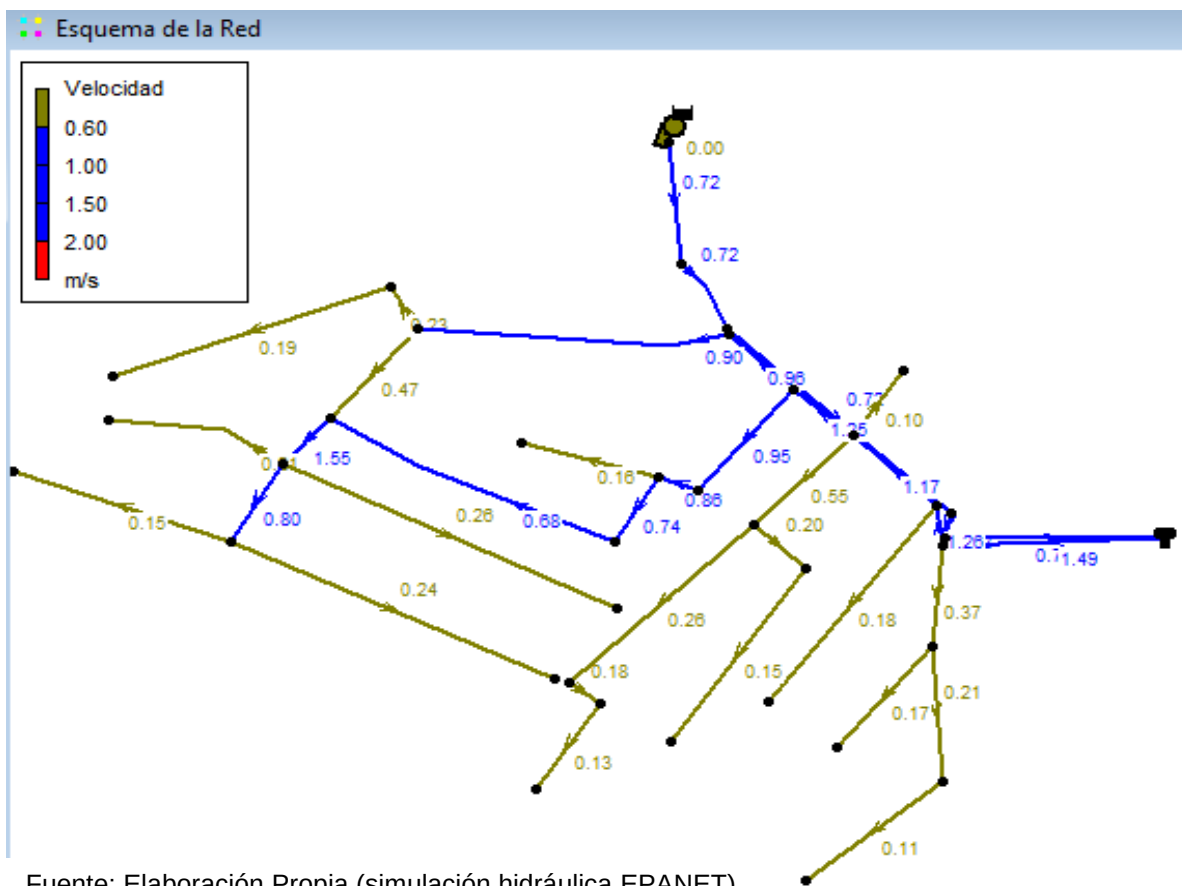
Tubería PVC SDR 26	Longitud	Cantidad de tubos
3"	188.94 m	32
2.5"	36.00 m	6
2"	1,846 m	308
1.5"	424.01 m	71
Total	2,494.85 m	

Fuente: Elaboración propia.

El modelo hidráulico consta de 31 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 presiones y velocidades.

Esquema de la red propuesta con simulación de velocidades.

Grafico # 13 Velocidades de la red de distribución.



Fuente: Elaboración Propia (simulación hidráulica EPANET)

Tabla # 9 Detalles de Estado de red de distribución.

Estado de las Líneas de la Red								
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Factor Fricción	Estado
Tubería 2	63.86	75	150	3.69	0.83	9.36	0.020	Abierta
Tubería 4	139.90	75	150	3.69	0.83	9.36	0.020	Abierta
Tubería 5	15.30	75	150	3.69	0.83	9.36	0.020	Abierta
Tubería 6	115.47	75	150	3.69	0.83	9.36	0.020	Abierta
Tubería 7	115.47	75	150	6.60	1.49	27.50	0.018	Abierta
Tubería 8	81.53	50	150	0.74	0.37	3.40	0.024	Abierta
Tubería 9	72.55	50	150	0.41	0.21	1.14	0.026	Abierta
Tubería 11	70.25	37.5	150	0.19	0.17	1.08	0.028	Abierta
Tubería 12	20.54	75	150	5.56	1.26	20.01	0.019	Abierta
Tubería 13	130.09	50	150	0.34	0.18	0.83	0.027	Abierta
Tubería 14	52.93	76.2	150	5.16	1.13	16.14	0.019	Abierta
Tubería 15	41.75	37.5	150	0.11	0.10	0.41	0.030	Abierta
Tubería 16	65.39	50	150	1.07	0.55	6.83	0.023	Abierta
Tubería 17	34.42	50	150	0.38	0.20	1.02	0.026	Abierta
Tubería 18	110.67	50	150	0.29	0.15	0.62	0.027	Abierta
Tubería 20	17.49	37.5	150	0.20	0.18	1.18	0.028	Abierta
Tubería 21	56.44	37.5	150	0.15	0.13	0.72	0.029	Abierta
Tubería 22	36	62.5	150	3.84	1.25	24.51	0.019	Abierta
Tubería 23	70.25	50	150	1.87	0.95	19.14	0.021	Abierta
Tubería 24	19.27	50	150	1.68	0.86	15.76	0.021	Abierta
Tubería 25	67.92	37.5	150	0.18	0.16	1.02	0.028	Abierta
Tubería 26	40.52	50	150	1.45	0.74	11.99	0.022	Abierta
Tubería 28	41.84	50	150	1.88	0.96	19.30	0.021	Abierta
Tubería 30	61.9	50	150	0.93	0.47	5.22	0.023	Abierta
Tubería 31	33.17	37.5	150	1.71	1.55	66.03	0.020	Abierta
Tubería 33	27.79	50	150	0.45	0.23	1.35	0.026	Abierta
Tubería 34	140.66	50	150	0.37	0.19	0.96	0.026	Abierta
Tubería 35	89.56	37.5	150	0.24	0.21	1.70	0.027	Abierta
Tubería 36	111.66	50	150	0.29	0.15	0.63	0.027	Abierta
Tubería 27	149.74	50	150	1.34	0.68	10.41	0.022	Abierta
Tubería 29	148.6	50	150	1.77	0.90	17.24	0.021	Abierta
Tubería 3	42.85	75	150	3.69	0.83	9.36	0.020	Abierta
Tubería 32	47.43	37.5	150	0.88	0.80	19.44	0.022	Abierta
Tubería 37	175.02	50	150	0.46	0.24	1.45	0.026	Abierta
Tubería 38	189.82	50	150	0.50	0.26	1.68	0.025	Abierta
Tubería 10	81.21	50	150	0.22	0.11	0.35	0.029	Abierta
Tubería 19	120.66	50	150	0.51	0.26	1.75	0.025	Abierta
Bomba 1	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	3.69	0.00	-50.53	0.000	Marcha

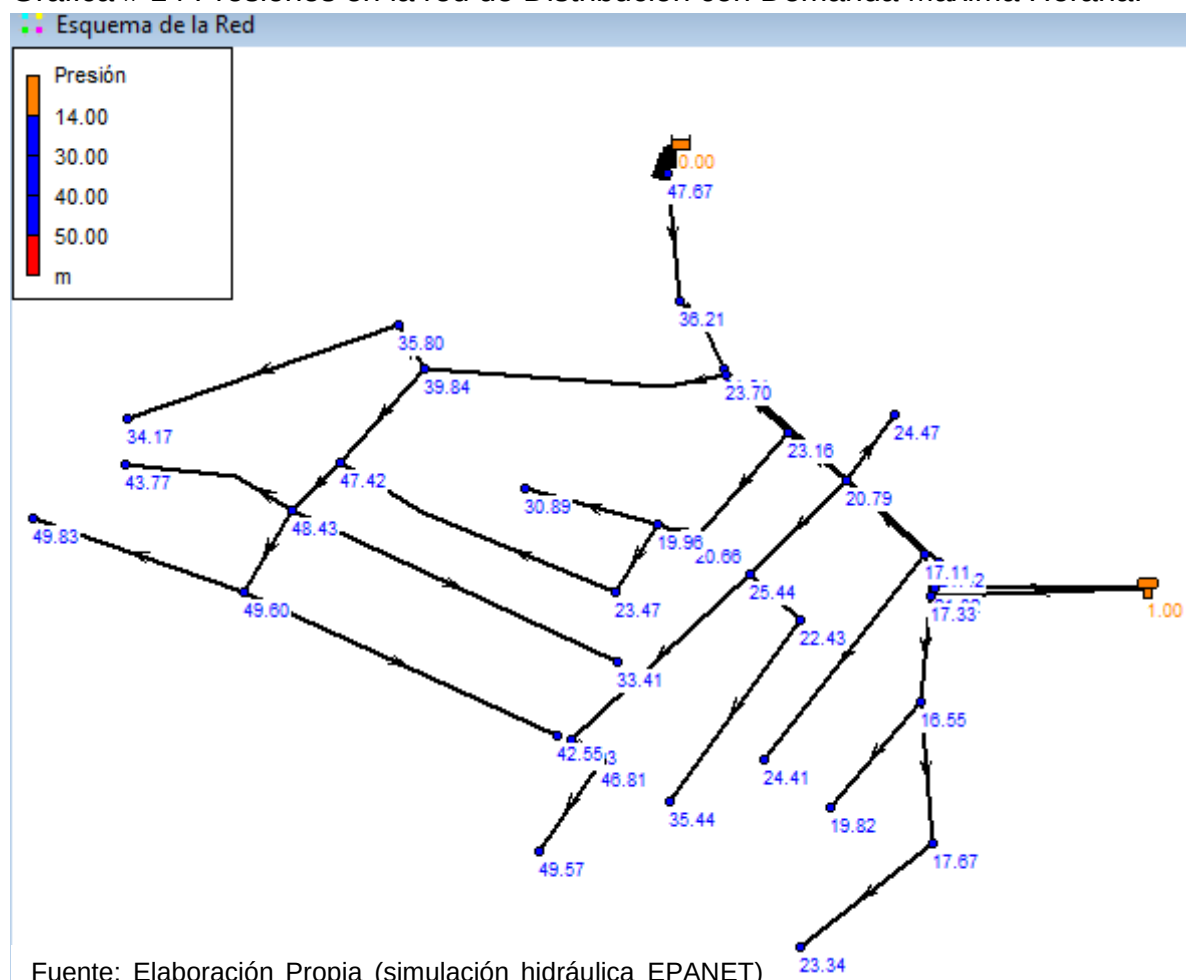
Fuente: Elaboración Propia (Simulación en programa EPANET).

Análisis de velocidades.

Con relación a los datos obtenidos en la simulación hidráulica, es evidente que las velocidades en 19 tramos de tubería no cumplen con los parámetros mínimos de velocidad, la que especifica que la velocidad mínima es 0.60 m/s según normas emitidas por INAA (NTON 09003-009).

En este caso será necesario colocar válvulas de limpieza en los puntos a considerarse más bajos para prevenir la acumulación de sedimentos. Esta situación es causada por la baja demanda de agua en los tramos de tubería la cual ocasiona que los caudales nodales calculados resulten insignificantes en comparación con las longitudes y el diámetro de las tuberías.

Grafica # 14 Presiones en la red de Distribución con Demanda Máxima Horaria.



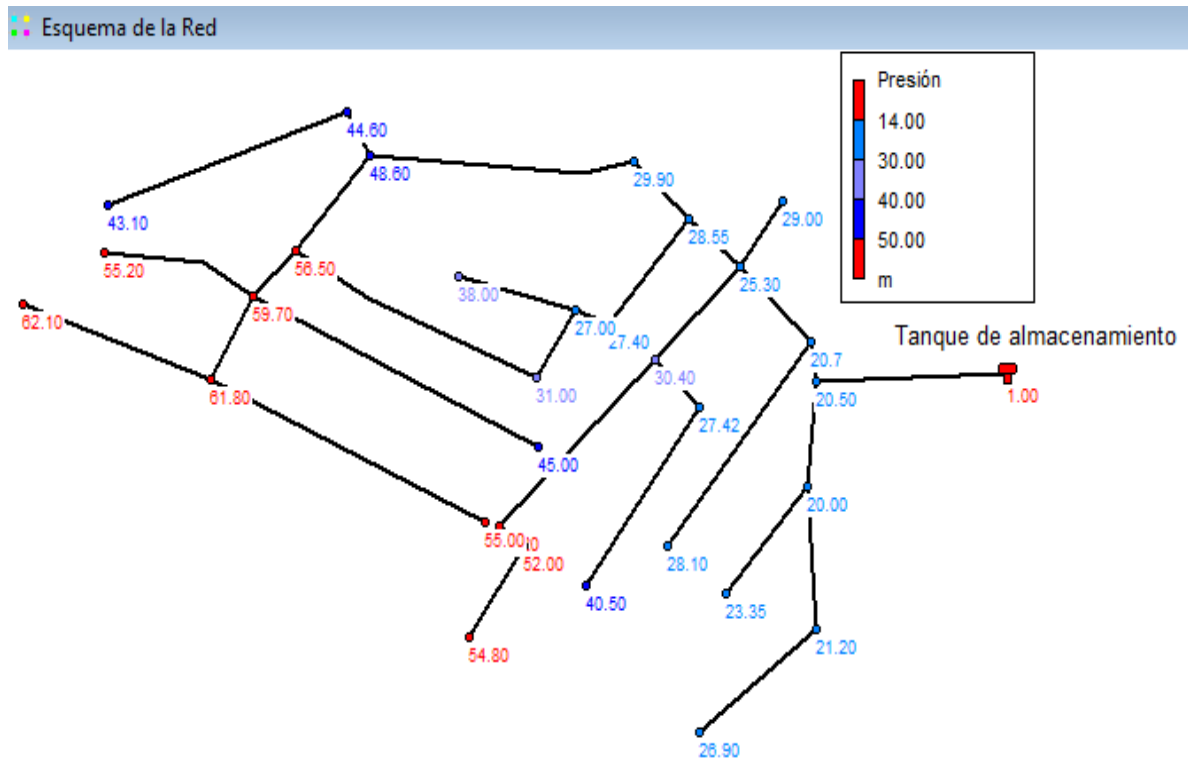
Presiones.

Tabla # 10 Análisis de Presiones en los nodos de red de Distribución.

Estado de los Nodos de la Red				
ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Nudo 2	686	0.00	734.53	48.53
Nudo 3	697	0.00	733.94	36.94
Nudo 4	701	0.00	733.53	32.53
Nudo 5	710.5	0.00	732.22	21.72
Nudo 6	710.5	0.00	732.08	21.58
Nudo 8	710.5	0.31	727.82	17.33
Nudo 9	711	0.14	727.55	16.55
Nudo 10	709.8	0.19	727.47	17.67
Nudo 12	707.65	0.19	727.47	19.82
Nudo 13	710.3	0.05	727.41	17.11
Nudo 14	702.9	0.34	727.31	24.41
Nudo 15	705.7	0.14	726.56	20.86
Nudo 16	702	0.11	726.54	24.54
Nudo 17	700.6	0.17	726.11	25.51
Nudo 18	703.58	0.09	726.08	22.50
Nudo 19	690.5	0.29	726.01	35.51
Nudo 20	676.8	0.32	725.90	49.10
Nudo 21	679	0.05	725.88	46.88
Nudo 22	676.2	0.15	725.84	49.64
Nudo 23	702.45	0.09	725.68	23.23
Nudo 24	703.6	0.19	724.33	20.73
Nudo 25	704	0.05	724.03	20.03
Nudo 26	693	0.18	723.96	30.96
Nudo 27	700	0.11	723.54	23.54
Nudo 28	701.10	0.11	724.87	23.77
Nudo 29	682.4	0.39	722.31	39.91
Nudo 30	674.5	0.56	721.98	47.48
Nudo 31	671.30	0.09	719.79	48.49
Nudo 32	669.2	0.13	718.87	49.67
Nudo 33	686.4	0.07	722.27	35.87
Nudo 34	687.90	0.37	722.14	34.24
Nudo 35	675.8	0.24	719.64	43.84
Nudo 36	668.9	0.29	718.80	49.90
Nudo 37	676	0.46	718.62	42.62
Nudo 38	686	0.50	719.48	33.48
Nudo 11	704.1	0.22	727.44	23.34
Embalse 1	684	-3.69	684.00	0.00
Depósito 7	730	-2.91	731.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia (Simulación en programa EPANET).

Grafica # 15 Presiones bajo la condición demanda 0.



Fuente: Elaboración Propia (simulación hidráulica EPANET)

Análisis de presión

De acuerdo a la simulación de demanda máxima horaria, todos los nodos cumplen con las presiones recomendados por las normas técnicas la cual especifica máximo 50 m.c.a y mínimo 14 m.c.a.

Las máximas presiones bajo la condición de demanda 0 que se alcanzan durante la noche y madrugada cuando no existe consumo en las tuberías, el análisis hidráulico determino que la cedula N° 26 propuesta para la red de distribución es capaz de soportar las presiones que estará sometida bajo esta condición.

4.2.12 Costo total del proyecto

El costo del proyecto de acuerdo a precios de mercado local actualizados es de (C\$2,027,049.68). El presupuesto se detalla conforme a los componentes del sistema.

4.3 Especificaciones técnicas de materiales y de construcción.

4.3.1 Alcance general de las obras y requisitos generales.

4.3.1.1 Alcance de las obras.

Estas especificaciones abarcan los aspectos más importantes sobre los requerimientos mínimos que deben de cumplir los materiales de construcción, mano de obra, herramientas, equipo y procedimientos constructivos, a ser incorporados en el proyecto.

También se incluyen restricciones de carácter técnico y administrativo, que deberá acatar El Contratista, con el fin de realizar un trabajo, ordenado, eficiente, completo y satisfactorio, evitando daños y perjuicios a terceras personas, públicas o privadas.

El proyecto consiste en la construcción de las Obras correspondientes al Sistema de Agua Potable en el barrio Sor Maria Romero sector # 3 municipio de Matagalpa. El proyecto, en forma breve, consta de las siguientes partes:

- a) Fuente de agua: Es el elemento que abastece de agua, en este caso esta constituido por un acoplamiento de tubería de 3 plgs del barrio vecino Lucidia Mantilla, como las preiones en este punto no son suficiente para trasportar el agua hasta el punto mas alto del varrio se instalo una estacion de relevo con su casetas y sistemas de control.
- b) Red de tubería: Consiste en un sistema de tuberías mixtas que conforman el sistema de conducción que transporta el agua hacia el sitio del tanque de almacenamiento y la red de tuberías de distribución.
- c) Tanque de almacenamiento: Este elemento sirve para almacenar un volumen de reserva y de emergencia del sistema de agua.

4.3.1.2 Requisitos generales.

El Contratista deberá considerar para la ejecución de la obra, los siguientes requisitos obligatorios:

El Contratista programará la obra a ejecutar con la aprobación de El Ingeniero.

Si por algún motivo, durante las obras en ejecución, se dañara una tubería de agua potable de la red o alguna conexión domiciliar, El Contratista será responsable por su inmediata reparación, sea cual fuere el diámetro de la tubería dañada.

El Contratista planeará la ejecución de sus trabajos en coordinación con el dueño de la obra.

El Contratista obligatoriamente deberá utilizar señales con leyendas aprobadas por El Ingeniero, para prevenir accidentes que puedan causar daños, tanto de materiales como humanos. Por las noches, las señales tendrán que ser luminosas y de ser necesario, asignar un vigilante en el sitio. El Contratista será responsable de cualquier daño causado a terceros debido a descuido imputable al mismo, durante estén vigentes la ejecución de la obra y la garantía de vicios.

El Contratista deberá suministrar todo el material a utilizar en la obra, el cual al momento de ser ingresado a bodega, deberá ser revisado y aprobado por El Ingeniero, para que este pueda ser incorporado al proyecto.

El Contratista deberá cubrir la tubería y accesorios instalados, previa aceptación de El Ingeniero, una vez verificada su correcta instalación y efectuada todas las pruebas de la misma. No se permitirá a El Contratista mantener en cada frente mas de 100.00 metros de zanja abierta sin tubería instalada.

El Contratista será responsable de la conservación de la obra en ejecución, hasta la fecha que se le extienda el Certificado de Recepción definitiva de parte de El Ingeniero.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para prevenir daños a las estructuras existentes sobre o bajo tierra, y respetará la propiedad dentro y en áreas adyacentes a los trabajos.

El Contratista deberá restaurar a su condición original, todo pavimento o superficie de rodamiento, que haya sido removido durante la ejecución de las obras.

El Contratista deberá instalar o colocar las facilidades necesarias, para no bloquear la entrada de personas y vehículos a las viviendas.

El Contratista, deberá tomar las medidas necesarias para ocasionar la menor molestia posible al público, provocada por el polvo, ruido, obstrucciones, etc.

Los Conceptos de Obras de las diferentes partes constructivas del proyecto incluyen todas las actividades necesarias para que estas sean completas.

4.3.2 Actividades preliminares

Trazo y nivelación.

El Contratista verificará y utilizará con los datos de las libretas de topografía de diseño que serán facilitadas por el dueño de la obra, las referencias fundamentales expresadas en función de la posición y elevaciones de bancos de nivel o P-I. El Contratista deberá colocar niveletas espaciadas convenientemente para el control de los alineamientos horizontales y verticales al instalar las tuberías. Antes de proceder con las siguientes actividades de instalación de tubería, El Ingeniero examinará y aprobará el replanteamiento topográfico.

En caso de falla de las mediciones, El Contratista deberá corregir tales desviaciones, para obtener la aprobación de El Ingeniero. Así mismo, El Contratista deberá mantener en su sitio todas las referencias fundamentales mientras dure la labor de instalación de tubería en el tramo. Una vez construido el sistema, El

Contratista entregará al dueño de la obra las libretas de topografía en el mismo estado de conservación con que se le fueron entregadas.

Excavación.

Este artículo cubre todas las excavaciones normales, especiales, adicionales, sean estas en tierra normal o especial, necesarias para efectuar la construcción de las Obras del Sistema de Agua Potable del barrio Sor Maria Romero sector # 3, Municipio de Matagalpa,. incluye todo tipo de excavación que El Ingeniero crea necesarias.

Dimensiones de la excavación.

Las excavaciones de zanjas y de obras de captación, se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicados en planos o por El Ingeniero. El ancho de la zanja será igual al diámetro nominal de la tubería a instalar más un máximo de 0.45 m.

En general, la profundidad de la tubería y obras de tratamiento, estará de acuerdo a lo indicado en los planos constructivos, siguiendo con precisión las pendientes de los tubos a instalarse, en concordancia con las normas de El INAA para sistemas urbanos y con la aprobación de El Ingeniero.

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 uniformemente, por tanto, el fondo de la zanja será excavado a mano, usando un azadón de forma curva de tal manera que se obtenga un apoyo firme, uniforme y continuo para el cuadrante inferior del tubo.

En general deberá quedar un espacio libre de 50 cm entre las paredes de los tubos a instalarse y cualquier otra tubería o estructura existente.

En caso de que en la excavación, se presentaran terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos, etc.) como el zonzocuite, la zanja deberá profundizarse como lo indique El Ingeniero, pero no mas de 0.30 m debajo del fondo previsto y el material excavado, deberá reponerse con material granular que será apisonado en capas que no excedan los 10.00 cm hasta un nivel que corresponda a 1/4 del diámetro del tubo. Al terminar el apisonamiento del fondo de la zanja, se procederá a la conformación de la media caña, y las depresiones para las juntas.

En un caso extraordinario, en que la excavación sea en cascajo, piedra cantera o roca, se removerá la misma, hasta una profundidad de 0.15 m bajo la rasante propuesta del tubo, rellenándose posteriormente con material granular y actuando conforme al procedimiento descrito en el párrafo anterior.

La excavación de zanjas no se debe adelantar substancialmente con respecto a la instalación de tuberías, no debiendo exceder de 100 m en cada frente de trabajo.

En ningún caso se permitirá a El Contratista excavar adelante de la instalación de tubería, cuando haya más de 300 m de camino que no haya sido restaurado y aceptado por El Ingeniero, en cada frente de trabajo.

Restricción y calidad del trabajo.

No se permitirán zanjas abiertas por períodos mayores de tres (3) días, antes de la colocación de la tubería, y las zanjas deberán ser rellenadas dentro de las 24 horas después que la tubería haya sido probada y aceptada por El Ingeniero.

Los materiales de excavación de las zanjas deberán ser colocados al lado donde no se obstaculice el transito vehicular, y que, en todo caso, causen el mínimo inconveniente, y permitan el acceso apropiado y seguro a la propiedad pública y privada, además de permitir el depósito de los tubos sobre el otro borde inmediato a la excavación (al lado del camino).

Se reservará una orilla despejada de 50 cm de ancho mínimo, entre el borde de la zanja y el pie del talud de las tierras extraídas. Esa orilla está destinada a la circulación cómoda del personal instalador de la tubería, supervisores, visitas, etc.

Los materiales excavados que no sean satisfactorios para relleno, o que estén en exceso al requerido, serán dispuestos fuera del Sitio de la Obra de una manera aprobada por El Ingeniero.

Aún suponiendo que el relleno de la tubería instalada, en su tiempo se efectuó correctamente, se eliminará de la tierra extraída, toda piedra gruesa y todo material que, utilizado como relleno de la zanja, podría ocasionar daños en la tubería.

Si el fondo de la zanja se convierte en una fundación inestable para los tubos, debido al descuido de El Contratista de ademar o desaguar la zanja, o si la excavación se ha hecho más profunda de lo necesario, se requerirá de El Contratista y a su cuenta, remover el material inestable y rellenar la zanja de la manera descrita en el acápite

Relleno y Compactación.

El Contratista eliminará toda el agua que se colecte en las zanjas antes y después de la instalación de los tubos estén instalados. En ningún caso se permitirá que el agua escurra sobre la fundación o por la tubería sin el permiso de El Ingeniero. El agua encontrada será eliminada por El Contratista de una manera satisfactoria para el Ingeniero.

Las conexiones domiciliarias de agua potable y cualesquiera otras que sean rotas o averiadas durante la construcción, serán reemplazadas por y a cuenta de El Contratista.

Se deberá proteger los árboles y otras plantas, césped, cercados, paredes divisorias, postes, alambres, aceras, bordillos, bancos de nivel, pavimento y otras características de la superficie ubicada dentro del derecho de vía o propiedades

colindantes, mientras se lleva a cabo el trabajo, y deberán repararse los daños que resulten de éste. Las excavaciones no deben rebasar el 45% de los soportes normales de cualquier fundación.

Tipos de excavación.

Los tipos de excavación de una zanja o de un pozo de exploración, etc., se clasifican según su profundidad y grado de dureza, del tipo de material que se está excavando.

Por la forma de excavación.

Manual : Se considerará excavación manual, cuando cualquier tipo de excavación que sea realizada por el hombre utilizando única y exclusivamente las herramientas comunes para ello, tales como pala, pico, piocha, barra, mandarria, piqueta, etc.

Por su profundidad.

Excavación normal; Se considerará excavación normal a toda aquella, cuya profundidad sea igual o menor de 1.20 m.

Por la dureza del material.

Excavación normal: Se considerará excavación en tierra normal, siempre que la actividad sea realizada manualmente y el grado de compactación o dureza del material, permita el uso de herramientas comunes para excavar tierras de penetración normal. Las arenas y cenizas no consolidadas, tierras vegetales, limos y arcillas o combinaciones entre ellas serán considerados como tierra normal, ante el hecho de que éstas sean posibles excavarlas con pico y pala, sin requerir obligatoriamente el uso de barra.

Excavación especial: Se considera excavación especial cuando el material encontrado tenga un grado de compacidad y dureza mayor que el definido para tierra normal, en orden ascendente a la dificultad de excavación serán:

Excavación en cascajo: Se considera excavación en cascajo toda aquella realizada en terrenos que presenten consistencia pedregosa y con cierto grado de dificultad de penetración. Este material es de comportamiento arcilloso y/o compacto y de difícil penetración con pico, y requiere el uso adicional de barra. Para su excavación

Excavación en cantera: Este tipo de excavación será catalogada como tal, solamente en aquellos casos en que la arenisca consolidada o la pizarra, origen de la cantera, tenga un grado de dureza que obligue a utilizar únicamente barra. Para su penetración. Este material no podrá ser utilizado como relleno.

Excavación en roca: Roca comprende todo aquel material que a opinión de El Ingeniero solo pueda ser removido perforando y utilizando cargas explosivas o perforando y usando cuñas.

El concreto, ladrillos, piedras, etc., se considerará roca, si el volumen que se va a remover excede 1/3 de un metro cúbico.

4.3.3 Instalación de tubería y accesorios.

Requisitos generales.

La rasante de los tubos y accesorios deberá ser terminada cuidadosamente y se formará en ella una especie de “Media Caña” a fin de que una cuarta parte ($\frac{1}{4}$) de la circunferencia del tubo y en toda su longitud, quede en contacto con terreno firme.

Los tubos serán instalados de acuerdo con la alineación y pendientes indicadas en los planos o por El Ingeniero y con la campana pendiente arriba.

Antes de la instalación, los tubos serán alineados a un lado y a lo largo de la zanja, y si no hay inconvenientes, del lado opuesto al material de excavación, protegiéndose del tráfico y de la maquinaria pesada asignada a la obra. Los tubos a utilizar serán de PVC, SDR – 26, en dependencia de su diámetro y de la profundidad

de ubicación de la tubería, en todo caso se deberá acatar la indicación de los planos y de El Ingeniero.

Los tubos deberán limpiarse adecuadamente antes y justo antes de la instalación, para permitir un buen acople entre la espiga y campana.

Se deben usar herramientas y equipos apropiados para manejar e instalar los tubos y accesorios, en una forma segura y satisfactoria. Se deberá evitar el uso de métodos bruscos en el manejo de los tubos, tal como dejarlos caer, y, en lo posible, se deberán descargar a mano.

El almacenamiento de la tubería de PVC, deberá ser hecho sobre terreno llano, exento de piedras, y de preferencia, bajo cubierta y a la sombra.

Durante la instalación de los tubos, no se permitirá por ninguna circunstancia, la presencia de una mínima cantidad de agua en la zanja, dado que ésta, puede cambiar la pendiente de la tubería, socavar el fondo de la zanja, e impedir una adecuada y rápida instalación. El modo de bajar los tubos a la zanja deberá ser a mano, no dejarlos caer sino depositarlos, no dejarlos rodar sobre el suelo, teniendo cuidado especial de que no se dañen o raspen las campanas o espigas de los tubos.

No se permitirá caminar o trabajar sobre los tubos después de colocados, hasta que hayan sido cubiertos con material de relleno hasta 0.30 m. de espesor sobre la corona del tubo.

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

Al finalizar la instalación de la tubería, ésta se limpiará completamente con agua, y se deberá extraer toda basura, tierra y otras suciedades que hayan quedado dentro de las tuberías.

En las zanjas con fuertes declives, será necesario anclar o asegurar la tubería que se va instalando, previendo que por su propio peso puedan deslizarse u originar defectos en sus uniones. La tubería podrá ser del tipo campana y espiga para junta rápida.

Suministro e instalación de tuberías de PVC.

Esta Sección comprende el suministro de todos los materiales, herramientas, equipo, y mano de obra necesarios para instalar tuberías y accesorios de PVC de varios diámetros de acuerdo con lo aquí especificado e indicado en los planos correspondientes.

Materiales.

El Contratista asume plena responsabilidad por los materiales incorporados a la obra, así como las precauciones necesarias en el transporte y descarga de los materiales a fin de prevenir daños a éstos.

El Contratista proveerá todos los materiales que sean necesarios para efectuar los trabajos estipulados bajo este Contrato.

Calidad de tubos y accesorios.

Todos los tubos de PVC SDR – 26, se ajustarán a la norma ASTM-3034-72. Estos tubos, deberán tener un extremo en espiga y otro de campana, para el acople de los mismos. Igualmente los accesorios plásticos deberán cumplir con la norma ASTM D-3034-74

Cortes y rectificaciones de tubería.

Los cortes en tubería son una actividad importante de controlar durante la ejecución del trabajo, y dicha situación se puede presentar cuando:

- Fuere necesario instalar tramos de tubería intercalados con tuberías existentes.
- Cuando es necesario cortar y rectificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte, manejo y acarreo al sitio de la obra.
- Cuando en el desarrollo de la obra pueda requerirse el uso de tubos de una longitud inferior al normal de fabricación, ya sea para la colocación de un accesorio, en un sitio previamente fijado o para efectuar acoples a pozos de visita.

Cortes

Los tubos de PVC pueden cortarse haciendo uso de sierras de mano de dientes finos y una caja de ingletes.

Los tubos se deberán cortar en ángulo recto con relación a su eje. Se deberá remover totalmente la rebaba por medio de un cuchillo, lima, escariador o papel abrasivo.

Cualquiera que sea el método de corte utilizado, es necesario tener presente las siguientes recomendaciones:

Marcar con tiza, o con lápiz grueso, una línea que señale el corte que se va a hacer, este corte deberá ser exactamente perpendicular al tubo, el tubo debe estar sujeto firmemente para evitar que se mueva durante el corte, en caso de cortes fuera de la excavación, se deberá hacer girar el tubo a medida que se va cortando, de modo que la parte que debe cortarse, este siempre del lado superior, no debe dejarse la extremidad del tubo sin apoyo, pues es posible que ese extremo se quiebre por su propio peso antes de completar el corte.

Uniones para este proyecto específico, todas las tuberías de PVC deberán ser con uniones rígidas utilizando cemento solvente.

Uniones con solvente de pvc para uniones con concreto para cualquier acople de tubos de PVC con cualquier dispositivo de inspección y limpieza, que sea de concreto, deberá seguirse el siguiente procedimiento:

Siempre, el extremo del tubo que entre a cualquier dispositivo de inspección y limpieza, deberá ser en espiga, nunca en campana. Si es necesario, se podrá cortar el tubo, hasta obtener la longitud de acople requerida, nunca deberá quedar parte del tubo fuera de las paredes internas del dispositivo.

Con un trapo o tela, se limpia bien el extremo espiga del tubo que se va a insertar en el dispositivo de inspección y limpieza, cerciorándose que esté completamente seco.

Se procede a quitar el acabado lustroso del tubo, por medio de un limpiador químico aprobado por el fabricante, el cual deberá ser aplicado con un paño, libre de humedad. Un sustituto para la remoción de lustre de las superficies de contacto puede ser el papel abrasivo o una estopa de acero.

Se deberán limpiar todas las partículas de material abrasivo y/o PVC, antes de aplicar el mortero. El mortero consistirá en una mezcla de cemento solvente (pegamento) para PVC y arena, en una proporción 3:1 respectivamente. Una vez limpias estas piezas, no deberán mojarlas ni ensuciarlas.

Usando una cuchara plana de albañilería y con las manos limpias, úntese el mortero en la parte exterior de la espiga del tubo y en el borde del orificio del dispositivo, inmediatamente después, introduzca el tubo en el orificio y rellene con el mismo mortero, cualquier espacio vacío entre el tubo y el orificio del dispositivo, de ser necesario, deberá colocar formaletas para que el mortero no resbale y para ejercer presión entre la mezcla y los elementos a unir y así lograr una buena adherencia entre los materiales.

Su aplicación será en sentido longitudinal (de izquierda a derecha), procurando que la capa de mortero sea más delgada en la embocadura y más espesa en el extremo.

Coloque la espiga del tubo ya cementado en el orificio del dispositivo, dándole un poco de movimiento rotativo para eliminar las burbujas de aire.

Por ningún motivo será permitido usar PERMATEX, al unir material plástico con cualquier otro tipo de material derivado del petróleo, ya que estos productos son altamente nocivos para el plástico.

Dependiendo de la clase de cementos solventes a usar, según su fraguado, debe tenerse cuidado de no hacer circular agua por la tubería antes de 24 horas, para dar tiempo de que el acople haya adquirido su impermeabilidad.

4.3.4 Especificaciones para el equipo de bombeo

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

Caudal 52.31gpm.

CTD 169.96 Pies

Diámetro de entrada 3 plgs

Diámetro de salida 3 plgs

Velocidad de rotación de 3500 rpm.

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.

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.

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.

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 1 galón o un ¼ de galón o menor.

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 plgs. 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.

Válvulas de compuerta de hierro fundido.

Serán fabricadas conforme a las Normas AWWA C-509-87. Las válvulas de compuerta ofertadas serán del tipo de cierre elástico de vástago no-levadizo (NRS RESILIENT SEATED GATE VALVE), con la compuerta o cuña de hierro fundido,

encapsulada en elastómero, diseñadas para una presión de trabajo de 200 psi, vástago de bronce no levadizo, con cierre en sentido de las manecillas del reloj. Las válvulas vendrán provistas de tuerca de operación de 3" x 3" con extremos con empaque de hule, con un diámetro interior igual al diámetro exterior del tubo suministrado (PVC SDR- 26), llevarán interior y exteriormente un revestimiento protector. Las válvulas con extremos de bridas serán según especificaciones ANSI.

Baldeo y remoción de agua.

El término "Baldeo de las aguas", se utiliza para identificar la acción de evacuar las aguas que recibe la excavación, al efectuar una pinchadura o corte en alguna tubería.

No se permitirá en ningún momento, que estas aguas aneguen la zanja, por tanto, se deberá proceder a su inmediata reparación por parte de El Contratista.

Remoción de agua en general.

El Contratista removerá inmediatamente toda agua superficial o de infiltración que provenga de alcantarillas, drenajes, zanjas u otras fuentes, que puedan acumularse en la zanja durante la excavación y la construcción, mediante la previsión de los drenajes necesarios o mediante bombeo o achicamiento.

El Contratista debe tener disponible todo el tiempo, equipo suficiente en buen orden y estado para hacer el trabajo que aquí se requiere.

Toda agua sacada de las excavaciones, será dispuesta de una manera aprobada por El Ingeniero, de tal forma que no origine condiciones higiénicas sanitarias deplorables, ni cauce perjuicio a personas o a propiedades, o cause daños al trabajo en proceso.

Protección de obras no terminadas.

Antes de dejar el trabajo al final del día, o por paros debido a lluvias u otras circunstancias, El Contratista tendrá cuidado de proteger y cerrar con barricadas y/o señales de peligro, las aberturas y terminales de las tuberías que no han sido terminadas, para evitar que tierra u otros materiales indeseables puedan penetrar en las mismas. Cualquier material extraño que se encuentre, deberá ser removido por cuenta de El Contratista.

Pruebas de tubería.

Prueba de laboratorio: Los tubos serán probados de acuerdo con los requisitos de la ASTM D-3034-74, para tubos de PVC.

Las pruebas de los tubos serán realizadas en laboratorio designados por El Ingeniero y el costo de las pruebas será pagado por El Contratista.

Pruebas de campo

Tubos con uniones rígidas: Después de instalar los tubos en la zanja, y efectuado el relleno 0.30 metros sobre corona del tubo, antes de proseguir con el resto del relleno, El Contratista deberá hacer en presencia de El Ingeniero, las siguientes pruebas a la tubería (prueba de pérdida de presión):

Protección de tubería: Bajo este artículo, El Contratista proveerá todo el material, mano de obra, herramientas y equipos necesarios, para proteger las nuevas tuberías, que por algún motivo especial sufran cambios respecto a su ubicación original.

Esta actividad se deberá ejecutar cuando las tuberías se instalen en sitios tales como cauces, cruces de carretera, puentes y/o se instalen superficialmente.

Recubrimiento de concreto simple: Todo el material de concreto para revestir tuberías conforme los detalles típicos mostrados en los planos o según lo indique El Ingeniero, deberá seguir las especificaciones técnicas descritas en el Capítulo "Concreto".

El revestimiento mínimo deberá ser de 20 centímetros alrededor de la pared exterior del tubo. El concreto a utilizar deberá tener una resistencia mínima a los 28 días del colado de 3,000 lbs./plg.² (PSI).

Relleno y compactación

Recursos y procedimientos

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.

Para la instalación de las tuberías, en su alrededor y 30 cm. sobre la corona del mismo, mas 30 centímetros arriba de la corona del tubo, se deberá utilizar material selecto, el restante de excavacion se utilizara como material de relleno el mismo que fue extraído de la zanja y que libre de elementos inadecuados, recibe el nombre de “relleno común”. Por lo general, este se dará posteriormente de los 30 cm arriba de la corona tubo, hasta la razante de la calle.

Tipos de relleno.

Relleno normal: Se considerará relleno normal, cuando la profundidad de relleno no exceda los 1.20 m. Cabe mencionar que este relleno normal, puede ser normal común o normal especial, según el material de relleno que se utilice.

Relleno comun: Consiste en material aprobado y seleccionado, extraído de la misma excavación de la zanja o de otra fuente, y debe estar libre de terrones y piedras mayores de 10 cm de diámetro, cenizas, basuras, plantas, hierbas u otros materiales orgánicos desagradables.

El relleno deberá tener alrededor del 2% de agua natural, con relación al peso seco de material original al momento de su compactación, para que al final se obtenga una compactación al 95% PROCTOR.

En el caso de zanjas para la instalación de las nuevas tuberías, su rango de profundidad de aplicación, corresponderá de 0.00 m hasta 0.30 m. antes de la corona del nuevo tubo independientemente del diámetro y pendiente del tubo que se esté instalando.

En el caso de cualquier otro tipo de excavación, su rango de profundidad de aplicación puede ser variable, el cual debe ser medido al momento de su realización para efectos del control, medición y pago.

En el caso de calles rústicas de tierra, el rango de profundidad de aplicación del relleno común comprenderá desde los 30 centímetros arriba de la corona del tubo, hasta la rasante de la calle o nivel de calle existente, apisonado en capas de 15 centímetros independientemente del diámetro y pendiente del tubo que se esté instalando.

En el caso de calles con superficie de rodamiento, el rango de profundidad de aplicación del relleno común comprenderá desde los 30 centímetros arriba de la corona del tubo, hasta el nivel de subrasante, apisonado en capas de 15 centímetros.

El nivel de sub rasante deberá quedar a 28 cm del nivel de la superficie de rodamiento, y es hasta aquí que llega el alcance del relleno y compactación en la actividad de instalación de tubería en el caso de calles con superficie de rodamiento. El resto del relleno y compactación estará incluido en la actividad de reposición de superficie de rodamiento.

Relleno especial.

Llamaremos relleno especial, todo aquel donde se utilice material selecto, o en todo caso, cualquier material con propiedades superiores al proveniente de la propia excavación para el relleno del espacio entre el tubo y las paredes de la zanja y hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo independientemente del diámetro y pendiente del tubo que se esté instalando.

Este material deberá ser como mínimo, tierra suelta libre de cualquier tipo y tamaño de piedras, madera y cualquier tipo de materia orgánica susceptible de descomposición, etc.,

En el caso de zanjas para la instalación de tubería, el rango de profundidad de aplicación del relleno especial comprenderá desde los 30 centímetros sobre la corona del tubo hasta el nivel de rasante del tubo, es decir, el fondo de la zanja, apisonado en capas de 10 centímetros, independientemente del diámetro y pendiente de la tubería que se esté instalando.

El relleno hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo será colocado y apisonado en capas que no excedan los 10 centímetros. Si los materiales de la excavación no fuesen apropiados para el relleno, El Contratista obtendrá por su cuenta, y en los bancos de material de préstamo indicados, los volúmenes requeridos. El apisonado se hará cuidadosamente de tal manera que el tubo no se desplace de su posición original.

Relleno de zanjas al interrumpir el trabajo.

Si se discontinúa el trabajo por completo, o sea que cualquier zanja quedara descubierta por un período de tiempo no razonable, antes de la construcción, por razones de fuerza mayor o fuera de control por parte de El Contratista, éste deberá rellenar por cuenta propia tales excavaciones, hasta que se reinicien las labores constructivas en el tramo.

Compactación.

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), y será compactada adecuadamente.

La capa de relleno especial (material selecto o especial escogido de la excavación) desde el fondo de la zanja hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo, será compactada con apisonadoras manuales de madera o metálicas, en capas de 10 centímetros, hasta lograr una apariencia de compactación sólida y de densidad uniforme.

Para el caso de calles de tierra o con superficie de rodamiento de cualquier tipo camino, con las pruebas de compactación, se deberá obtener al menos un porcentaje de compactación del 85 % y 95% respectivamente, del peso volumétrico seco de este material con respecto al peso volumétrico seco máximo de laboratorio, fijado por la prueba AASHTO T-99, Método C.

El Contratista someterá a aprobación de El Ingeniero y , el laboratorio de materiales que hará las pruebas de compactación y éste será escogido de una terna de laboratorios presentados por El Contratista.

Disposición de material sobrante.

Los materiales excavados de carácter satisfactorio para la actividad de relleno, serán amontonados a la orilla de la zanja en forma adecuada y aprobada por El Ingeniero, mientras se realizan las operaciones de instalación de tubería y el posterior relleno y compactación.

Los materiales no utilizables originados de la excavación, en el relleno y en la compactación en exceso del requerido, serán retirados de inmediato del sitio de la obra por cuenta de El Contratista y dispuestos en un lugar aprobado por El

Ingeniero, debiendo suministrar todos los recursos necesarios para retirarlos del sitio y depositarlos adecuadamente conforme las exigencias de la Alcaldía.

Los materiales excavados serán siempre manejados de tal manera que causen un mínimo de molestias al tráfico del público y que permita acceso conveniente y seguro a la propiedad pública o privada que se encuentra adyacente a la línea de trabajo.

En el caso de que el sobrante de material sea debido a la importación de material adicional, la disposición será tomada en cuenta en el concepto de relleno y compactación adicional.

En el caso que el material sobrante sea producto de la rotura y reposición de base y carpeta de rodamiento, deberá incluirse en el concepto de obra de la etapa del mismo nombre.

Relleno y compactación del fondo la captación y el tanque de almacenamiento.

Todos los suelos, dentro del trazado de las construcciones, que han sido alterados, se compactarán a la misma densidad que la especificada para el relleno.

Compactación del fondo de la captación.

El material del fondo de la captación deberá compactarse al 95% PROCTOR STANDARD.

El material a utilizarse tanto para la impermeabilización de fondo y taludes, así como para el relleno común deberá ser rectificado por un laboratorio de suelos de reconocida capacidad y experiencia y aprobado por El Ingeniero.

A solicitud del Ingeniero, un laboratorio de reconocida capacidad hará muestreos periódicos en el campo para determinar el grado de compactación obtenido en el relleno.

Controles de compactación.

El Contratista llevará bajo su costo y responsabilidad el manejo de los controles de materiales y métodos constructivos a fin de lograr los resultados señalados en estas especificaciones. El dueño de la obra se reserva el derecho de comprobar la calidad del trabajo en los lugares y las veces que sea necesario a juicio del Ingeniero.

Todos los ensayos de laboratorio requeridos por el Contratista en el campo de acuerdo a estas especificaciones, para garantizar y controlar la calidad del trabajo y los materiales, serán de su propia y total responsabilidad.

El Ingeniero comprobará los resultados de compactación en los lugares y las veces que a su juicio estime necesario.

4.3.5 Concreto, acero de refuerzo y mampostería.

Condiciones generales de Concreto.

Toda mención hecha en éstas Especificaciones o indicadas en los planos, obliga a El Contratista a suplir e instalar cada artículo, material o equipo, con el proceso indicado y con la calidad requerida, o sujeta a calificación, y a suplir la mano de obra, equipo y otros bienes complementarios necesarios para la terminación de cualquier obra que incluya concreto, mampostería, acero, o una combinación de ellos en sus etapas constructivas.

Normas y especificaciones.

Se deberán cumplir las normas mínimas constructivas del Reglamento Nacional de Construcción, RNC - 07.

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.

Se consideran también incluidas en estas especificaciones y por consiguiente obligatorias, todas aquellas normas o especificaciones de la American Society of Testing and materials (A.S.T.M.) incluidas o simplemente mencionadas en estas especificaciones o en los códigos anteriormente citados.

Resistencia del concreto

Todo el concreto empleado tendrá un revenimiento mínimo de 2 plgs. y no mayor de 4 plgs. y/o conforme el diseño del concreto sometido por El Contratista y aprobado por El Ingeniero.

La resistencia a la compresión especificada se medirá en cilindros de 15 x 30 centímetros a los 28 días de edad de acuerdo a las normas A.S.T.M. C-39-66.

El Contratista tomará cilindros de la mezcla de concreto según lo ordene El Ingeniero, para determinar su resistencia por medio de ensayos de laboratorios, los cuales serán pagados por El Contratista. Se tomarán dos (2) cilindros por llena por frente de trabajo por día. En caso de sospecha de alguna bachada de concreto, El Ingeniero podrá ordenar toma de cilindros adicionales.

La mezcla de concreto fresco empleada en todas las estructuras deberá ser de una consistencia conveniente, sin exceso de agua, plástica y trabajable, a fin de llenar completamente los encofrados, sin dejar cavidades interiores o superficiales.

El concreto empleado en la construcción de losas, cajas, vigas, columnas y otros elementos estructurales, excepto donde se indique lo contrario, tendrá una resistencia a la compresión de 210 kg./cm² (3,000 lbs/plg²) a los 28 días de edad.

Materiales del concreto

Cemento

El cemento a utilizarse en la preparación de mezclas de concreto, será de una marca conocida de cemento Portland Tipo I, y deberá cumplir en todo con las especificaciones ASTM-C-150-69.

Deberá llegar al sitio de la construcción en sus empaques originales y enteros, ser completamente fresco y no mostrar señales de endurecimiento. Todo cemento dañado o ya endurecido será rechazado por el Inspector. El cemento se almacenará en bodegas secas, sobre tarimas de madera, en estibas de no más de 10 (diez) sacos.

Agua

El agua a emplear en la mezcla de concreto deberá ser potable y limpia, y estar libre de grasas y aceites, de materia orgánica, sales, ácidos, álcalis o impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o del refuerzo. Deberá ser aprobada previamente por El Ingeniero.

Agregados

Extiéndase por agregados, la arena y grava empleados en la mezcla del concreto, los cuales deberán ser clasificados según su tamaño, y deben ser almacenados en forma ordenada para evitar que se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materiales extraños. Deben cumplir con todas las especificaciones de la A.S.T.M. para los agregados de concreto designación C-33-67.

La grava deberá ser limpia, pura y durable, el tamaño máximo permitido de agregado grueso será de 1/5 (un quinto) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos, o de 3/4 (tres cuartos) del espaciamiento libre entre varillas de refuerzo, según recomendaciones de la Norma ACI-211.1-81.

La arena deberá ser limpia, libre de materia vegetal, mica, limo, materias orgánicas, etc. La calidad y granulometría de la arena debe ser tal que cumpla con los requisitos de las especificaciones A.S.T.M. C-33-59 y permita obtener un concreto denso sin exceso de cemento, así como de la resistencia requerida.

Mezclado del concreto

La mezcla se deberá hacer en una mezcladora mecánica con no menos de 1½ minutos de revolución continua, una vez que todos los ingredientes hayan sido introducidos dentro de la mezcladora.

No se permitirá el uso de concreto que tenga mas de 45 minutos de haberse mezclado, a menos que hayan utilizado aditivos especiales, autorizados por El Ingeniero.

Se permitirá el uso de concreto premezclado siempre y cuando reúna las condiciones indicadas en estas especificaciones y esté de acuerdo con la especificación A.S.T.M. - C-99.

El Ingeniero podrá autorizar la mezcla del concreto a mano; debiendo hacerse entonces sobre una superficie impermeable (bateas, etc.), primero logrando una mezcla de aspecto uniforme y agregando después el agua dosificadamente, en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo. Se tendrá especial cuidado durante la operación de no mezclar con tierra e impurezas. No se permitirá hacer la mezcla directamente sobre el suelo.

Transporte y colocación del concreto.

Antes de proceder a la colocación del concreto, El Ingeniero deberá aprobar los encofrados y moldes, el refuerzo de acero, la disposición y recubrimiento de las varillas y todos los detalles relacionados.

Para tal efecto, El Contratista deberá notificar a El Ingeniero con dos (2) días de anticipación la fecha y hora aproximada en que se propone iniciar el colado del concreto y el tiempo aproximado que durará dicha operación. En todo caso, El

Contratista no procederá a la colocación del concreto sin la autorización expresa de El Ingeniero y sin la presencia de éste o su Representante.

Durante la colocación, todo concreto en estado blando deberá compactarse con vibrador para que pueda acomodarse enteramente alrededor del esfuerzo. El colado del concreto debe interrumpirse en caso de lluvia, tomando las medidas apropiadas para proteger de ella los elementos recién colados.

Los elementos estructurales de concreto deberán piquetearse, no antes de tres (3) días después de haberse desencofrado, para aplicar acabado fino.

Formaletas.

Las formaletas con sus soportes tendrán la resistencia y rigidez necesarias para soportar el concreto sin movimientos locales superiores a la milésima de luz. Los apoyos estarán dispuestos de modo que en ningún momento se produzcan sobre la obra ya ejecutada esfuerzos superiores al tercio ($1/3$) de los esfuerzos de diseño. Las juntas de las formaletas, no dejarán rendijas de más de tres (3) milímetros, para evitar pérdidas de la lechada, pero deberán dejar la holgura necesaria para evitar que por efecto de la humedad durante el colado se compriman y deformen los tablonos, en el caso de usar madera. Se usará una película de aceite quemado en la cara de la formaleta en contacto con el concreto para evitar descascaramientos de la superficie del concreto colado al retirar la formaleta.

Desencofrados

Ninguna carga de construcción deberá apoyarse sobre alguna parte de la estructura en construcción, ni se deberá retirar algún puntal de dicha parte, excepto cuando la estructura, junto con el sistema restante de formaleta y de puntales tenga suficiente resistencia como para soportar con seguridad su propio peso y las cargas soportadas sobre ella.

Curado del concreto

Después de la colocación del concreto deben protegerse todas las superficies expuestas a los efectos de la intemperie, sobre todo del sol y de la lluvia. El curado se iniciará tan pronto el concreto haya endurecido suficientemente a juicio de El Ingeniero.

Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto, durante los primeros siete (7) días. Se evitarán todas las causas externas, como sobrecargas o vibraciones, que puedan provocar fisuras o agrietamiento en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

El Contratista debe acatar todas las indicaciones que le haga El Ingeniero al respecto. Todos los repellos y acabados de paredes deben curarse en igual forma.

Reparación de defectos en el concreto

Todos los defectos en el concreto, segregaciones superficiales (ratoneras), deben repararse picando bien la sección defectuosa, eliminado todo el material suelto.

Las zonas o secciones defectuosas deben rellenarse con concreto o mortero en base de epóxicos, siguiendo las instrucciones de El Ingeniero.

Acero de refuerzo

Característica de las varillas

El acero de refuerzo serán barras deformadas según las especificaciones A.S.T.M.-A-305 y también deberá cumplir con las especificaciones de la A.S.T.M.-A-615 Grado 40 con límite de fluencia $F_y = 2,800 \text{ kg./cm}^2$.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido superficial. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del Proyecto, sin errores mayores de un (1) centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo especificación estricta en los planos, se harán con radios superiores de siete y media (7.5) veces el diámetro.

Colocación del acero del refuerzo

Las varillas se sujetarán a la formaleta con alambre de hierro dulce # 16 y tacos de concreto o piedra, y entre si, con ataduras de alambre de hierro dulce # 16, de modo que no puedan desplazarse durante el chorreado del concreto y que éste pueda envolverlas completamente.

Recubrimiento.

Salvo indicación especial en los planos, las barras quedarán separadas de la superficie del concreto por lo menos 7.5 centímetros cuando es colado directamente en el suelo sobre pisos y cimientos y entre 4 y 5 centímetros de las paredes laterales del suelo vertical o de la intemperie y 2.5 centímetros en las columnas.

La separación entre varillas paralelas será, como mínimo, igual a dos y medio (2.5) centímetros o una y media (1.5) veces el diámetro del mayor agregado grueso utilizado.

La posición de las varillas se ajustará a lo indicado en los planos del proyecto y las instrucciones de El Ingeniero. Cualquier cambio en la disposición o tamaño de las varillas deberá ser autorizado previamente por El Ingeniero.

Ninguna varilla parcialmente ahogada en concreto se doblará en el campo. Se revisará la correcta disposición del acero de refuerzo, antes de proceder a la llena.

Mampostería

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicado en los planos, obligan a El Contratista a suplir e instalar, cada artículo, material o equipo con el proceso o método indicado y de la calidad requerida o sujeta a calificación y suplir toda la

mano de obra, equipo y complementos necesarios para la terminación de cualquier obra del proyecto que utilice el recurso de mampostería.

Ladrillo de barro recocido o cuarterón.

Los ladrillos de barro recocido a utilizar tendrán dimensiones de 25cm x 12.5cm x 7.5cm, y deberán presentar estructura compacta, granular, uniforme, exentas de grietas, fracturas, planos de estratificación y de aristas bien cortadas y definidas, sin presentar superficies ahuecadas o disparejas

Concreto ciclópeo.

La piedra bolón deberá tener una resistencia mínima a la compresión normal a su plano de 2,000 lbs/plg² (PSI), y paralela a los planos de 1,500 lbs/plg² (PSI); una gravedad específica de 2.1 y un diámetro máximo de 6" (15 cm).

Deberá utilizarse para la mezcla, una (1) parte de cemento, y cuatro (4) partes de arena, las que en conjunto no deberá exceder del 25% del total del volumen, una vez agregada la piedra.

Mortero.

Independientemente de las proporciones en que se utilizará el mortero, se podrá mezclar en mezcladora mecánica o bien en bateas de madera de forma trapezoidal especiales para mezclarse manualmente, para garantizar una mezcla homogénea y libre de impurezas

No se permitirá el uso de morteros en el cual el cemento haya comenzado su período de fraguado.

Método constructivo.

Toda la mampostería debe ser construida a plomo y escuadra de acuerdo con las dimensiones y líneas indicadas en los planos.

Las uniones horizontales y verticales deben ser efectuadas con camadas de mortero de un (1) centímetro de espesor. El bloque deberá mantenerse seco antes de su colocación.

En el proceso de instalación y pegado del bloque, deberán observarse las normas de construcción adecuadas para que resulte un trabajo perfecto, tal como el procedimiento constructivo señalado en el Reglamento Nacional de Construcción RNC 07.

El trabajo debe mantenerse libre de todo exceso de materiales así como morteros y derrame de concreto.

Repello y fino de paredes.

Este capítulo abarca todos los trabajos del proyecto que conlleven la actividad de repello y afinado de superficies, es aplicable a todos los elementos que componen el presente proyecto.

Se repellarán y afinarán todas las superficies indicadas en los planos, ya sean externas o internas. El repello de las superficies se ejecutará con el mortero correspondiente, lanzándolo con fuerza con la paleta extendiéndolo después con la llana. Deberá tenerse la precaución de colocar previamente maestras verticales bien aplomadas y en línea, en número suficiente para asegurar una superficie plana y de aristas perfectas.

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.

Deberá usarse la siguiente proporción: una (1) partes de cemento PORTLAND tipo I y cuatro (4) partes de arena.

El repello deberá protegerse bien contra secados muy repentinos y contra los efectos del sol y viento hasta que haya fraguado lo suficiente para permitir rociarlo con agua. Se curará durante siete (7) días con abundante agua.

Los cajones para la mezcla se mantendrán limpios de materiales endurecidos. La cantidad de mezcla estará regulada de manera que se usará toda dentro de dos (2) horas después de mezclada. No se permitirá ablandar una mezcla ya parcialmente endurecida.

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.

La mezcla de mortero para repello estará dada en la proporción de una (1) parte de cemento PORTLAND tipo I y cuatro (4) partes de arena por unidad de volumen. El espesor del repello será de aproximadamente un (1) centímetro.

El mortero para fino consistirá en una mezcla con proporción de dos (2) partes de cemento PORTLAND tipo I, cinco (5) de cal y una (1) de arenilla fina. El espesor de los finos será de medio (0.5) centímetro.

Trabajos misceláneos.

Soportes, bloques de reacción y anclaje de tubería.

La superficie de apoyo de todos los bloques de reacción y anclajes de tubería deberá asentarse sobre suelos inalterados.

Todos los bloques, anclajes y soportes se construirán tal como se indica en los planos, con las modificaciones indicadas por El Ingeniero para ajustarse a las condiciones encontradas en el terreno. El concreto a utilizarse para estos trabajos será del tipo especificado en el capítulo correspondiente a "Concreto".

Obras arquitectónicas.

Trabajo comprendido.

Se refiere al suministro de todos los materiales, herramientas, equipo y mano de obra necesarios para construir la captación de agua, el tanque de almacenamiento, las pilas rompe carga y los cruces de cauces, cuyos detalles se muestran en los planos, incluyendo trazo y nivelación, excavación, construcción de paredes de mampostería, concreto reforzado para vigas asísmica y corona, repello afinado, instalación de tuberías, construcción de fundaciones, losa de piso, pintura y en fin todo trabajo necesario para dejar esta obra completamente terminada.

Limpieza inicial.

Alcances

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 por el proyecto.

Este trabajo comprende la eliminación y despeje del terreno de todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tacones y hojarasca, para así facilitar el trabajo y evitar todo daño o deformación de las obras y otras facilidades destinadas a conservarse de acuerdo a los planos y a criterio de El Ingeniero.

Ejecución de los trabajos.

Las labores de limpieza y desbroce se harán de una sola vez en toda el área de implantación de la captación, tanque de almacenamiento, pilas rompe carga y cruces de cauces.

El Contratista notificará a El Ingeniero con la debida anticipación el inicio de los trabajos de limpieza, una vez obtenida la aprobación, procederá a ejecutar dichas labores.

En las áreas vecinas a las obras y hasta los límites que determine El Ingeniero, se efectuará solamente la limpieza, removiendo principalmente monte, arbustos, etc. y cualquier otro objeto que pudieran poner en peligro vidas humanas o puedan dificultar las labores de construcción.

Disposición final de los materiales.

Con anterioridad a los trabajos de limpieza y desbroce, se deberá seleccionar sitios adecuados para la disposición del material proveniente de los trabajos antes descritos, los cuales deberán contar con la aprobación de El Ingeniero.

Los materiales proveniente de la limpieza y el desbroce, considerados por El Ingeniero como no aprovechables, deberán ser transportados y a cuenta de El Contratista a los sitios de depósito previstos con anterioridad.

Los materiales considerados aprovechables por El Ingeniero, deberán ser transportados y almacenados por cuenta de El Contratista en sitios aprobados por El Ingeniero y seleccionado con anterioridad, de preferencia, dentro del área del proyecto.

Remoción de capa vegetal

Al iniciar las labores de excavación, El Contratista debe en primer lugar remover la capa vegetal del suelo comprendido dentro de los límites fijados para la excavación que piensa realizar de inmediato, tales como las excavaciones de cimientos, sísmicas, etc. (excavaciones estructurales).

No se permitirá de ningún modo labores de remoción de capa vegetal de una sola vez, en la zona de implantación de las obras.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. De acuerdo a los resultados de cálculos del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Barrio Sor María Romero, son óptimos y cumplen con los requerimientos de diseño permisibles que establece las “Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua en el medio urbano (NTON 09003-99)”, emitidas por el INAA.
2. Siendo una necesidad prioritaria para la población de este barrio, los pobladores presentan buena organización comunitaria y manifiestan una clara disposición de aportar la mano de obra y compromiso de pagar una cuota por el servicio.
3. Con la implementación del sistema de abastecimiento de agua potable los habitantes 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, además de disminuir los costos económicos para la obtención del agua para consumo humano.
4. La cobertura total del sistema es del 100% de las familias, habiendo considerado el escenario socioeconómico que se desarrolla dentro del barrio en estudio, brindando resultados satisfactorios y económicos para la realización del proyecto.

5.2 Recomendaciones

1. A ENACAL Matagalpa se recomienda realizar capacitaciones al personal encargado de realizar las labores de operación y mantenimiento del sistema.
2. Brindar capacitación a las familias para mejorar las condiciones higiénico sanitarias, haciendo énfasis en la adecuada disposición de excretas, basuras, manejo adecuado de animales domésticos y promover la construcción de filtros para la disposición de aguas servidas.
3. A ENACAL Matagalpa se recomienda que durante la ejecución del proyecto sea supervisada por un Ingeniero competente y que las actividades que requieran mano de obra calificada sean efectuadas de acuerdo a los requerimientos técnicos que establecen las normas.
4. Considerando que es posible que en un futuro éste sea adaptado o modificado a cualquier cambio en la red, por lo que sugiero que se actualice la información básica, parámetros y cálculos en caso de ser necesario, para evitar el mal funcionamiento del sistema.

Bibliografía

1. AMANCO. (s.f.). Manual Tecnico de Poductos.
2. AMUPNOR (Asociacion de Municipios Productivos del norte) y Alcaldia de Matagalpa. (2013). Diagnostico del plan municipal de ordenamiento y desarrollo territorial de Matagalpa. Matagalpa.
3. Consorcio Aguilar & Asociados. (2005). Guia tecnica de diseño de proyectos de agua potable para poblacion menores a 10,000habitantes. La Paz.
4. Energia, I. N. (2015). Tarifas actualizadas a entrar en vigencia el 1 de mayo de 2015.
5. IANAS, F. C. (2012). Diagnostico del Agua en las Americas. MEXICO.
6. INAA. (2008). Cartilla para el cálculo y fijación de tarifas de agua y alcantarillados en sistemas menores de 500 conexiones . Managua.
7. INAA. (s.f.). Guías Técnicas para el Diseño y Construcción de un Sistema de Agua Potable. (NTON 09 003 -03). Managua.
8. Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE). y Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). (2013). IV Censo Nacional Agropecuario Matagalpa.
9. (INIDE), I. N. (2008). Matagalpa en cifras . Managua.
10. Lopez, R. A. (1999). Diseño de acueductos y alcantarillados. Bogota, Colombia: Alfa y Omega.
11. Ruiz, I. C. (12 de Junio de 2015). Informacion sobre abastecimiento de agua del Municipio de Matagalpa. (J. Zeledon, Entrevistador)
12. (SGC), S. G. (2005). Investigación geológica de los riesgos naturales en Nicaragua y en otros países en América Central.
13. SINAPRED (Sistema Nacional para la Prevencion, M. y. (2009). Plan de Repuesta Municipal con Enfoque a Gestion de Riesgos. Matagalpa.
14. UNI-PAUS. (2013). Diseño y evaluación de sistema de agua Potable. Managua.
15. Valencia, U. P. (2003). Ingenieria hidraulica en los abastecimientos de agua. valencia.

Anexos

Anexo 1. Informe de calidad de agua.



GOBIERNO DE RECONCILIACIÓN
Y UNIDAD NACIONAL
El Pueblo, Presidente!



DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

NICARAGUA
2014
HACIENDO
Patría!

INFORME

1 OBJETIVO:

Evaluar la Calidad del Agua de los pozos ubicados en Sebaco/Chaguitillo que abastecen a Matagalpa, con respecto a resultado de Metales Pesados y Pesticidas Organoclorados, para garantizar la calidad del agua que consumen los pobladores.

2 **FECHA DEL MONITOREO:** 24 de marzo del 2014

3 **PARTICIPANTE:**
Ana Francis Poveda. Matagalpa

4 TRABAJO REALIZADO:

Toma de muestras para la realización de análisis Metales Pesados (Arsénico, Plomo, Cobre, Manganeseo, Zinc) y Pesticidas Organoclorados; así como lectura de parámetros de campo (pH, Temperatura).

5 RESULTADOS

PP Valle de Sebaco S-2 - Chaguitillo – Sebaco - Matagalpa.

En resultado actual (2014) de análisis de Metales Pesados, reflejó Arsénico con 1.86 µg/L, Plomo 2.26 µg/L, Cobre <LDM (0.151 mg/L), Manganeseo ND (No detectado), Zinc 0.093 mg/L equivalente a 93 µg/L, cumpliendo con la Norma CAPRE (10, 10, 2000, 500, 3000 µg/L).

En resultado actual de Pesticidas Organoclorados, los parámetros analizados reflejaron ND (No detectado), cumpliendo con las Normas CAPRE.

PP Valle de Sebaco S-3 - Chaguitillo – Sebaco - Matagalpa.

En resultado actual (2014) de análisis de Metales Pesados, reflejó Arsénico con 4.20 µg/L, Plomo 1.04 µg/L, Cobre <LDM (0.151 mg/L), Manganeseo ND (No detectado), Zinc 0.099 mg/L equivalente a 99 µg/L, cumpliendo con la Norma CAPRE (10, 10, 2000, 500, 3000 µg/L).

En resultado actual de Pesticidas Organoclorados, los parámetros analizados reflejan ND (No detectado), cumpliendo con las Normas CAPRE.

PP Valle de Sebaco S-4 - Chaguitillo – Sebaco - Matagalpa.

En resultado actual (2014) de análisis de Metales Pesados, reflejó Arsénico con 4.85 µg/L, Plomo 1.67 µg/L, Cobre <LDM (0.151 mg/L), Manganeseo ND (No detectado), Zinc 0.090 mg/L equivalente a 90 µg/L, cumpliendo con la Norma CAPRE (10, 10, 2000, 500, 3000 µg/L).

En resultado actual de Pesticidas Organoclorados, los parámetros analizados reflejan ND (No detectado), cumpliendo con las Normas CAPRE.



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!

ENACAL
Ente Nacional de Aseguramiento de la Calidad

NICARAGUA
2014
HACIENDO
Patria!

DEPARTAMENTO CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

PP Valle de Sebaco S-7 - Chaquitillo – Sebaco - Matagalpa.

En resultado actual (2014) de análisis de Metales Pesados, reflejó Arsénico con 1.43 µg/L, Plomo 2.59 µg/L, Cobre <LDM (0.151 mg/L), Manganese ND (No detectado), Zinc 0.11 mg/L equivalente a 110 µg/L, cumpliendo con la Norma CAPRE (10, 10, 2000, 500, 3000 µg/L).

En resultado actual de análisis de Pesticidas Organoclorados, los parámetros reflejaron ND (No detectado), cumpliendo con las Normas (CAPRE).

PP Valle de Sebaco S-8 - Chaquitillo – Sebaco - Matagalpa.

En resultado actual (2014) de análisis de Metales Pesados, reflejó Arsénico con 1.16 µg/L, Plomo 2.01 µg/L, Cobre <LDM (0.151 mg/L), Manganese ND (No detectado), Zinc 0.10 mg/L equivalente a 100 µg/L, cumpliendo con la Norma CAPRE (10, 10, 2000, 500, 3000 µg/L).

En resultado actual de análisis de Pesticidas Organoclorados, los parámetros reflejaron ND (No detectado), cumpliendo con las Normas (CAPRE).

PP Valle de Sebaco S-10 - Chaquitillo – Sebaco - Matagalpa.

En resultado actual (2014) de análisis de Metales Pesados, reflejó Arsénico con <LDM (0.546) µg/L, Plomo 1.49 µg/L, Cobre <LDM (0.151 mg/L), Manganese ND (No detectado), Zinc 0.11 mg/L equivalente a 110 µg/L, cumpliendo con la Norma CAPRE (10, 10, 2000, 500, 3000 µg/L).

En resultado actual de análisis de Pesticidas Organoclorados, los parámetros reflejaron ND (No detectado), cumpliendo con las Normas (CAPRE).

Estación de Bombeo Las Tejas - Chaquitillo – Sebaco - Matagalpa.

En resultado actual (2014) de análisis de Metales Pesados, reflejó Arsénico con 2.28 µg/L, Plomo 2.33 µg/L, Cobre <LDM (0.151 mg/L), Manganese ND (No detectado), Zinc 0.12 mg/L equivalente a 120 µg/L, cumpliendo con la Norma CAPRE (10, 10, 2000, 500, 3000 µg/L).

En resultado actual de análisis de Pesticidas Organoclorados, los parámetros reflejaron ND (No detectado), cumpliendo con las Normas (CAPRE).

6. CONCLUSIONES

Los pozos **Valle de Sebaco S-2, 3, 4, 7, 8, 10, Estación de Bombeo Las Tejas – Matagalpa**, con respecto a Metales Pesados (Arsénico, Plomo, Cobre, Manganese y Zinc) cumplen con las Normas CAPRE (10, 10, 2000, 500, 3000 µg/L).

En Pesticidas Organoclorados cumplen con las normas de Calidad.

Se adjunta resultados Metales Pesado, Pesticidas Organoclorados emitidos por el Laboratorio Central ENACAL.

Elaborado por

Lic. Haydée Selva Vargas
Analista Estadístico.

Revisado por

Ing. Martín Brenes S.
Jefe Dpto. Calidad del Agua.

Anexo 2. Presupuesto de proyecto.

Presupuesto para proyecto de Barrio Sor María Romero sector #3					
No.	Concepto	Unidad Medida	Cantidad	Costo (C\$)	
				Unitario	Total
310.0	PRELIMINARES	m			11,490.00
	Replanteo de eje de tubería	m	2,872.50	4.00	11,490.00
	ESTACION DE BOMBEO	Unidad	1.00	352,699.13	352,699.13
	Instalaciones eléctricas primarias MT	Global	1.00		54,969.78
	<u>Materiales</u>	Global	1.00		33,449.78
	<u>Línea eléctrica primaria MT</u>	m	<u>70.00</u>		<u>3,160.00</u>
	Conductor Aluminio # 1/0 ASCR	m	35.00	30.00	1,050.00
	Conductor Aluminio # 4 ASCR	m	35.00	30.00	1,050.00
	Varilla de remate # 1/0	Unidad	1.00	90.00	90.00
	Varilla de remate # 4	Unidad	2.00	90.00	180.00
	Conector a compresión # 1/0	Unidad	2.00	45.00	90.00
	Conector a compresión # 4	Unidad	4.00	45.00	180.00
	Aislador de campana 14.4 KV	Unidad	1.00	520.00	520.00
	<u>Estructura J10</u>	Unidad	<u>2.00</u>		<u>690.00</u>
	Perno de máquina 5/8x12 pulgadas	Unidad	2.00	90.00	180.00
	Arandela curva	Unidad	2.00	60.00	120.00
	Aislador de carrete	Unidad	2.00	75.00	150.00
	Soporte para aislador de carrete	Unidad	2.00	120.00	240.00
	<u>Estructura VG-10</u>	<u>Unidad</u>	<u>1.00</u>		<u>29,599.78</u>
	Transformador 10KVA-24.9/14.4-120/240V	Unidad	1.00	23,409.00	23,409.00
	Corta circuito 27KV-200A	Unidad	1.00	2,124.00	2,124.00
	Pararrayo 18KV	Unidad	1.00	1,444.71	1,444.71
	Conductor THHN #4 AWG	m	3.00	45.44	136.32
	Ménsula P/Transformador tipo anillo	Unidad	1.00	997.05	997.05
	Varilla polo tierra 10 pies x 5/8" con conector	Unidad	3.00	330.90	992.70

	Conductor de cobre desnudo #4 solido	m	8.00	62.00	496.00
	<u>Transporte</u>	Global	1.00		1,170.00
	Estructura J10	Unidad	2.00	50.00	100.00
	Línea eléctrica primaria MT	m	35.00	2.00	70.00
	Estructura VG-10	Unidad	1.00	1,000.00	1,000.00
	<u>Mano de obra calificada</u>	Global	1.00		20,350.00
	Instalación de estructura J10	Unidad	2.00	300.00	600.00
	Línea eléctrica primaria MT	m	70.00	25.00	1,750.00
	Estructura VG-10	Unidad	1.00	18,000.00	18,000.00
	<u>Instalaciones eléctricas secundarias</u>	Global	1.00		7,905.00
	<u>Materiales</u>	Global	1.00		5,005.00
	<u>Retenida</u>	Unidad	<u>1.00</u>		<u>3,005.00</u>
	Cable de acero de 3/8"x13 pies	Unidad	1.00	420.00	420.00
	Varilla de remate para retenida	Unidad	2.00	90.00	180.00
	Perno de ojo en Angulo 5/8"x14 pulgadas	Unidad	1.00	310.00	310.00
	Arandela cuadrada 4"x4"x1/4"	Unidad	1.00	150.00	150.00
	Arandela curva	Unidad	1.00	60.00	60.00
	Taco para retenida	Unidad	1.00	460.00	460.00
	Aislador para retenida	Unidad	2.00	150.00	300.00
	Varilla de anclaje para retenida 5/8"x6 pies	Unidad	1.00	760.00	760.00
	Cubierta de señalización	Unidad	1.00	365.00	365.00
	<u>Estructura J10</u>	Unidad	<u>2.00</u>		<u>690.00</u>
	Perno de máquina 5/8x12 pulgadas	Unidad	2.00	90.00	180.00
	Arandela curva	Unidad	2.00	60.00	120.00
	Aislador de carrete	Unidad	2.00	75.00	150.00
	Soporte para aislador de carrete	Unidad	2.00	120.00	240.00
	<u>Línea eléctrica secundaria</u>	<u>m</u>	<u>10.00</u>		<u>1,310.00</u>
	Conductor Triplex # 4 ASCR	m	10.00	60.00	600.00
	Varilla de remate # 4	Unidad	2.00	90.00	180.00

	Conector a compresión # 4	Unidad	4.00	45.00	180.00
	Tape vulcanizante	Unidad	1.00	250.00	250.00
	Tape 3M grande	Unidad	1.00	100.00	100.00
	<u>Transporte</u>	Global	1.00		400.00
	Retenida	Unidad	1.00	100.00	100.00
	Estructura J10	Unidad	2.00	50.00	100.00
	Línea eléctrica secundaria	m	10.00	20.00	200.00
	<u>Mano de obra calificada</u>	Global	1.00		2,500.00
	Instalación de retenida	Unidad	1.00	2,000.00	2,000.00
	Instalación de estructura J10	Unidad	2.00	100.00	200.00
	Línea eléctrica secundaria	m	10.00	30.00	300.00
	Sistema Eléctrico fuerza y control de Bomba	Global	1.00		133,907.25
	<u>Materiales</u>	Global	1.00		113,907.25
	Mufa o calavera de entrada de 1"	Unidad	1.00	34.68	34.68
	EMT-Conduit-Tubo 1"x3 m	Unidad	1.00	136.86	136.86
	EMT-Conector 1"	Unidad	7.00	18.21	127.47
	Varilla polo tierra 5/8"x8 pies, con su conector	Unidad	1.00	158.95	158.95
	Panel monofásico 240V, 12 espacios	Unidad	1.00	2,158.83	2,158.83
	Arrancador magnético 240V, 7.5 Hp	Unidad	1.00	6,271.30	6,271.30
	Relé control de nivel	Unidad	1.00	1,603.95	1,603.95
	Caja de control 240V, 7.5HP,	Unidad	1.00	6,800.00	6,800.00
	Conductor THHN #6	m	20.00	28.41	568.20
	Electrodo de control	Unidad	2.00	900.00	1,800.00
	Boya de control	Unidad	1.00	548.83	548.83
	PVC Conduit-Tubo 3/4"x3 m	Unidad	1.00	20.52	20.52
	Conductor TSJ 4x8	m	80.00	94.50	7,560.00
	Breaker 2x80A, 240V	Unidad	1.00	1,582.50	1,582.50
	Conductor TSJ 2x12	m	2,432.00	19.79	48,129.28
	Fajas plásticas de amarre 12 pulgadas	Unidad	811.00	2.31	1,873.41

	Tape vulcanizante	Unidad	1.00	110.11	110.11
	Tape 3M grande	Unidad	1.00	375.12	375.12
	PVC Conduit-Tubo 1"x3 m	Unidad	5.00	24.28	121.40
	PVC Conduit-Curva 1"	Unidad	4.00	4.91	19.64
	EMT-Brida 1"	Unidad	3.00	25.40	76.20
	Bomba centrífuga 59.62 gpm, 157.23 ´CTD, Motor HP7.5, 220 V,	Unidad	1.00	33,830.00	33,830.00
	<u>Transporte</u>	Global	1.00		2,000.00
	Transporte materiales eléctricos sistema bombeo	global	1.00	2,000.00	2,000.00
	<u>Mano de obra calificada</u>	Global	1.00		18,000.00
	sistema eléctrico y bomba eléctrica de 7.5 Hp de 2 "	Unidad	1.00	18,000.00	18,000.00
	Sarta de bombeo	Unidad	1.00		29,946.19
	Materiales de sarta de bombeo				18,446.19
	Válvula de compuerta HF enflanchada de 3"	Unidad	1.00	2,743.00	2,743.00
	Medidor maestro de 3" extremos con rosca	Unidad	1.00	2,756.00	2,756.00
	válvula cheke HF enflanchada 3"	Unidad	1.00	2,156.00	2,156.00
	Tee 3" SDR 26	Unidad	1.00	143.35	143.35
	flange 3" pvc	Unidad	4	167.32	669.28
	kits de pernos de 3" con sus empaques y tuercas	Unidad	4	177.50	710.00
	Tubo 3" (sarta)	Unidad	1.00	1,582.00	1,582.00
	Manómetro de 500 PSI	Unidad	1.00	3,600.00	3,600.00
	Codo 45° x 3"	Unidad	2.00	95.28	190.56
	Acero de refuerzo # 3 (3/8") x 6.00 m	Varilla	7.00	90.00	630.00
	Alambre de amarre # 18	Lb	2.00	18.00	36.00
	Cemento	Bls	5.00	275.00	1,375.00
	Arena motastepe	m³	0.50	550.00	275.00
	Grava 1/2"	m³	0.25	600.00	150.00
	Madera de pino 1" x 12" x 5 vrs	Unidad	4.00	270.00	1,080.00
	Madera de pino 2" x 1" x 4 vrs	Unidad	3.00	60.00	180.00
	Madera de pino 2" x 2" x 4 vrs	Unidad	2.00	85.00	170.00

	Regla 1"x3"x5vrs	Unidad	24.00	75.00	1,800.00
	Transporte	Global	1.00		1,500.00
	Transporte material de sata de bombeo	Global	1.00	1,500.00	1,500.00
	Mano de obra calificada	Global	1.00		10,000.00
	Albañilería de sarta de bombeo	Global	1.00	3,500.00	3,500.00
	Instalación de sarta de bombeo	Global	1.00	6,500.00	6,500.00
	Caseta de bombeo	m²	7.80	10,953.60	85,470.91
	Materiales de construcción caseta	Global	1.00		54,481.00
	Acero de refuerzo # 2 (1/4") x 6.00 m	varilla	62.00	38.00	2,356.00
	Acero de refuerzo # 3 (3/8") x 6.00 m	varilla	47.00	90.00	4,230.00
	Alambre de amarre # 18	Lb	20.00	18.00	360.00
	Madera de pino 1" x 12" x 5 vrs	Unidad	8.00	270.00	2,160.00
	Madera de pino 2" x 2" x 4 vrs	Unidad	8.00	85.00	680.00
	Cemento	Bls	40.00	275.00	11,000.00
	Arena motastepe	m ³	5.00	550.00	2,750.00
	Grava 1/2"	m ³	3.00	600.00	1,800.00
	Bloque de cemento de 6" x 8" x 16"	Unidad	330.00	22.00	7,260.00
	Bloque decorativo	Unidad	20.00	38.00	760.00
	Puerta de madera	Unidad	1.00	4,000.00	4,000.00
	Bisagras 3-1/2" x 3-1/2"	Unidad	3.00	90.00	270.00
	Marco de madera para puerta	Unidad	1.00	1,200.00	1,200.00
	Cerradura	Unidad	1.00	450.00	450.00
	Perlín 2" x 3" x 1/16" x 20'	Unidad	5.00	340.00	1,700.00
	Pintura anticorrosiva	Galón	1.00	385.00	385.00
	Materiales varios (soldadura, thinner, otros)	Global	1.00	2,000.00	2,000.00
	Lámina de zinc corrugado de 14.5' o 4.40m*1.07m	Unidad	4.00	675.00	2,700.00
	Pernos metálicos de 2" para techo	Unidad	150.00	2.00	300.00
	Pintura acrílica (para base)	Galón	3.00	390.00	1,170.00
	Pintura de aceite	Galón	4.00	390.00	1,560.00

	Fascia 3/4"x10' de 3.85m (4.6 vrs)	Unidad	2.00	680.00	1,360.00
	Fascia 3/4"x10' de 4.38m (5.3 vrs)	Unidad	2.00	730.00	1,460.00
	Acero varilla lisa # 3 (3/8") x 6.00 m	varilla	6.00	95.00	570.00
	Angular de 1¼"x1¼"x1/8"x20pies (6.00m)	Unidad	2.00	380.00	760.00
	Tubo metálico negro industrial 1 1/2" x 20'	Unidad	2.00	620.00	1,240.00
	Materiales eléctricos caseta	Global	1.00		3,989.91
	Apagador Doble 15A-120V	Unidad	1.00	60.00	60.00
	Breaker 1x15A, 120V	Unidad	1.00	345.00	345.00
	Breaker 1x20A, 120V	Unidad	1.00	368.00	368.00
	Bridas EMT 1/2"	Unidad	6.00	3.50	21.00
	Cajas EMT Ser/Pes. 2x4x2"	Unidad	6.00	25.00	150.00
	Conductor No. 12THHN- AWG	m	30.00	15.00	450.00
	Conductor No. 14THHN- AWG	m	25.00	12.50	312.50
	Conduits EMT 1/2" x 10'	Unidad	3.00	20.52	61.56
	Conduits PVC Sdr H, 1/2" x 10'	Unidad	10.00	22.00	220.00
	Conduits PVC Sdr H, 3/4" x 10'	Unidad	1.00	24.30	24.30
	Conector Emt 1/2"	Unidad	12.00	15.00	180.00
	Conector PVC 1/2"	Unidad	12.00	5.00	60.00
	Conector Romex 1/2"	Unidad	12.00	5.00	60.00
	Lock nut 1/2"	Unidad	24.00	5.00	120.00
	Luminaria fluorescente 1x40W-120v	Unidad	2.00	375.00	750.00
	PVC Pegamento	Galón	0.25	1,198.20	299.55
	Tapa ciega 2x4"	Unidad	2.00	15.00	30.00
	Tapa de repello 4*4, salida 2*4	Unidad	4.00	25.00	100.00
	Tape aislante 3M.	Unidad	1.00	60.00	60.00
	Tomacorriente doble 20A/120V	Unidad	3.00	60.00	180.00
	Tornillo p/metal 10mmx3/4"	Unidad	24.00	0.75	18.00
	Wire Nuts Rojos	Unidad	24.00	5.00	120.00
	Transporte	Global	1.00		2,000.00
	Mano de obra calificada	Global	1.00		25,000.00

	Cercado de predio	M	32.00		40,500.00
	Materiales	Global	1.00		31,500.00
	Tubo de 2" HG	Unidad	25.00	720.00	18,000.00
	Malla ciclón de 8 pies calibre 13	Unidad	1.50	2,950.00	4,425.00
	Cemento	Bls	12.00	275.00	3,300.00
	Arena Motastepe	m ³	2.00	550.00	1,100.00
	Grava 1/2"	m ³	0.50	600.00	300.00
	pedra cantera	Unidad	125.00	35.00	4,375.00
	Pintura anticorrosiva	Galón	2	390	780
	Soldadura E60/11	lb	22	60	1320
	Transporte	Global	1.00		2,000.00
	Transporte de materiales	Global	1.00	2,000.00	2,000.00
	Mano de obra calificada	Global	1.00		7,000.00
	Mano de obra instalación de cerco	Global	1.00	7,000.00	7,000.00
320	Línea de Impulsión	m	377.90	251.99	95,228.27
	Materiales de tuberías	Global	1.00		64,996.27
	Tubería SDR-26 de 3" PVC	Unidad	65.00	646.30	42,009.50
	Adaptador macho de 3" PVC	Unidad	2.00	61.69	123.38
	Codo 3" x 45° PVC	Unidad	2.00	95.28	190.56
	Codo liso 3 " x 90° PVC	Unidad	6.00	111.1	666.60
	sierra de corte de hierro	Unidad	4.00	25	100.00
	Pegamento PVC	Galón	1.00	1,198.20	1,198.20
	flange 3" PVC	Unidad	4.00	177.5	710
	kits de pernos de 3" con sus empaques y tuercas	Unidad	4.00	167.32	669.28
	Válvula de compuerta HF enflanchada de 3"	Unidad	1.00	2,328.75	2,328.75
	material selecto	m ³	85.00	200.00	17,000.00
	Mano de obra calificada	Global	1.00		30,232.00
	Mano de obra calificada Tubería PVC	m	377.90	20.00	7,558.00
	Excavación	m	377.90	60.00	22,674.00
	Relleno y compactación	m	377.90	40.00	15,116.00
330	Red de distribución	Global	1.00		444,690.40
	Materiales	Global	1.00		120,359.90

	Tubos PVC de 3" SDR 26	Unidad	34	646.30	21,974.20
	Tubos PVC de 2 1/2" SDR 26	Unidad	6	487.20	2,923.20
	Tubos PVC de 2" SDR 26	Unidad	298	267.61	79,747.78
	Tubos PVC de 1 1/2" SDR 26	Unidad	83.00	171.38	14,224.54
	PVC Codo 45°x2"	Unidad	2.00	25.30	50.60
	PVC Codo 90°x3"	Unidad	2.00	96.62	193.24
	PVC Codo 90°x2"	Unidad	7.00	31.28	218.96
	PVC Codo 90°x1 1/2"	Unidad	2.00	13.00	26.00
	PVC Tapones de 2"	Unidad	7.00	18.86	132.02
	PVC Tapones de 1 1/2"	Unidad	5.00	8.01	40.05
	PVC Reductor 2" x 1 1/2"	Unidad	4.00	14.54	58.16
	PVC Reductor 2 1/2" x 2"	Unidad	2.00	46.20	92.40
	PVC Reductor 3" x 2 1/2"	Unidad	1.00	50.25	50.25
	PVC Reductor 3" x 2"	Unidad	3.00	47.09	141.27
	PVC Tee 3"	Unidad	2.00	124.66	249.32
	PVC Tee de 2 1/2"	Unidad	1.00	93.67	93.67
	PVC Tee de 2"	Unidad	3.00	27.27	81.81
	PVC Tee 1.5"	Unidad	3.00	20.81	62.43
	PVC Cruz lisa de 3"	Unidad	1.00	132.74	132.74
	PVC Cruz lisa de 1 1/2"	Unidad	1.00	96.40	96.40
	Sierra de corte	Unidad	8.00	25.00	200.00
	pegamento para PVC	Galón	1.00	1,198.20	1,198.20
	Válvula de limpieza	Unidad	10	3825.24	38252.4
	Mano de obra calificada	Global	1.00		324,330.50
	Mano de obra calificada Tubería PVC	m	2,494.85	10.00	24,948.50
	Excavación de línea de distribución	M³	2,993.82	60.00	179,629.20
	relleno y compactación de línea de distribución	M³	2,993.82	40.00	119,752.80
340	Conexiones domiciliars	Unidad	302.00		667,565.09
	Materiales	Global	1.00		379,665.09
	PVC Tubería SDR-26 de 1/2" x 20'	Unidad	604.00	61.31	37,031.24
	silletas lisas 3" x 1/2"	Unidad	23.00	110.19	2,534.37
	silletas lisas 2 1/2" x 1/2"	Unidad	4.00	94.35	377.40
	silletas lisas 2" x 1/2"	Unidad	216.00	80.24	17,331.84
	silletas lisas 1 1/2" x 1/2"	Unidad	59.00	62.84	3,707.56
	PVC Codo 1/2" x 90°	Unidad	906.00	3.80	3,442.80
	PVC Adaptador macho 1/2"	Unidad	604.00	3.00	1,812.00

	PVC Pegamento	Galón	1.00	1,196.12	1,196.12
	Llave de pase de 1/2"	Unidad	302.00	126.50	38,203.00
	Llave de chorro de 1/2"	Unidad	302.00	160.00	48,320.00
	Caja de protección para válvula y medidor	Unidad	302.00	290.00	87,580.00
	Medidor de agua de chorro múltiple	Unidad	302.00	580.00	175,160.00
	Transporte	Global	1.00		1,000.00
	Transporte de materiales	Global	1.00	1,000.00	1,000.00
	Mano de obra calificada	Global	1.00		286,900.00
	Instalación de conexión	Unidad	302.00	200.00	60,400.00
	Excavación	m	2,265.00	60.00	135,900.00
	Relleno y compactación	m	2,265.00	40.00	90,600.00
335	Tanque de almacenamiento	Global	1.00	456,519.65	456,519.65
	Materiales				355,416.34
	<i>Respiradero, rebose y limpieza</i>				
	PVC tubo 3 "	Unidad	1.00	645.70	645.70
	PVC Codo 90° x 3"	Unidad	3.00	111.11	333.33
	PVC Adaptador macho 3"	Unidad	1.00	70.94	70.94
	<i>Entrada</i>				
	PVC Adaptador macho 3"	Unidad	1.00	70.94	70.94
	PVC Tubo 3"	Unidad	1.00	645.70	645.70
	PVC Codo 45° x 3"	Unidad	2.00	95.00	190.00
	PCV Codo 90° x 3"	Unidad	2.00	111.11	222.22
	Válvula de Compuerta de 3"	Unidad	1.00	2,743.00	2,743.00
	<i>Salida</i>				
	PVC Tubo 3"	Unidad	1.00	645.70	645.70
	PVC Codo 90° X 3"	Unidad	2.00	111.11	222.22
	PVC-Adaptador macho 3"	Unidad	2.00	70.94	141.88
	Válvula de Compuerta de 3"	Unidad	1.00	2,743.00	2,743.00
	Materiales de construcción				
	Cemento	Bls	348.91	275.00	95,950.63
	Arena motastepe	m³	20.20	550.00	11,110.07
	Grava 1/2"	m³	24.40	600.00	14,642.95

	Acero de refuerzo # 4 (1/2") x 6.00 m	varilla	162.28	150.00	24,342.33
	Acero de refuerzo # 3 (3/8") x 6.00 m	varilla	67.96	90.00	6,116.30
	Acero de refuerzo # 2 (1/4") x 6.00 m	varilla	206.29	32.00	6,601.28
	Alambre de amarre # 18	Lb	305.57	17.00	5,194.72
	Ladrillo de barro	Unidad	6,237.49	3.50	21,831.21
	Clavos de 2 1/2"	Lb	10.00	23.00	230.00
	Clavos de 3"	Lb	10.00	23.00	230.00
	Madera de pino 1" x 12" x 5 vrs	Unidad	42.00	295.00	12,390.00
	Madera de pino 2" x 4" x 5 vrs	Unidad	20.00	120.00	2,400.00
	Cuartón 2"x2"x5vrs	Unidad	24.00	85.00	2,040.00
	Regla 1"x3"x5vrs	Unidad	24.00	70.00	1,680.00
	Cajas de registro de válvulas	Unidad	1.00	4,097.20	4,097.20
	<i>Concreto 3000 Psi, reforzado</i>	<i>m3</i>	<i>0.24</i>	<i>10,591.74</i>	<i>2,563.20</i>
	Cemento	saco	2.29	290.00	663.20
	Arena	m ³	1.00	900.00	900.00
	Grava 1/2"	m ³	1.00	1,000.00	1,000.00
	Hierro corrugado <= al N°3 (mat y mano obra)	Lb	10.48	13.75	144.00
	Acero de refuerzo # 3 (3/8") x 6.00 m	varilla	1.00	95.00	95.00
	Acero de refuerzo # 2 (1/4") x 6.00 m	varilla	1.00	32.00	32.00
	Alambre de amarre # 18	Lb	1.00	17.00	17.00
	Formaleta	m ²	4.36	318.81	1,390.00
	Clavos de 2 1/2"	Lb	1.00	20.00	20.00
	Clavos de 3"	Lb	1.00	20.00	20.00
	Madera de pino 1" x 12" x 5 vrs	Unidad	4.00	295.00	1,180.00
	Madera de pino 2" x 2" x 5 vrs	Unidad	2.00	85.00	170.00
	Transporte de materiales	Global	1.00	8,000.00	8,000.00
	Mano de Obra	Global	1.00		69,103.31
	Construcción de losa inferior	m ²	36.75	250.00	9,186.33
	Construcción de paredes	m ²	68.61	150.00	10,291.86
	Repello de paredes	m ²	137.22	70.00	9,605.73
	Afinado de paredes	m ²	105.36	45.00	4,741.10

	Arenilla do de paredes	m ²	99.19	45.00	4,463.73
	Construcción de losa superior	m ²	30.58	350.00	10,703.53
	Columnas de concreto reforzado	m	28.00	150.00	4,200.00
	Vigas intermedia y corona	m	58.80	150.00	8,820.00
	Pintura exterior	m ²	99.19	20.00	1,983.88
	Pintura exterior	m ²	105.36	20.00	2,107.15
	Instalación de tuberías y accesorios	global	1.00	2,000.00	2,000.00
	Construcción e instalación de cajas de registro	unidad	1.00	1,000.00	1,000.00
	Cercado de predio	m	160.00	811.78	129,885.00
	Tubos HG 2"	Unidad	80.00	720.00	57,600.00
	Malla ciclón de 8 pies	Unidad	6.00	2,785.00	16,710.00
	Cemento	Bls	24.00	275.00	6,600.00
	Arena Motastepe	m ³	3.00	550.00	1,650.00
	Grava 1/2"	m ³	1.50	550.00	825.00
	Transporte de materiales	Global	1.00	500.00	500.00
	Piedra cantera		400.00	35.00	14,000.00
	Mano de obra instalación de cerco	Global	1.00	32,000.00	32,000.00
	Sub Total (materiales, transporte y Mano obra)	C\$			2,028,192.54
	Utilidades y Administración	%	0.00		0.00
	Impuesto IR	%	0.00		0.00
	Impuesto IVA (incluido en costos unitarios)	%	0.00		0.00
	Gran Total	C\$			2,028,192.54

Año	Costos de operación y mantenimiento (CS \$)							Total, Opera y Mant.	COST O DE M3 DE AGUA
	Demanda m3/ año	Energía	salario y prestaciones	Mantenimiento	Gastos administrativos	costo de químicos	Activos fijos		
2016	95018.63	165,314	252,772	40,000	69,600	237,547	95,402	860,634	9.06
2017	98796.38	171,886	252,772	40,000	69,600	246,991	95,402	876,651	8.87
2018	102738.38	178,745	252,772	40,000	69,600	256,846	95,402	893,364	8.70
2019	106844.63	185,889	252,772	40,000	69,600	267,112	95,402	910,774	8.52
2020	111197.25	193,461	252,772	40,000	69,600	277,993	95,402	929,228	8.36
2021	115632.00	201,177	252,772	40,000	69,600	289,080	95,402	948,031	8.20
2022	120231.00	209,178	252,772	40,000	69,600	300,578	95,402	967,530	8.05
2023	125076.38	217,608	252,772	40,000	69,600	312,691	95,402	988,073	7.90
2024	130003.88	226,181	252,772	40,000	69,600	325,010	95,402	1,008,965	7.76
2025	135259.88	235,326	252,772	40,000	69,600	338,150	95,402	1,031,249	7.62
2026	140680.13	244,756	252,772	40,000	69,600	351,700	95,402	1,054,230	7.49
2027	146264.63	254,472	252,772	40,000	69,600	365,662	95,402	1,077,907	7.37
2028	152095.50	264,616	252,772	40,000	69,600	380,239	95,402	1,102,629	7.25
2029	158172.75	275,189	252,772	40,000	69,600	395,432	95,402	1,128,395	7.13
2030	164578.50	286,334	252,772	40,000	69,600	411,446	95,402	1,155,554	7.02
2031	171148.50	297,765	252,772	40,000	69,600	427,871	95,402	1,183,410	6.91
2032	177964.88	309,624	252,772	40,000	69,600	444,912	95,402	1,212,310	6.81
2033	185109.75	322,054	252,772	40,000	69,600	462,774	95,402	1,242,603	6.71
2034	192501.00	334,914	252,772	40,000	69,600	481,253	95,402	1,273,940	6.62
2035	200220.75	348,345	252,772	40,000	69,600	500,552	95,402	1,306,670	6.53
2036	208186.88	362,204	252,772	40,000	69,600	520,467	95,402	1,340,445	6.44

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Formato de encuesta socioeconómica

Departamento: _____ Municipio: _____
 Barrio: _____ Sector: _____ Fecha: _____
 Quien es Responsable del Hogar: Padre _____ Madre _____ Otro _____
 Nombre de la persona Encuestada: _____
 Tipo de Proyecto _____

* Datos Personales : (Iniciar con responsable de hogar)

N°	Nombre y Apellido	Parentesco	Sexo		Edad				Nivel de escolaridad	Ocupación
			M	F	<5	6 a 15	16 a 25	26 a 35	>36	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

I. Condiciones de la vivienda

1. La vivienda es: a) Propia _____ b) Prestada _____ c) Alquilada _____
2. Las paredes son: a) Bloque _____ b) Ladrillo _____ c) Madera _____ d) Otros _____
3. El piso es: a) Madera _____ b) Tierra _____ c) Ladrillo _____ d) Otros _____
4. El techo es: a) Zinc _____ b) Teja _____ c) Madera _____ d) Palma _____ e) Otros _____
5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres _____ b) Dos _____ c) No tiene _____
6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____

II. Situación económica de la familia

7. Cuantas Personas del hogar trabajan? Dentro del Municipio: H _____ M _____ Total _____ Fuera de la comunidad: H _____ M _____ Total _____
- 8) Número de personas en la familia que actualmente busca empleo _____
9. ¿Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar? C\$ _____
10. ¿El último pago de energía eléctrica, realizado en el hogar? _____
11. En que trabajan las personas del hogar?
 a) Ganadería _____ b) Agricultura _____ c) Jornaleros _____ d) Construcción _____
 e) Negocio _____ f) propio _____ g) Otros _____ Cual? _____

12. Tienen animales Domésticos? Si _____ No _____ Cuantos: a) Cerdos _____ b) Gallinas _____
13. Los animales domésticos están? a) Encerrados _____ b) Amarrados _____ c) Suelto _____
14. Los animales domésticos se abastecen de agua en? a) El Río _____ b) Quebrada _____ c) Pozo _____ d) otros _____

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

15. Tienen Letrina?
¿Si _____ En qué estado se encuentra? a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____ (verificar) No _____ Estaría dispuesto/a en construir su letrina Sí _____ No _____
16. Quienes usan la Letrina?
a) Adultos _____ b) Niños/as _____ c) Otros familiares _____
17. Que hacen con las aguas servidas de la casa?
a) La riegan _____ b) La dejan correr _____ c) Tienen zanja de drenaje _____ d) Tiene filtro para drenaje _____
18. Existen charcas en el patio? a) Si _____ (pasar # 19) b) No _____
19. Como eliminan las charcas?
a) Drenando _____ b) Aterrando _____ c) Otros _____

IV. Recursos y servicios de agua

20. Cuentan con servicio de agua?
a) Si _____ Cual: _____ b) No _____ Como se abastecen: _____ c) Cual es el precio del barril de agua? _____
- 21) Con qué frecuencia compra el agua? _____ La cantidad de agua que compra es suficiente? Sí _____ No _____
22. Quién busca o acarrea el agua?
a) La mujer _____ b) El hombre _____ c) Los niños/as _____ d) Otros _____ Quien? _____
23. Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan? _____
24. En qué almacena el agua? a) Barriles _____ b) Bidones _____ c) Pilas _____
25. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:
a) Tapados _____ b) Destapados _____ c) Como _____ (verificar)
26. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera:
a) Buena _____ b) Regular _____ c) Mala _____
27. Qué condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)
a) Tiene mal sabor _____ b) Tiene mal olor _____ c) Tiene mal color _____

V. Información sobre abastecimiento de agua potable

28. Le gustaría tener Servicio de Agua Potable en su hogar?
a) Si _____ b) No _____ c) Porque _____
29. Cuanto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio? (marcar una)
a) C\$ 20 a 35 _____ b) C\$ 36 a 50 _____ c) C\$ 51 a más _____ d) No estaría dispuesto/a _____ Porque? _____
- 30) Le gustaría hacer el pago directo _____ o en cuotas _____

VI. Organización comunitaria.

31. Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización? Si _____ Que tipo? a) Productiva _____ b) Social _____ c) Religiosa _____ d) Otra _____ No _____ Porque? _____

32. Cuantos miembros del hogar participan en la organización comunitaria? a) Hombres _____ b) Mujeres _____ c) Total _____

33. ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad? a) Si _____ b) No _____ c) Porque _____

VII. Situación de salud en la vivienda

34. ¿Qué tratamiento o método utilizan para la purificación de agua? A) hierve el agua _____ b) agregan cloro _____ otros _____

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

Enfermedades	Grupo de Edad					Observaciones
	<5	6 a 15	16 a 25	26 a 35	>36	
Diarrea						
Tos						
Resfriado						
Malaria						
Dengue						
Parasitosis						
Infección renal						
Tifoidea						
Hepatitis						
Enfermedad Dérmica (piel)						
Otras						

36. ¿Están vacunados los niños y niñas?

¿Si _____ b) No _____ Por qué? _____

37. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como:

¿Lavado de manos a) Si _____ b) No _____ c) Por qué? _____

Hacen buen uso del Agua a) Si _____ b) No _____ c) Por qué? _____

Hacen buen uso de la letrina a) Si _____ b) No _____ c) Por qué? _____

38. Cuantos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año pasado? Vivos/as: Niñas _____ Niños _____ Total _____

Fallecidos/as: Niñas _____ Niños _____ Total _____

39. Han recibido charlas de educación sanitaria o prácticas de higiene si _____ no _____

Nombre del encuestador(a).

Nombre del supervisor(a).

Anexo 4. Resultados del análisis hidráulico de (EPANET)

Página 1

23/7/2016 10:59:10 p. m.

```
*****
*                               E P A N E T                               *
*                               Análisis Hidráulico y de Calidad           *
*                               para Redes de Distribución de Agua         *
*                               Versión 2.0                                *
*                               *                                           *
* Traducción: Grupo REDHISP,UPV      Financ: Grupo Aguas de Valencia *
*****
```

Fichero Input: Análisis hidráulico del proyecto.net

Tabla de Líneas y Nudos:

ID	Nudo	Nudo	Longitud	Diámetro
Línea	Inicial	Final	m	mm
2	2	3	63.86	75
4	4	5	139.90	75
5	5	6	15.30	75
6	6	7	115.47	75
7	7	8	115.47	75
8	8	9	81.53	50
9	9	10	72.55	50
11	9	12	70.25	37.5
12	8	13	20.54	75
13	13	14	130.09	50.
14	13	15	52.93	75
15	15	16	41.75	37.5
16	15	17	65.39	50
17	17	18	34.42	50
18	18	19	110.67	50

20	20	21	17.49	37.5
21	21	22	56.44	37.5
22	15	23	36	62.5
23	23	24	70.25	50
24	24	25	19.27	50
25	25	26	67.92	37.5
26	25	27	40.52	50
28	23	28	41.84	50
30	29	30	61.9	50
31	30	31	33.17	37.5
33	29	33	27.79	50
34	33	34	140.66	50
35	31	35	89.56	37.5
36	32	36	111.66	50
27	27	30	149.74	50
29	28	29	148.6	50
3	3	4	42.85	75
32	31	32	47.43	37.5
37	32	37	175.02	50
38	31	38	189.82	50

Página 2

Tabla de Líneas y Nudos: (continuación)

ID	Nudo	Nudo	Longitud	Diámetro
Línea	Inicial	Final	m	mm
10	10	11	81.21	50
19	17	20	120.66	50
1	1	2	Sin Valor	Sin Valor

Bomba

Consumo y Coste Energético:

Bomba	Porcent. Rendim.		kWh	Pot.Media	Pot.Punta	Coste
	Utiliz.	Medio	/m3	kW	kW	/día
1	100.00	75.00	0.18	2.44	2.44	0.00
Término Potencia:						0.00
Coste Total:						0.00

Resultados en los Nudos:

ID	Demanda	Altura	Presión	Calidad
Nudo	LPS	m	m	
2	0.00	734.53	48.53	0.00
3	0.00	733.94	36.94	0.00
4	0.00	733.53	32.53	0.00
5	0.00	732.22	21.72	0.00
6	0.00	732.08	21.58	0.00
8	0.31	727.82	17.33	0.00
9	0.14	727.55	16.55	0.00
10	0.19	727.47	17.67	0.00
12	0.19	727.47	19.82	0.00
13	0.05	727.41	17.11	0.00
14	0.34	727.31	24.41	0.00
15	0.14	726.49	20.79	0.00
16	0.11	726.47	24.47	0.00
17	0.17	726.04	25.44	0.00
18	0.09	726.01	22.43	0.00
19	0.29	725.94	35.44	0.00
20	0.32	725.83	49.03	0.00
21	0.05	725.81	46.81	0.00
22	0.15	725.77	49.57	0.00
23	0.09	725.61	23.16	0.00

24	0.19	724.26	20.66	0.00
25	0.05	723.96	19.96	0.00
26	0.18	723.89	30.89	0.00
27	0.11	723.47	23.47	0.00
28	0.11	724.80	23.70	0.00
29	0.39	722.24	39.84	0.00
30	0.56	721.92	47.42	0.00

Página 3

Resultados en los Nudos: (continuación)

ID	Demanda	Altura	Presión	Calidad
Nudo	LPS	m	m	
31	0.09	719.73	48.43	0.00
32	0.13	718.80	49.60	0.00
33	0.07	722.20	35.80	0.00
34	0.37	722.07	34.17	0.00
35	0.24	719.57	43.77	0.00
36	0.29	718.73	49.83	0.00
37	0.46	718.55	42.55	0.00
38	0.50	719.41	33.41	0.00
11	0.22	727.44	23.34	0.00
1	-3.69	684.00	0.00	0.00 Embalse
7	-2.91	731.00	1.00	0.00 Depósito

Resultados en las Líneas:

ID	Caudal	Velocidad	Pérdida Unit.	Estado
Línea	LPS	m/s	m/km	
2	3.69	0.83	9.36	Abierta
4	3.69	0.83	9.36	Abierta
5	3.69	0.83	9.36	Abierta

6	3.69	0.83	9.36	Abierta
7	6.60	1.49	27.50	Abierta
8	0.74	0.37	3.40	Abierta
9	0.41	0.21	1.14	Abierta
11	0.19	0.17	1.08	Abierta
12	5.56	1.26	20.01	Abierta
13	0.34	0.18	0.83	Abierta
14	5.16	1.17	17.44	Abierta
15	0.11	0.10	0.41	Abierta
16	1.07	0.55	6.83	Abierta
17	0.38	0.20	1.02	Abierta
18	0.29	0.15	0.62	Abierta
20	0.20	0.18	1.18	Abierta
21	0.15	0.13	0.72	Abierta
22	3.84	1.25	24.51	Abierta
23	1.87	0.95	19.14	Abierta
24	1.68	0.86	15.76	Abierta
25	0.18	0.16	1.02	Abierta
26	1.45	0.74	11.99	Abierta
28	1.88	0.96	19.30	Abierta
30	0.93	0.47	5.22	Abierta
31	1.71	1.55	66.03	Abierta
33	0.45	0.23	1.35	Abierta
34	0.37	0.19	0.96	Abierta
35	0.24	0.21	1.70	Abierta
36	0.29	0.15	0.63	Abierta

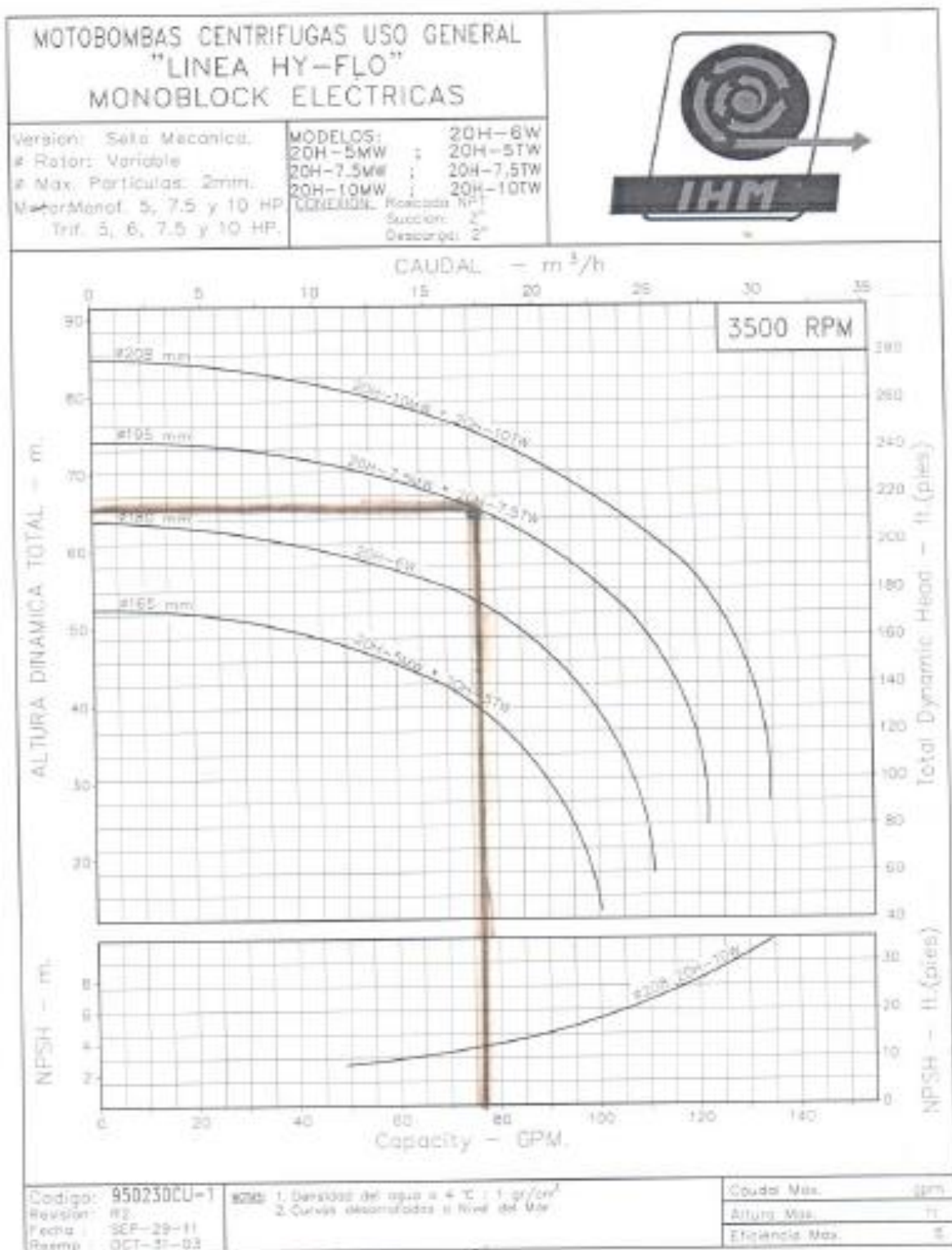
Página 4

Resultados en las Líneas: (continuación)

ID	Caudal	Velocidad	Pérdida	Unit.	Estado
Línea	LPS	m/s	m/km		

27	1.34	0.68	10.41	Abierta
29	1.77	0.90	17.24	Abierta
3	3.69	0.83	9.36	Abierta
32	0.88	0.80	19.44	Abierta
37	0.46	0.24	1.45	Abierta
38	0.50	0.26	1.68	Abierta
10	0.22	0.11	0.35	Abierta
19	0.51	0.26	1.75	Abierta
1	3.69	0.00	-50.53	Marcha Bomba

Anexo 5. Curva característica de la bomba.



Fuente: Ing. Omar Castellón Agente de Venta Casa MacGregor Esteli.

Anexo 7. Presiones en el punto de acoplamiento.



TOMAS DE PRESIÓN EN PUNTO DE FUTARA ESTACIÓN DE RELEVO BARRIO SOR MARIA - MATAGALPA											
HORA	PRESIÓN	03/10/2014		04/10/2014		05/10/2014		06/10/2014		07/10/2014	
		7:00AM	PRESIÓN	7:00AM	PRESIÓN	7:00AM	PRESIÓN	7:00AM	PRESIÓN	7:00AM	PRESIÓN
7:00AM	8		9		8		10		7		8
1:00PM	12	1:00PM	11	1:00PM	11	1:00PM	9	1:00PM	11	1:00PM	13
4:00PM	15	4:00PM	20	4:00PM	21	4:00PM	19	4:00PM	18	4:00PM	20
8:00PM	25	8:00PM	22	8:00PM	24	8:00PM	25	8:00PM	23	8:00PM	25
10:00PM	38	10:00PM	40	10:00PM	38	10:00PM	42	10:00PM	43	10:00PM	40

NOTA: TOMA DE PRESIÓN EN TUBO DE 3" PVC.
Q MAXIMO A LAS 10 PM = 130 GPM

A handwritten signature in blue ink is written over a circular official stamp. The stamp contains the text "EMPRESA NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS MATAGALPA" around the perimeter and "ENACAL DIRECCIÓN TÉCNICA" in the center.

Fuente: Ing. Carmelo Ruiz. Director técnico ENACAL Matagalpa.

Anexo 8. Planos.