



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**“Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad  
de Miramar, Municipio de Nagarote, Departamento de León”**

Para optar al título de ingeniero agrícola

**Elaborado por**

Br. Yader Antonio Cisneros

**Tutor**

MSc. Ing. José Ángel Baltodano Maldonado

Managua, Enero 2017

## RESUMEN

La localidad de Miramar, ubicada en el municipio de Nagarote, departamento de León, presenta serios problemas de abastecimiento de agua potable, teniendo un servicio irregular, en cuanto a la cantidad y continuidad. Por tal razón, es importante mejorar el sistema de agua potable existente, situación vinculada al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes.

El presente documento resume en forma detallada, el procedimiento de las actividades necesarias que se desarrollaron para realizar este trabajo, entre los que tenemos: visita preliminar de campo , diagnostico de la zona, obtención de datos de la población, recolección de información del área, levantamiento topográfico, identificación de posible fuente y su calida, etc. Una vez obtenida la información se diseñaron los elementos del sistema propuesto (fuente – tanque – red), siguiendo las normas rurales emitidas por el INAA (NTON 09001-99).

La población futura a servir se determina a través del método geométrico, para un período de diseño a 20 años, siendo el año inicial el 2017, teniendo como población base 801 personas, adaptando la tasa de crecimiento del 2.5%, para obtener una población futura a servir de 1,313 habitantes para el año 2037.

El análisis hidraulico de la red se analiza con el Software EPANET 2.0, bajo las siguientes condiciones: CMH y tanque a la mitad de su capacidad y Cero consumo con tanque lleno. El monto estimado del proyecto asciende a US \$ 342,290.73.

## INDICE

<b>1</b>	<b>CAPITULO: ASPECTOS GENERALES.</b>	<b>1</b>
1.1	Introducción.	1
1.2	Antecedentes.	2
1.3	Justificación.	4
1.4	Objetivos.	5
1.4.1	Objetivo General:	5
1.4.2	Objetivos Específicos:	5
1.5	Información General de la comunidad de Miramar.	6
1.5.1	Situación geográfica y topografía.	6
1.5.2	Población.	7
1.5.2.1	Distribución de la población por tipo de sexo.	7
1.5.3	Diagnostico socioeconómico.	8
1.5.4	Actividades económicas.	9
1.5.5	Situación habitacional.	10
1.5.6	Características físicas y naturales.	10
1.5.7	Servicios públicos existentes.	14
<b>2</b>	<b>CAPITULO: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.</b>	<b>19</b>
2.1	Generalidades.	19
2.2	Normas de diseño.	20
2.2.1	Proyección de la población.	20
2.3	Dotación y población a servir.	21
2.3.1	Dotación.	21
2.3.2	Caudales nodales.	22
2.3.3	Población a servir.	22
2.3.4	Nivel de servicio.	23
2.4	Parámetros de diseño.	25

2.4.1	Período de Diseños. ....	25
2.4.2	Variaciones de Consumo.....	26
2.4.3	Presiones máximas y mínimas. ....	27
2.4.4	Coeficiente de rugosidad de Hazen Williams. ....	27
2.4.5	Velocidades permisibles en tuberías. ....	27
2.4.6	Cobertura de tuberías.....	28
2.4.7	Pérdidas en el sistema. ....	28
2.4.8	Pérdidas de energía. ....	28
<b>2.5</b>	<b>Fuentes de abastecimiento. ....</b>	<b>28</b>
2.5.1	Generalidades ....	28
2.5.2	Mini acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE). ....	29
2.5.3	Pozos perforados.....	30
2.5.4	Características y partes de un pozo. ....	30
<b>2.6</b>	<b>Estaciones de bombeo. ....</b>	<b>31</b>
2.6.1	Generalidades. ....	31
2.6.2	Caseta de control.....	32
2.6.3	Fundaciones de equipos de bombeo:.....	32
<b>2.7</b>	<b>Equipo de bombeo y motor.....</b>	<b>32</b>
2.7.1	Bombas verticales. ....	32
2.7.2	Bomba y motor. ....	35
2.7.3	Energía. ....	40
<b>2.8</b>	<b>Línea de conducción.....</b>	<b>40</b>
2.8.1	Generalidades. ....	40
2.8.2	Línea de conducción.....	40
<b>2.9</b>	<b>Red de distribución.....</b>	<b>42</b>
2.9.1	Generalidades: ....	42
2.9.2	Red de distribución. ....	43

<b>2.10</b>	<b>Hidráulica del Acueducto.</b>	<b>44</b>
2.10.1	Generalidades.	44
2.10.2	Golpe de Ariete.	45
<b>2.11</b>	<b>Almacenamiento.</b>	<b>47</b>
2.11.1	Generalidades.	47
2.11.2	Capacidad.	48
2.11.3	Localización.	49
2.11.4	Clases de tanques.	49
2.11.5	Tipos de tanques.	49
<b>2.12</b>	<b>Tratamiento y desinfección.</b>	<b>51</b>
<b>2.13</b>	<b>Calidad.</b>	<b>53</b>
<b>3</b>	<b>CAPITULO. DESARROLLO METODOLÓGICO.</b>	<b>57</b>
<b>3.1</b>	<b>Etapa de Campo.</b>	<b>57</b>
3.1.1	Visita de campo.	57
3.1.2	Recopilación de la información.	58
3.1.3	Aplicación de encuesta.	58
3.1.4	Datos de la fuente.	58
3.1.5	Tomas de muestras de agua en la fuente.	59
3.1.6	Estudio topográfico.	59
<b>3.2</b>	<b>Etapa de gabinete:</b>	<b>60</b>
3.2.1	Procesamiento y análisis de la información.	60
3.2.2	Estudio de la población.	60
3.2.3	Análisis de laboratorio.	61
3.2.4	Procesamiento de datos topograficos.	61
3.2.5	Definir puntos de entrada y trazado de la red.	61
3.2.6	Criterios de diseño.	62
3.2.7	Cálculo de caudales.	63

3.2.8	Nivel de servicio.....	63
3.2.9	Diseño de los elementos del sistema. ....	63
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO : CALCULOS Y RESULTADOS. ....</b>	<b>65</b>
<b>4.1</b>	<b>Diseño de los elementos del sistema.....</b>	<b>65</b>
4.1.1	Estudios de población.....	65
4.1.2	Período de diseño.....	66
4.1.3	Nivel de servicio y dotación de agua. ....	66
4.1.4	Dotación. ....	67
4.1.5	Fuente de abastecimiento. ....	69
4.1.6	Línea de conducción.....	71
4.1.7	Dimensionamiento del equipo de bombeo.....	72
4.1.8	Carga total dinámica (CTD). ....	72
4.1.9	Tanque de almacenamiento. ....	79
4.1.10	Red de distribución.....	80
4.1.11	Condiciones de análisis.....	80
4.1.12	Desinfección.....	92
<b>4.2</b>	<b>Análisis de calidad del agua. ....</b>	<b>93</b>
4.2.1	Análisis bacteriológico. ....	94
<b>4.3</b>	<b>Descripción del proyecto propuesto.....</b>	<b>95</b>
4.3.1	Fuente de abastecimiento. ....	95
4.3.2	Estación de bombeo.....	96
4.3.3	Línea de conducción.....	96
4.3.4	Tanque de almacenamiento. ....	97
4.3.5	Red de distribución.....	97
<b>5</b>	<b>TABLA DE COSTOS ESTIMADOS DEL PROYECTO. ....</b>	<b>99</b>
<b>5.1</b>	<b>Estructura del presupuesto.....</b>	<b>99</b>
<b>5.2</b>	<b>Criterios considerados durante la elaboración del presupuesto: .....</b>	<b>101</b>

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>103</b>
➤ Conclusiones.....	103
➤ Recomendaciones.....	104
<b>BIBLIOGRAFÍA. ....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXOS.</b>	

## INDICE DE FIGURAS

Figura1: Macro localización de Miramar.....	6
Figura 2: Micro localización de Miramar.....	7
Figura 3: Red Hídrica de la zona en estudio. ....	12
Fuente: Ineter.....	12
Figura 4: Lechos de fuentes superficiales sobre rocas de la formación geológica El Fraile y roca ignimbrítica Tamarindo. ....	13
Gráfico 5: Mapa Hidrogeológico sector Miramar. ....	70
Figura 6: Esquema de la red de distribución, etiquetado de nodos.....	81
Figura 7: Esquema de presiones para la condición CMH (Tanque a la mitad). ....	82
Figura 8: Esquema de velocidades para la condición CMH (Tanque a la mitad). ....	85
Figura 9: Esquema de presiones para la condición Cero consumo y Tanque lleno. ....	89

## INDICE DE TABLA

Tabla 1: Distribución de la población según edad y sexo. ....	7
Tabla 2: Distribución de la población por nivel académico. ....	16
Tabla 3: Relación diámetro interno del pozo y caudal de bombeo. ....	33
Tabla 4: Relación diámetro de columna de bombeo y caudal de bombeo. ....	33
Tabla 5: Velocidad en la tubería de succión según el diámetro y caudal. ....	34
Tabla 6. Diámetro de la sarta en relación a un rango de caudales. ....	34
Tabla 7: Diámetro de válvula de alivio con el caudal de descarga. ....	35
Tabla 8: Valores de $k_o$ , para celeridad, según el material de la tubería. ....	47
Tabla 9: Parámetros de calidad del agua. ....	55
Tabla 10: Proyección de población geométrica. ....	66
Tabla 11: Rango de población y dotaciones. ....	67
Tabla 12: CPDT, Variaciones de consumo. ....	68
Tabla 13: Pérdidas localizadas como longitudes equivalentes. ....	72
Tabla 14: Costo Anual Equivalente. ....	75
Tabla 15: Costo Total de la Tubería. ....	75
Tabla 16: Costo Anual de la Tubería. ....	76
Tabla 17: Costo Anual Equivalente. ....	76
Tabla 18. Presión de trabajo de tubería PVC según el SDR. ....	78
Tabla 19. Cálculo de volumen del tanque. ....	79
Tabla 20. Estado de los nodos en la red, CMH y tanque a la mitad. ....	83
Tabla 21. Estado de las líneas en la red, CMH y tanque a la mitad. ....	86
Tabla 22. Estado de los nodos en la red, cero consumos y tanque lleno. ....	90
Tabla 23: Resultados de análisis físico químico. ....	94
Tabla 24: Análisis bacteriológico. ....	95
Tabla 25: Tubería de Red de Distribución. ....	97

## INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Distribución de géneros de los habitantes de Miramar. ....	8
Gráfica 2: Estado de Letrinas en la Comarca de Miramar. ....	17
Gráfica 3: Uso de la basura. ....	18
Gráfica 4: Análisis diámetro económico. ....	76

## DEDICATORIA

Con profuso amor, de todo corazón y mucha gratitud dedico este trabajo monográfico. En primer lugar a **DIOS TODO PODEROSO**, por haberme guiado, protegido, por darme la fuerza de voluntad ante las adversidades, la confianza, determinación para seguir adelante y haber alcanzado uno de mis mayores propósitos y reto en mi vida.

A mi madre, que por su actitud luchadora, en esta vida, es el pilar de aliento que me anima a luchar, salir adelante y no darme por vencido.

A la memoria de mi padre, por apoyarme y aconsejarme hasta el último de sus días.

A mis hijos y esposa, por ser el motor de mi vida.

A mis hermanos y hermanas, a toda mi familia por el apoyo brindado en muchos aspectos de mi vida.

Gracias a todos por ser parte de este objetivo.

## **AGRADECIMIENTO**

A **Dios** por darme la vida, cuidarme, la sabiduría y dirección, alejándome de malas influencias y darme la oportunidad de haber logrado este fin.

A mi madre, hijos, esposa y toda mi familia, por sus consejos y apoyo absoluto en muchos aspectos y etapas de mi vida.

A mi amigo el Ing. Luís Alberto Escorcía y tutor Msc. Ing. José Ángel Baltodano, por su gran ayuda incondicional, lecciones y más humanas pretensiones en lograr este proceso de culminar mi carrera.

A todos los compañeros y compañeras que de una u otra manera han colaborado para que esta meta fuera cumplida.

**MUCHAS GRACIAS A TODOS, DIOS NOS BENDIGA.**

## ACRÓNIMOS

UNI	Universidad Nacional de Ingeniería.
CAPS	Comités de Agua Potable y Saneamiento.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
CAPRE	Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana.
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
ALBANISA	Alianza Bolivariana de América Nicaragua Sociedad Anónima.
FISE	Fondo de Inversión Social de Emergencia.
INEC	Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos.
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.
INIDE	Instituto Nacional de Información de Desarrollo.
NTON 09001 - 99	Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.
ANSI	American National Standards Institute.
ASTM	American Standard for Testing and Materials.
ACI	American Concrete Institute.
AWWA	American Water Works Association.

## UNIDADES DE MEDIDA.

mm	Milímetros
cm	Centímetros
m	Metros
Km	Kilómetro
L/s	Litros
g/p-m	Galones por minuto
g/p-d	Galones por día
g/p-d	Galones por persona por día
l/s	Litros por segundo
l/p-d	Litros por persona por día
m/s	Metros por segundo
m <sup>3</sup> /s	Metros cúbicos por segundo
mca	Metros columna de agua
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
m <sup>2</sup>	Metros cuadrado
mg/lt	Milígramos por litro
UNT	Unidades de Turbidez
HP	Horse Power
Kg/cm <sup>2</sup>	Kilogramo por centímetro cuadrado
PSI	Libras por pulgadas cuadrada.

## DIVERSAS

SAAP	Sistema de Abastecimiento de Agua Potable
CPD	Consumo Promedio Diario
CPDT	Consumo Promedio Diario Total
CMD	Consumo Máximo Día
CMH	Consumo Máximo Hora
CC	Consumo Comercial
CI	Consumo Industrial
CTD	Carga Total Dinámica
G.A	Golpe de Ariete
Hf	Pérdidas por fricción
MABE	Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico
MAG	Mini Acueducto por Gravedad
H.G	Hierre Galvanizado
H.F	Hierro Fundido
PEA	Población Económicamente Activa
PVC	Cloruro de Polivinilo
PEM	Pozo Excavado a Mano
PP	Pozo Perforado

# **1 CAPITULO: ASPECTOS GENERALES.**

## **1.1 Introducción.**

El agua, es un elemento fundamental para la vida, por lo que las antiguas civilizaciones se ubicaron a lo largo de los ríos. Más tarde, los avances técnicos le permitieron al hombre transportar y almacenar el agua, así como extraerla del subsuelo, por lo cual, los asentamientos humanos se han esparcido lejos de ríos y de otras fuentes superficiales de agua.

El agua es de vital importancia para el desarrollo socioeconómico de las personas, en fin, todo ser vivo depende del agua para subsistir. Actualmente, su uso en las poblaciones es diverso, como lo es para consumo humano, en el aseo personal, y en actividades como limpieza doméstica y en la cocción de los alimentos. Además se usa para fines comerciales, públicos e industriales; también en la irrigación, la generación de energía eléctrica, la navegación y en recreación y en fin en todas las actividades que se realizan en la tierra, depende directa o indirectamente del recurso agua. También se conoce como el solvente universal, porque disuelve más sustancias que cualquier otro líquido, es la única sustancia natural que se encuentra presente en los tres estados físicos (líquido, sólido y gaseoso) a las temperaturas que se presentan en la tierra.

El 72% de la superficie terrestre es agua y del 100% de agua existente en nuestro planeta, únicamente el 3% de su volumen es dulce, la mayoría se encuentra en gran parte congelada en los glaciares polares, y otro tanto se presenta como humedad en el suelo o permanece en capas acuíferas subterráneas inaccesibles. Solamente el 0.3% corresponde a aguas superficiales como ríos y lagos, las que actualmente son las principales fuentes para uso de la población. Es decir del total de agua que hay en el planeta, menos del 0.01% es disponible en su estado natural para el consumo humano.

De ahí la importancia de preservar y proteger los recursos hídricos y las fuentes de agua disponibles.

En muchos países del mundo, el acceso al agua potable y alcantarillado sanitario representa un serio problema. El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, enfatiza que en la mayoría de los países de Latinoamérica existe una abrumadora inequidad entre la población de altos y bajos ingresos, rurales y urbanos con respecto al acceso del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario.

Nicaragua no es la excepción, ya que muchos pobladores que viven en: asentamientos progresivos, barrios, comarcas y caseríos, son testigos de esta cruda realidad, de no poseer un adecuado sistema de agua potable; ya sea porque no disponen de una fuente de calidad, o porque la cantidad del agua disponible no alcanza para abastecer las necesidades de la población durante todo el año.

Miramar, es una comunidad rural localizada en la zona costera, perteneciente al municipio de Nagarote, departamento de León, la cual presenta problemas de abastecimiento de agua potable, en cuanto, a la cantidad y continuidad del suministro, razón por la cual, se requiere de un estudio técnico social y económico para rehabilitar el sistema de agua potable existente, con el fin de mejorar las condiciones de vida de sus pobladores.

## **1.2 Antecedentes.**

Miramar es una Comunidad que pertenece al Municipio de Nagarote, departamento de León. Se encuentra a 46 Km al suroeste de la cabecera municipal, Nagarote, a 4.5 km, SW, del empalmito de la comunidad de Puerto Sandino y/a 6 km, NW, de la comarca La Gloria. La comunidad de Miramar se localiza en las coordenadas siguientes:

longitud 86°45'43.03" O, latitud 12°10'19.16" .N. La comunidad está compuesta por 225 familias, se encuentra ubicada en una zona costera, cuyos habitantes tienen como actividad económica predominante las labores de pesca artesanal, también se localizan fábrica como Camanica, que provee de empleos a los habitantes de la comunidad, al igual que las salineras, en el procesamiento de la sal.

La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), de carácter estatal, es la encargada de brindar el servicio de agua potable, abasteciendo a la población de Miramar a través de un sistema de agua potable, que presenta el esquema fuente-tanque-red. Sistema que es compartido con la red de distribución que abastece a los habitantes de la comunidad de Puerto Sandino.

En la comunidad de Miramar, el abastecimiento del agua potable a la población, se efectúa dividiendo la comunidad en cuatro sectores de abastecimiento, en donde se le suministra el agua cada 7 días, repartiéndose de forma racionada por período de 2 días, por zona de abastecimiento en la comunidad, a través de la manipulación de válvulas localizadas en diferentes puntos de la red de distribución; así como también, apoyándose en el uso de cisternas para poder solventar la demanda actual de agua de los habitantes.

Situación que provoca inconformidad e incertidumbre de los pobladores, ya que el servicio de agua potable que actualmente consume la población, es deficiente, no cumpliendo con los requisitos necesarios en cuanto a la cantidad y continuidad, repercutiendo, esta situación directamente, en la transmisión de enfermedades de origen hídrico; sumando a esto la forma de utilización y almacenamiento del agua, que va ligada a las características y costumbres, que poseen los habitantes de

la comunidad, tomando como parámetro los recursos económicos insuficientes para solucionar tal situación.

### **1.3 Justificación.**

El sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Miramar tiene más de 20 años de operar, sistema que presenta problema de abastecimiento de agua potable, por deficiencia en la continuidad y cantidad del servicio, por falta de una fuente que cubra con la demanda de agua, problemas hidráulicos en la red de distribución y falta de un tanque de almacenamiento.

La fuente de abastecimiento del sistema actual son dos pozos, el Cóbano de 40 g/p-m y las Tinajas de 25 g/p-m, producción que no cubre con la demanda actual de la población, problemática que se agudiza en época de verano, por las altas temperaturas de la zona, uso irracional de este vital líquido (regado de patios y calles), así como también, la llegada de veraneantes, los cuales hacen uso del mismo sistema de agua potable para suplir sus necesidades básicas, incrementando la demanda de agua potable de la comunidad.

A finales del año 2011, la deficiencia del servicio de agua potable se incrementa drásticamente, producto al daño que sufre la línea de conducción de los pozos al tanque, producto de la construcción de la nueva carretera Empalme de Puerto Sandino– comunidad de Puerto Sandino – Miramar – El Velero, al extremo de abastecer de agua a la población, solamente, por medio de cisternas.

Esta situación fue superada, a través del esfuerzo organizado entre las autoridades de ENACAL y ALBANISA, rehabilitando la línea de conducción de los pozos, volviendo activar el servicio de agua potable a la población, siempre de forma irregular.

Razones por las cuales, la población de la comunidad de Miramar ha venido demandando a las autoridades pertinentes el mejoramiento del servicio de agua potable. Situación que se obtendrá a través del presente estudio, el cual está orientado a proponer una solución a la problemática de la deficiencia del suministro de agua potable en la comunidad. Mejorando así la calidad de vida de sus habitantes, a través del diseño de un adecuado sistema de abastecimiento de agua potable, que cumpla con todos los aspectos técnicos, social y económico de esta comunidad.

#### **1.4 Objetivos.**

##### **1.4.1 Objetivo General:**

Mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable de la Comunidad de Miramar, Municipio Nagarote, Departamento de León.

##### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

1. Evaluar las características de la población mediante un diagnóstico socioeconómico.
2. Realizar pruebas de laboratorio para determinar la calidad del agua de la fuente disponible.
3. Efectuar levantamiento topográfico donde se ubicará el sistema de abastecimiento de agua potable propuesto.
4. Diseñar los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable que satisfaga la demanda de la población actual y futura.
5. Realizar un estimado de los costos de las obras propuestas en el proyecto.

## 1.5 Información General de la comunidad de Miramar.

### 1.5.1 Situación geográfica y topografía.

Miramar es una Comunidad que pertenece al Municipio de Nagarote, departamento de León. Se encuentra a unos 46 Km al suroeste de la cabecera municipal, Nagarote, a 4.5 km al sureste del empalmito de la comunidad de Puerto Sandino y/a 6 km al noroeste de la comarca La Gloria. La comunidad de Miramar se localiza en las coordenadas siguientes: longitud  $86^{\circ}45'43.03''$  O, latitud  $12^{\circ}10'19.16''$  N, en una zona costera, seca y cálida, con poca vegetación.

La altura máxima cerca al área de estudio se encuentra en la parte sureste y corresponde a las lomas de San José del Limón (50 msnm). El área de estudio presenta un relieve con comportamiento plano, con tendencia de inclinación en dirección suroeste, con elevaciones que varían entre 7 a 27 metros sobre el nivel medio del mar. (Planos curvas de nivel).



Figura1: Macro localización de Miramar.

Fuente: Alcaldía Municipal Nagarote.



Figura 2: Micro localización de Miramar.

Fuente: Google.

### 1.5.2 Población.

Basado en censo comunal, realizado con líderes comunales en enero del año 2016, la comunidad cuenta con 781 habitantes, distribuidos en 400 viviendas.

Tabla #1, Distribución de la población según edad y sexo.

Población	Hombres	Mujeres	Niños menores 18 años	Personas de la 3ra. Edad	Personas discapacitados	Total de habitantes
	205	211	324	33	8	781

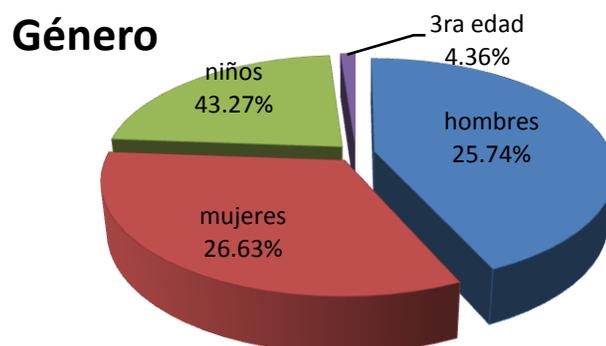
Población según edad y sexo.

Fuente: Elaboración Propia.

#### 1.5.2.1 Distribución de la población por tipo de sexo.

La distribución de géneros es bastante equitativa, correspondiendo a un 46.1% de los habitantes al sexo masculino y un 53.9% del sexo femenino. Durante la visita a la comunidad se pudo constatar que la población se compone principalmente por adultos y jóvenes.

La distribución de la población se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 1: Distribución de géneros de los habitantes de Miramar.

Fuente: Elaboración propia, Encuesta socioeconómica

### **1.5.3 Diagnostico socioeconómico.**

#### **1.5.3.1 Población Económicamente Activa (PEA).**

Se tiene por población económicamente activa (PEA) a todas las personas comprendidas entre las edades de los 10 y 60 años, considerados como aptas para realizar un trabajo.

La población económicamente activa en la comunidad de Miramar, está determinada por la población mayor de 20 años, la cual, la mayoría trabaja dentro de la comunidad.

De acuerdo a los resultados de la encuesta la población económicamente activa de la comunidad es de 296 personas, que representa el 38% de la población total. De la población económicamente activa la mayoría trabaja dentro de la comunidad (96%) y solamente el 4% trabaja fuera de ella.

Con la generación de nuevos horizontes de empleos, por la presencia de dos grandes proyectos en la zona Villa Alba y la Refinería Hugo Chávez, los ingresos salariales que perciben las familias oscilan entre los C\$ 3,300 (tres mil trescientos córdobas) que es el ingreso neto por obrero en labores del campo y los C\$ 5,980 (cinco mil novecientos ochenta córdobas) que es el salario que devenga en el sector de minas y canteras.

Según el mapa de categoría de pobreza de la alcaldía del municipio de Nagarote, la comunidad de Miramar posee un promedio de nivel de pobreza media.

#### **1.5.4 Actividades económicas.**

La mayoría de las familias son de escasos recursos y por ser una zona costera, las principales actividades económicas son: la pesca, procesamiento de sal y crianza de animales (ganado, cerdos, gallinas, etc), en pequeña escala.

Los dos primeros rubros son los principales y comercializados dentro y fuera de la comunidad y el último es con el propósito de venta local.

En los últimos años otra actividad que se ha venido desarrollando y que está bastante definida es el turismo, lo que ha traído la presencia de 4 pequeños hoteles, así como también 1 restaurante, 3 bares y 7 pequeñas pulperías.

Existe en el sector una fábrica, Camanica, que provee de empleos a muchos habitantes de la comunidad, así como también la construcción de dos grandes proyectos Villa Alba y la Refinería Hugo Chávez, también se cuenta con una planta generadora de energía como Censa. No hay presencia de instituciones estatales en la comunidad, los servicios básicos son pagados en la cabecera municipal Nagarote.

### **1.5.5 Situación habitacional.**

La comunidad cuenta un total de 400 viviendas, presentando una media habitacional aproximada de 2 personas por vivienda, pero hay que tomar en cuenta que por ser una zona costera existen muchas viviendas (153) que son ocupadas ocasionalmente por sus dueños, con fin vacacional.

Con respecto al status de la propiedad se determinó que el 96% de las viviendas son propias y el resto cuida o alquila, la ubicación las viviendas se encuentran de forma concentrada en la comunidad. La mayoría de las casas son construidas de paredes de bloques de concreto, ladrillos cuarterón y/o madera, los techos de zinc o tejas, pisos de mortero o tierra. Aunque por ser una franja costera existen muchas viviendas con mejor infraestructura física, las que son usadas, con fines vacacionales.

### **1.5.6 Características físicas y naturales.**

#### **1.5.6.1 Geología.**

La comunidad de Miramar esta sobre la formación de rocas sedimentarias de la formación el Fraile, Mioceno, (Tmf), formado ante todo por arcillas y arenisca calcáreas, la formación el Tamarindo (Tmt) rocas volcánicas representadas por flujos de cenizas, lavas e ignimbritas y dentro de la cuenca de sedimentación de la costa del pacífico del Cuaternario Indiferenciado, los sedimentos de las formaciones rumban NW-SE y descienden hacia el W-SW y corren paralelas a la costa del Pacifico obedeciendo una secuencia de las placas tectónicas. Informe Técnico de Estudio Hidrogeológico en Miramar, INETER (2009).

En general, la estratigrafía de la zona en cuestión está representada por rocas sedimentarias de edad terciaria, conocida como Formación El Fraile (Tmf). Comienza en el área de Puerto Sandino, extendiéndose a lo largo y paralela a la costa del

Pacífico, presentándose como una cinta angosta, profundizándose costa fuera. El espesor de esta formación se calcula aproximadamente 1,600 m. Darce y Muñoz (1992).

#### **1.5.6.2 Hidrología.**

El área se encuentra sobre un medio hidrogeológico caracterizado como acuíferos discontinuos pocos profundos, donde predomina la Formación Tamarindo, esta formación sirve de basamento a delgadas capas superficiales, y la posibilidad de que infrayace a la formación geológica El Fraile, próximo a las costas del océano Pacífico no es muy conocida, pero de alguna manera en suelo firme al menos entran en contacto, están compuesta de areniscas, conglomerados y lutitas (rocas arcillosas y limosas de partículas muy finas) principalmente. Esta Formación se caracteriza por tener un medio físico compacto-laminar y su transmisividad es baja, la permeabilidad varía de regular a baja.

Las constantes fracturas y fallamientos que se encuentran en disposición para el transporte de agua, favorecen a los pozos por medio de una permeabilidad secundaria, existen varios pozos en la zona que tienen esta condición en el subsuelo, rocas fracturadas que aportan agua desde las fuentes superficiales, un pozo perforado en la finca Tiscuco se construyó en roca ignimbrítica y existe la posibilidad que en su profundidad se haya atravesado una fractura semi abierta y este facilitando el aporte de agua a este agujero.

El campo de pozos perteneciente al INSS se asienta sobre formación geológica El Fraile y no todos los agujeros perforados presentan las mismas características hidráulicas, por lo general se abandonaron varios pozos por el bajo rendimiento, pero el pozo perforado entre las coordenadas E527949 y N1344346 atravesó una falla

geológica y sedimentos terciarios de la formación Fraile dispuestos en lámina facilitan la aportación de agua y hace que esta unidad hídrica tenga comportamiento aceptable en comparación con las demás. Informe Técnico de Estudio Hidrogeológico en Miramar, INETER (2009).

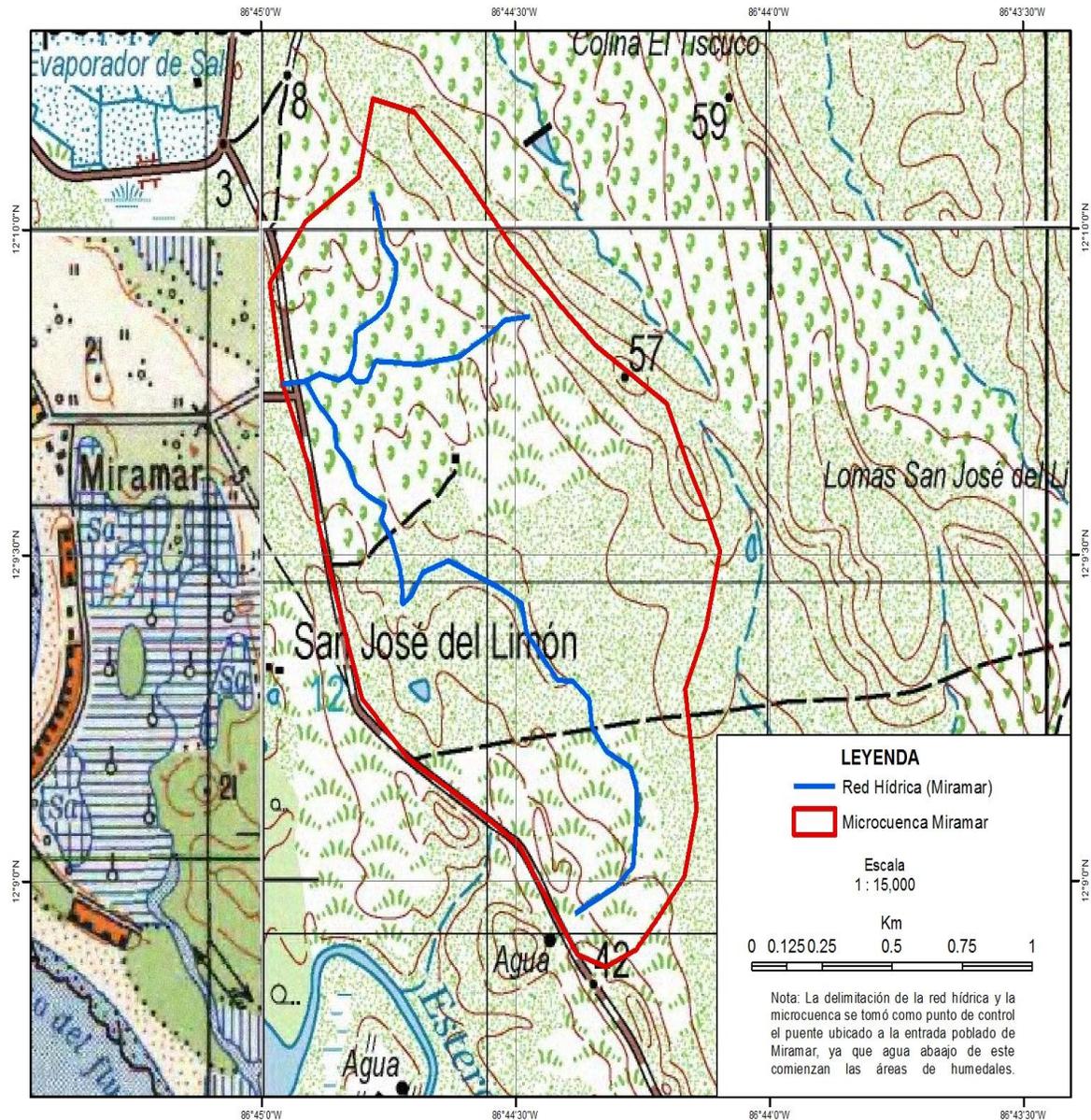


Figura 3: Red Hídrica de la zona en estudio.

Fuente: Ineter.



Figura 4: Lechos de fuentes superficiales sobre rocas de la formación geológica El Fraile y roca ignimbrítica Tamarindo.

Fuente: Ineter.

### 1.5.6.3 Clima.

El clima de Miramar es tropical de sabana, mismos que se da en toda la región costera del pacifico, de conformidad con la clasificación de W. koppen. La climatología de la comunidad se caracterizó por la estación meteorológica tipo HMP, del municipio de León, código INETER 64043, ubicada en las coordenadas latitud  $12^{\circ} 25' 36''$  y longitud  $86^{\circ} 54' 48''$ , y a una elevación de 60 msnm, estación que no está muy cerca del área de estudio, pero que presenta un registro suficientemente completo y es la más representativa del departamento.

Aunque existen estaciones localizadas más cerca del sitio del proyecto, estas carecen de suficiente información continua, tal es el caso de la estación ubicada en Salinas Grandes, tipo PV, Puerto Sandino, tipo HMO, y Soledad El Contrabando, tipo PV.

La temperatura media anual es de  $27.4^{\circ}\text{C}$ , con una oscilación media de  $2.9^{\circ}\text{C}$ , la temperatura media mínima es  $22.2^{\circ}\text{C}$  y la máxima media de  $33.6^{\circ}\text{C}$ . Existe un régimen de vientos medios equilibrados, predominantes del Norte y Este, con velocidades bajas que van de 1.9 y 4.4 m/s, su periodo seco y más caluroso comprende desde Noviembre

a Abril y su periodo de lluvia va de Mayo a Octubre, periodo, donde se registra el 90%, de las precipitaciones, con una pequeña interrupción entre Julio y Agosto (canícula).

#### **1.5.6.4 Precipitación.**

La precipitación media anual asciende a 1,562.3 mm, el mes más lluvioso es Septiembre con un valor de 399.7 mm. La evaporación media anual asciende a 2,037 mm, con valores máximos en Marzo - Abril. La humedad relativa media anual es de 77%. El brillo solar medio 2,676.7 h/dec. La nubosidad media varía de 2 a 7 octas. Los registros meteorológicos de la estación tipo HMP-64043, se mostrarán en el anexo V.

#### **1.5.7 Servicios públicos existentes.**

##### **1.5.7.1 Energía eléctrica.**

La localidad cuenta con el servicio de energía eléctrica domiciliar, pero hay sectores que carecen por el servicio de alumbrado público, el servicio es brindado por la empresa DISNORTE - DISSUR.

##### **1.5.7.2 Agua potable.**

La comunidad cuenta con una red pública de abastecimiento de agua potable, manejado y dirigido por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, ENACAL Filial Nagarote, cuya dirección departamental es León.

Esta red comparte la fuente y tanque de almacenamiento con la red de agua potable de la comunidad de Puerto Sandino. La red de distribución tiene una longitud de cerca de 2.7 Km. de tubería instalada, con diámetros entre 2, 3 y 4 pulgadas, registrando un total de 162 conexiones domiciliarias y 5 conexiones gubernamentales, dando servicio a un 42% de la población.

Las fuentes de abastecimiento son los pozos Las Tinajas (25 g/p-m) y el Cóbano (45 g/p-m), localizadas en las coordenadas UTM, siguientes: Las Tinajas (532489N; 1348950W) y el Cóbano (529483N; 1348950W) respectivamente.

Con respecto a la calidad del agua producida por las fuentes es generalmente buena para uso potable, cumpliendo con los parámetros de las normas CAPRE, utilizando, solamente, la desinfección por medio de la inyección de cloro líquido, como método de tratamiento del agua.

### **1.5.7.3 Educación.**

La inversión en el capital humano es uno de los principales elementos para lograr un desarrollo óptimo de la población. En este sentido la comarca cuenta con una escuela que ofrece solamente educación preescolar y primaria. La escuela la construyó el FISE y la Alcaldía de Nagarote.

Se cuenta con una población estudiantil de 179 alumnos inscritos de la siguiente forma: 50 alumnos en pre-escolar (24 varones y 26 mujeres) y 129 en primaria (53 mujeres y 76 varones).

Con respecto a los estudiantes de secundaria, 64 estudiantes, éstos viajan a clase a la comunidad vecina de Puerto Sandino.

Este centro educacional cuenta con letrinas, las que están en regular estado. Se proveen de agua del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad, administrado por ENACAL.

Tabla #2. Distribución de la población por nivel académico.

Nivel	Preescolar	Primaria	Secundaria	Total
Varones	24	76	34	134
Mujeres	26	53	30	109
TOTALES	50	129	64	243

Nivel de escolaridad por sexo.

Fuente: Elaboración propia, Colegio matrícula 2016.

Según el MINED, se estima un nivel de analfabetismo del 2.5%, al nivel de todo el municipio de Nagarote.

#### **1.5.7.4 Salud.**

La comarca no cuenta con ninguna cobertura médica, no hay asistencia médica del MINSA presente en la comunidad, por el cual la población se ve afectada, dado que las personas que desean realizarse algún chequeo médico tienen que acudir al puesto de salud más cercano, el cual queda a 4.5 km en la entrada a la Portuaria frente a ENITEL de la Comunidad de Puerto Sandino, afectando a las familias por el aumento de los egresos.

Este puesto para atender a la población cuenta con un médico general, enfermera de servicio social y una auxiliar de enfermería comunitaria.

Las enfermedades comúnmente atendidas por el personal médico son: diarrea, malaria, leptospirosis, dengue, Chikungunya, parásitos e infección renal, las causas de estas enfermedades se debe a la falta del agua y la mala implementación de hábitos de higiene y aseo. Los rangos de edades más frecuentes son de 15 a 49 años, el grupo económicamente activo.

### 1.5.7.5 Disposición de excretas.

Para la disposición de excretas, se utilizan letrinas tradicionales, casi todas las viviendas cuentan con letrinas y la usa toda la familia, aunque hay viviendas que se están llenando. Se requiere de una rehabilitación urgente, para evitar enfermedades. Todas las familias que poseen este problema, letrinas casi llenas, están dispuestas a construir sus nuevas letrinas.



Gráfica 2: Estado de Letrinas en la Comarca de Miramar

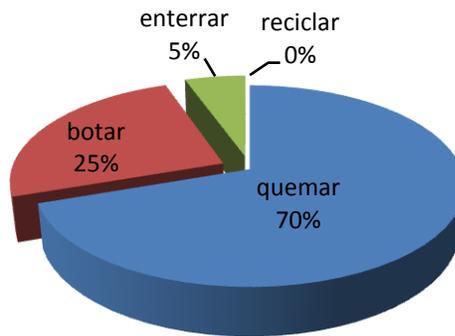
Fuente: Encuesta socioeconómica

### 1.5.7.6 Basura y aguas servidas.

En la Comarca de Miramar existe el servicio de recolección de desechos sólidos, el cual pasa una vez por semana, razón por el cual la población tiene el hábito de quemar la basura, siendo esto un indicador de correctos hábitos sanitarios de la comunidad.

Al no existir un servicio de alcantarillado sanitario, las aguas servidas provenientes de lavado, cocina y baño son regadas en su mayoría en los patios, el resto restante las dejan correr, las cuales se infiltran rápidamente, favorecidas por el tipo de material del suelo, rocoso-arcilloso, que predomina en la zona.

### El uso de la basura en cada hogar



Gráfica 3: Uso de la basura.

Fuente: Encuesta socioeconómica

#### 1.5.7.7 Transporte y vías de comunicación.

La Comarca tiene libre salida para viajar a la cabecera departamental, León, utilizando buses como transporte colectivo. Con salida de Miramar – León por la mañana en los siguientes horarios: 7:00, 9:00 y 11:00 am y por la tarde a las 4:30 pm, con un estimado de 1.5 horas por viaje.

Las vías de acceso han mejorado y son de todo tiempo, ya que, para llegar a la comunidad, se hace a través de la carretera vieja a León, rehabilitada, de concreto hidráulico, que comunica la capital con otros municipios y departamentos de occidente, la calle principal es adoquinada y las otras calles son de macadán o tierra.

La comunicación predominante es a través de la telefonía móvil, aunque algunas viviendas de la comunidad cuentan con servicio telefónico con plantas celular y televisión por cable (tarifa preferencial). La Empresa de telecomunicaciones (ENITEL), no tiene presencia en esta comunidad, la sucursal más cercana esta en Puerto Sandino.

## **2 CAPITULO: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.**

### **2.1 Generalidades.**

#### **➤ Definición de un sistema de agua potable:**

Se denomina sistema de abastecimiento de agua potable al conjunto de obras de captación, tratamiento, conducción, regulación, distribución y suministro intradomiciliario de agua potable. Un sistema de abastecimiento de agua potable se puede subdividir en tres subsistemas:

#### **➤ Subsistema de captación y tratamiento de agua potable.**

Corresponde al sistema de producción y consiste en captar agua cruda desde las fuentes de la naturaleza, sean éstas superficiales o subterráneas y conducirla mediante gravedad o impulsión hacia la planta de tratamiento, o directamente al sistema de distribución (estanques de distribución), cuando el agua cruda no requiere tratamiento y sólo cloración. En la planta de tratamiento se realiza el proceso de potabilización del agua cruda mediante procesos mecánicos y químicos, entregando como producto de salida, agua potable.

#### **➤ Subsistema de distribución de agua potable.**

Consiste en trasportar el agua potable desde la planta de tratamiento o estanques de distribución, por medio de conducciones, y entregarla en la entrada de la casa o industria del usuario, (antes del medidor) mediante una red de tuberías. Este sistema comprende conducciones, red de tuberías de distinto diámetro, estanques y plantas de elevación, en caso de ser requerida su impulsión.

#### **➤ Subsistema intradomiciliario.**

Son obras destinadas a conducir el agua potable desde la entrada de la casa o industria hasta los artefactos sanitarios ubicados en su interior. Se compone del

arranque y medidor más todas las instalaciones interiores. Estas inversiones normalmente son pagadas por el usuario directamente a la compañía de agua potable y no a través de la tarifa.

## **2.2 Normas de diseño.**

Los principales criterios de diseño bajo los cuales se confinara el estudio, la mayoría, de éstos están contenidos y regidos bajo las **NORMAS TÉCNICAS**, vigentes, emitidas por el ente regulador, INAA. **Parte I Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99).**

### **2.2.1 Proyección de la población.**

#### **2.2.1.1 Generalidades.**

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema. La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población.

Para obtener datos o análisis sobre las tasas de crecimiento actualizadas para cada localidad se puede recurrir principalmente a los registros del Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), encontrándose en el último censo en el año 2,005; Así como también, censos de otras instituciones como: MINSA, Alcaldías Municipales y Censos Comunales.

#### **2.2.1.2 Cálculo de población.**

La fórmula usada para la proyección de las poblaciones futuras es la que corresponde al método geométrico. Método que más se utiliza en Nicaragua, ya que es el que mejor representa el ritmo de crecimiento de países en sub desarrollo donde hay un mayor

porcentaje de población joven, menor de 30 años y que se mantienen creciendo a una tasa fija.

La fórmula se expresa como sigue:

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

donde:

$P_n$ : Población al final del período de diseño.

$P_0$ : Población al inicio del período de diseño.

$r$  : Tasa de crecimiento en el período de diseño expresada en notación decimal.

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

Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados. Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados.

## **2.3 Dotación y población a servir.**

### **2.3.1 Dotación.**

La dotación es la cantidad de agua por persona por día y no es una cantidad fija, sino que se ve afectada por un sin número de factores que la hacen casi característica de una sola comunidad. Sin embargo, se necesita conocer de ante mano estos factores para calcular las diferentes partes de un proyecto. Pudiendo mencionar los siguientes:

- Nivel de servicio adoptado.
- Factores geográficos.
- Factores culturales.

- Uso del agua.
  - ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asigna un caudal de 30 a 40 l/p-d (7.93 a 10.57 g/p-d).
  - ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asigna un caudal de 50 a 60 l/p-d (13.23 a 15.87 g/p-d).
  - ✓ Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asigna una dotación de 20 a 30 l/p-d (5.28 a 7.93 g/p-d).

### **2.3.2 Caudales nodales.**

Son muchos los métodos que pueden emplearse para la determinación de los caudales nodales, de entre estos se puede mencionar el método del número de vivienda, por su fiabilidad y fácil aplicación. El método consiste en calcular un caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre el número total de viviendas de la población. El caudal en el nudo, será el número de viviendas en su área de influencia, multiplicado por el caudal unitario.  $Q_n = q_u * N_{vn}$

Dónde:

$$q_u = Q_{mh} / N_v$$

$q_u$ : Caudal unitario (L/s-viv)

$Q_n$ : Caudal en el nudo "n" (L/s)

$Q_{mh}$ : Caudal máximo horario (L/s)

$N_v$ : Número total de viviendas

$N_{vn}$ : Número de viviendas en el área de influencia del nudo "n"

### **2.3.3 Población a servir.**

En los mini acueductos por gravedad y captaciones de manantial la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y

configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse.

La población a servir por los pozos excavados a mano se estima como mínimo 6 familias de 6 miembros o sea 36 personas por pozo.

En los pozos perforados la población a servir se estima como mínimo de 100 personas por pozo.

#### **2.3.4 Nivel de servicio.**

Se denomina nivel de servicio a la forma final de aprovisionamiento de agua tales como:

##### **a. Puestos públicos.**

Son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer dos a un máximo de 20 casas.

##### **a.1 Consideraciones**

- Deberá instalarse en terreno comunal y si es privado garantizar que pase a ser comunal.
- El puesto público no deberá ser usado para el lavado de ropa, baño de personas o animales, lavado de maíz etc.
- Se cercará el puesto de tal forma que se garantice su protección evitando el acceso de animales.
- En cada puesto público se colocará como máximo 2 grifos.

##### **a.2 Ubicación**

El número de puestos a instalarse dependerá de la cantidad de casas, el número de personas y la ubicación de las casas, para su ubicación deberá abastecer como mínimo dos casas.

- Se ubicarán puestos en las Escuelas, Centro de Salud, Centros Infantiles.
- El puesto se ubicará centralizado a las casas a servir.
- La distancia máxima entre puesto y casa más alejada será de 100 m.

#### a.3 Criterios técnicos

- El flujo de un grifo deberá ser de 0.10 l/s mínimo y 0.30 l/s máximo.
- Se recomienda usar un flujo menor para no desgastar los empaques en muy corto tiempo. Se puede controlar el flujo con una válvula de tapón (globo de ½” en la entrada del puesto). Al instalar la válvula, tiene que ajustarse, para que se obtenga el flujo deseado.
- La carga residual mínima deberá ser de 5 m y máxima 50 m.
- Se recomienda cargas menores que la máxima permisible, porque se controla mejor el sistema y se presenta menor desgaste de los empaques y accesorios.
- El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½” (12 mm).

#### **b. Conexiones domiciliarias.**

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

##### b.1 Condiciones Sociales.

- Deberá realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliarias.

- Deberá realizarse una campaña educativa a la comunidad en cuanto al uso y ahorro del agua y protección del sistema, ya que cada llave quedará dentro de cada casa.

#### b.2 Condiciones técnicas.

- Se deberá realizar un estudio de factibilidad en el sistema particularmente de la capacidad de la fuente, debido a que la dotación se incrementa comparada con los puestos públicos.
- La comunidad deberá aportar parte de la tubería a utilizarse en las tomas domiciliarias. La conexión domiciliar llegará hasta el lindero de la propiedad, a partir de ahí la conexión correrá por cuenta del propietario.
- Se aplicarán todos los criterios técnicos señalados en la construcción de puestos públicos.

## 2.4 Parámetros de diseño.

### 2.4.1 Período de Diseños.

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua potable, se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- Determinar que períodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas.
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

Períodos de diseño económico de los componentes de un sistema de agua potable.

- |                    |          |
|--------------------|----------|
| ✓ Pozos perforados | 15 años. |
| ✓ Pozos excavados  | 10 años. |

✓ Desarenador y Filtro lento	20 años
✓ Captaciones superficiales y manantiales	20 años.
✓ Línea de conducción	15 años.
✓ Tanque de almacenamiento	20 años.
✓ Red de distribución	15 años.

#### 2.4.2 Variaciones de Consumo.

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

El consumo promedio diario CPD es igual al producto de la población servida por la dotación percapita.

$$CPD = P_n * Dotación \quad (2)$$

El consumo promedio diario total CPDT es igual al CPD incrementado en un 20% por agua no contabilizada ó pérdidas de agua en el sistema.

$$CPDT = 1.20 * CPD \quad (3)$$

Las variaciones de consumo estarán expresadas en porcentaje de la demanda promedio diario total (CPDT).

Consumo máximo día:

$$CMD = 1.5 * CPDT \quad (4)$$

Consumo máximo hora:

$$CMH = 2.5 * CPDT \quad (5)$$

### 2.4.3 Presiones máximas y mínimas.

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

Presión Mínima: 5.0 m.

Presión Máxima: 50.0 m.

### 2.4.4 Coeficiente de rugosidad de Hazen Williams.

Tubo de hierro galvanizado	100
Tubo de concreto	130
Tubo de hierro fundido	130
Tubo PVC	150

### 2.4.5 Velocidades permisibles en tuberías.

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos, en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

La velocidad es calculada a través de la fórmula de continuidad, que se expresa como sigue:

$$Q = V * A \quad (6)$$

Despejando la velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (7)$$

donde:

V: velocidad (m/s).

Q: caudal ( $m^3/s$ ).

A: Área de la sección transversal de la tubería ( $m^2$ ).

#### **2.4.6 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 metro sobre la corona del tubo.

#### **2.4.7 Pérdidas en el sistema.**

Se refiere al agua que, sin cumplir ninguna función útil, sale del sistema de abastecimiento y no vuelve a ingresar al mismo. Comprende: fugas, rebosamientos de tanques y desperdicios. Esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo promedio diario. En caso de nuestro país se fija en un 20% para sistemas nuevos.

#### **2.4.8 Pérdidas de energía.**

Para el cálculo de las pérdidas de energía en el sistema de abastecimiento se aplicará la fórmula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica: Fórmula (11), página 45.

### **2.5 Fuentes de abastecimiento.**

#### **2.5.1 Generalidades**

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto: debe estar lo suficientemente protegida y cumplir con los siguientes propósitos fundamentales:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.
- El rendimiento de las fuentes debe ser igual o mayor al consumo máximo día.

Las fuentes de abastecimiento pueden ser. Manantiales o afloramientos, ríos, quebradas, lagos, lagunas y pozos (Pozos excavados a mano PEM, Pozos perforados PP).

### **2.5.2 Mini acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE).**

Esta opción será considerada sólo en los casos en que exista:

- Disponibilidad de fuente de abastecimiento;
- Disponibilidad de energía eléctrica
- Capacidad de pago de la comunidad.
- Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.

Si no existe otra opción técnica y económicamente más aceptable, entonces se realizará la perforación de uno o más pozos. Los criterios de aceptación del pozo serán los siguientes:

- El caudal de explotación será obtenido através de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con un mínimo de 4 etapas de una hora cada etapa. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.
- El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y máximo de 16 horas.

- El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior del 1.5 del consumo promedio diario (CPD).

### **2.5.3 Pozos perforados.**

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

### **2.5.4 Características y partes de un pozo.**

Profundidad nominal: Es la profundidad a revestir en el pozo, parte corresponde a tubería ranurada (rejilla) y otra al ademe.

Rejilla: Se coloca en las zonas acuíferas o productivas, de interés hidrogeológico. El tipo de rejilla está determinado por la litología, esta rejilla puede ser del tipo continuo, puente y canastilla.

Ademe: O tubería ciega, es la tubería restante que se ubica en zonas de fracturas, donde el material es impermeable o estéril.

Diámetro de revestimiento: El revestimiento de los pozos, se hace con tubos PVC. Se recomienda instalar tubos perforados con agujero de 1/8", donde existan estratos permeables con presencia de agua. Se determina mediante la selección de la bomba a instalar de acuerdo a la demanda y el diámetro de la tubería de succión.

Diámetro de perforación: El diámetro de perforación del pozo será adecuado al tipo de bomba a utilizar. Se determina a partir del diámetro de revestimiento y empaque de grava recomendado, según la hidrogeología del pozo perforado.

**Empaque de grava:** Se coloca empaque de grava en los estratos de material suelto, a partir de donde se encontró zona permeable o de producción y su diámetro dependerá de la litología y del tamaño del material encontrado durante la perforación.

**Sello sanitario:** El sello sanitario está en dependencia de la profundidad del nivel de agua y las condiciones sanitarias del área. Se construirá de mortero simple con el objetivo de estabilizar las paredes del pozo y evitar contaminación por infiltración de agua u otras sustancias superficiales.

**Tubo piezométrico:** Este se coloca con el objetivo de monitorear el nivel estático del agua y que puede presentar variaciones significativas, de esta manera se puede conocer el tiempo de recuperación.

**Tubo de en grave:** Se ubica con el propósito de realizar sondeos al nivel del empaque de grava, el cual con el tiempo tiende a acomodarse y asentarse, por lo que se hará necesario rellenar, de esta forma se garantiza que no penetre material alterando la calidad del agua ni a la bomba misma.

**Material selecto:** El relleno con material selecto tiene como función estabilizar las paredes principalmente cuando hay presencia de arcilla o cuando hay zonas de fracturamiento evitando así fuga del acuífero.

**Desarrollo:** Limpieza final que se realiza al pozo con el objetivo de evacuar residuos de excavación.

## **2.6 Estaciones de bombeo.**

### **2.6.1 Generalidades.**

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en; caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

### **2.6.2 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.

### **2.6.3 Fundaciones de equipos de bombeo:**

La fundación del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y característica del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 3000 psi a los 28 días.

## **2.7 Equipo de bombeo y motor.**

### **2.7.1 Bombas.**

Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible, para su selección deben tomarse en cuenta los factores siguientes:

- Nivel de bombeo de acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo efectuada al pozo.
- Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.

El diámetro del ademe del pozo, el cual debe estar relacionado al caudal a extraerse según el cuadro siguiente:

Tabla #3. Relación diámetro interno del pozo y caudal de bombeo.

Diámetro interno ademe del pozo		Caudal de bombeo	
pulgadas	Mm	Gpm	Lps
6	150	160	10
8	200	240	15
10	250	400	25

Fuente: Normas Técnicas, NTON-09-003-99.

El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplada a la bomba, será diseñada para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por lo cual se recomiendan los diámetros para columnas de bombeo en relación al caudal, en el cuadro siguiente se reflejan estos valores.

Tabla #4. Relación diámetro columna de bombeo y caudal de bombeo.

Diámetro de columna de bombeo		Caudal de bombeo	
Pulgadas	mm	Gpm	lps
3	75	50	3.15
4	100	100	6.30
6	150	600	37.80

Fuente: Normas Técnicas, NTON-09-003-99.

- Calidad del eje.
- Tipo de impulsores.
- Característica del arranque y puesta en marcha.
- Flexibilidad de operación.
- Curvas características de las bombas.
- Golpe de aríete.
- Tuberías en succión y descarga de equipos de bombeo.

El diámetro de la tubería de succión y de impulsión no deberán ser menores que las admitidas por las bombas, en caso de que el diámetro de la tubería de succión sea mayor que el de la admisión de la bomba (bombas horizontales), se debe conectar una reducción excéntrica.

La velocidad que se recomienda en la tubería de succión se indican en el cuadro siguiente.

Tabla #5. Velocidad en la tubería de succión según el diámetro y caudal.

Velocidad	Diámetro columna	Caudal
M/s	mm	lps
0.75	50	Hasta 1.5
1.10	75	5
1.30	100	10

Fuente: Normas Técnicas, NTON-09-003-99.

En la tubería de descarga se deberá efectuar un estudio económico-comparativo de diversos diámetros para seleccionar el más apropiado. En la descarga o sarta de la bomba deberán considerarse una válvula de compuerta y una válvula de retención, para la selección del diámetro de la sarta se recomienda en el cuadro siguiente:

Tabla #6. Diámetro de sarta en relación a un rango de caudales.

Diámetro de la sarta		Rango de Caudal	
Pulgada	mm	gpm	Lps
2	50	80	5.05
3	75	200	12.60

Fuente: Normas Técnicas, NTON-09-003-99.

El diámetro de la sarta está definida por el diámetro del medidor de agua. La válvula de retención debe colocarse entre la bomba y la válvula de compuerta, se deberá considerar una válvula de alivio para proteger la instalación del golpe de ariete recomendándose los siguientes diámetros de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla #7. Diámetro de válvula de alivio con el caudal de descarga.

Diámetro de Válvula		Rango de caudales	
Pulgadas	Mm	gpm	Lps
3	75	250 a 500	15.8 a 31.5
2	50	60 a 250	3.8 a 15.8
1	25	60	3.8

Fuente: Normas Técnicas, NTON-09-003-99.

Las sargas deberán llevar:

- ✓ Medidor maestro.
- ✓ Manómetro con llave de chorro ½”.
- ✓ Derivación descarga para prueba de bombeo y limpieza de la sarta.
- ✓ Unión flexible para efecto de mantenimiento, las tuberías deben anclarse adecuadamente y determinar las fuerza que actúa en los atraques para obtener un buen diseño.

### **2.7.2 Motor.**

De acuerdo al tipo de bomba a instalarse se tienen motores eléctricos verticales que se emplean para bombas centrifugas en pozos profundos, motores eléctricos sumergibles y motores para bombas horizontales con capacidad de uso corriente dados por los fabricantes que oscilan desde los 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125 hasta 200 HP, y de mayor capacidad.

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

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

Para determinar la potencia hidráulica de la bomba se usó la fórmula siguiente:

$$P = \frac{Q * CTD}{3960} \quad (8)$$

Donde:

PB: Potencia de la bomba (HP).

Q: Caudal de bombeo (CMD)(gpm).

CTD: Carga total dinámica (pie).

Parámetros Característicos de la Bomba.

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 carga total dinámica para pozos perforados se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$CTD = \text{Nivel de rebose menos nivel de terreno del pozo} + \text{Nivel de bombeo} + \text{Pérdidas en la succión} + \text{Pérdidas en la descarga} \quad (9)$$

En el término pérdidas en la descarga se incluyen las pérdidas ocasionadas por los accesorios, las cuales se calculan por medio de tablas donde se presentan valores de longitudes equivalentes a pérdidas locales correspondientes a cada uno de los accesorios.

### **2.7.2.1 Datos para calcularla CTD:**

1. Nivel del terreno del pozo (msnm).
2. Nivel del terreno del tanque más la altura de rebose del tanque (msnm).
3. Diferencia de elevación: Diferencia de elevación en metros entre nivel del terreno del pozo y nivel del terreno del tanque más la altura de rebose del tanque.
4. Nivel de bombeo: a, b, c, d y e (m).
  - a. Nivel estático del agua (NEA).
  - b. Descenso regional.
  - c. Variación estacionaria.
  - d. Rebajamiento por bombeo.
  - e. Sumergencia de la bomba.
5. Pérdidas en el sistema (m).
  - a. Pérdidas en la succión.
  - b. Pérdidas en la descarga.

Nivel estático del agua: O nivel piezométrico, es la profundidad del agua subterránea referida al nivel del terreno. Este componente puede obtenerse mediante medidas hechas en los pozos cercanos al sitio donde se propone construir el pozo. También puede conseguirse planos previamente elaborados que muestran la profundidad del agua.

Descenso regional de la superficie freática: Este elemento puede estimarse si se cuenta con un registro periódico de niveles de agua en un mismo pozo. El descenso regional se obtiene restando al nivel más reciente el nivel más antiguo.

Fluctuación Estacional del agua subterránea: Este componente puede establecerse mediante hidrogramas de fluctuación de pozos situados en las inmediaciones del lugar donde se hará el pozo. También puede originarse restando la profundidad del agua

subterránea medida al final del mes de Abril o a principios de Mayo, la profundidad del agua registrada al final del mes de Octubre o a principios de Noviembre.

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

Las válvulas son componentes importantes de un sistema de agua potable. Existe una variedad de válvulas que se colocan en la línea de conducción, cada una tiene una función específica:

Válvula de compuerta: Diseñada para permitir el flujo de gas o líquido en línea recta con una caída de presión. Se usa donde el disco de la válvula se mantiene totalmente abierta o totalmente cerrada. No son adecuadas para estrangulación, dejando válvulas parcialmente abiertas se causa erosión y daño al disco.

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.

Válvula de limpieza: Son dispositivos que sirven para extraer los sedimentos que se depositan en las partes bajas de las tuberías. En general la ubicación se realiza en el lugar indicado conforme a los planos y consiste en colocar una tee en línea, a la cual se conecta lateralmente un niple hasta el punto adecuado del desfogue.

Para los casos de las válvulas de expulsión de aire y válvulas de limpieza, estas pueden ser remplazadas por mecanismos contruidos de manera artesanal, lo cual consisten en colocar un niple de hierro galvanizado en lugar de las válvulas y en cuyo extremo se ubica

un tapón hembra de hierro galvanizado y estas a su vez estas pueden ser operadas manualmente.

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 ésta antes de comenzar su funcionamiento. Igualmente para admitir aire en la tubería y romper el vacío que pueda producirse dentro de esta, impidiendo así la falla por aplastamiento al producirse el cierre de las válvulas de compuerta.

Válvulas de retención o de cheque: 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 (bomba-motor), preservando el motor y 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, una de las razones para esto radica en las labores frecuentes de mantenimiento que esta válvula exige y en caso de una instalación invertida se haría necesario el vaciado completo de la línea de impulsión para dichas labores de mantenimiento.

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

Llaves de chorro: Es el accesorio final que se instala en los servicios públicos, deberán ser de bronce, con rosca macho en un extremo. Esta llave será de ½" de diámetro para utilizarse en los puestos públicos o tomas domiciliarias de agua potable.

### **2.7.3 Energía.**

De acuerdo a la capacidad de los motores eléctricos se recomienda los tipos de energía siguiente:

- Para motores de 3 a 5 HP, emplear 1/60/110 energía monofásica.
- Para motores mayores de 5 HP y menores de 50 HP se usará 3/60/220 y mayores de 50 HP se empleará 3/60/440, energía trifásica.

## **2.8 Línea de conducción.**

### **2.8.1 Generalidades.**

La línea de conducción y red de distribución, junto con la fuente, forman la parte más importante del sistema de abastecimiento de agua, ya que por su medio el agua puede llegar hasta los usuarios.

### **2.8.2 Línea de conducción.**

Es la parte del sistema constituido por el conjunto de tuberías, válvulas y accesorios, de control y protección, destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento o desde la captación hasta un sitio donde será distribuida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución.

Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto máximo diario, la línea de conducción debe seguir, en lo posible, el perfil del terreno y ubicarse de manera que pueda inspeccionarse fácilmente.

Se le deberá proveer de los accesorios y obras de ingeniería necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas en las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la

topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de limpieza en los columpios.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo.

#### **2.8.2.1 Línea de conducción por gravedad.**

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta los aspectos siguientes:

- Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario ( $CMD = 1.5 CPD$ ).
- En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 m por lo menos.
- La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 m, incorporando en la línea cajas rompe presión donde sea necesario.

#### **2.8.2.2 Línea de conducción por bombeo.**

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía (equipo de bombeo), para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo. Deberá considerarse los siguientes aspectos.

Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula de Hazen Williams u otra similar.

Para determinar el mejor diámetro (más económico), puede aplicarse la fórmula siguiente, similar a la de Bresse con:

$k= 0.9$  y  $n= 0.45$ .

$$D = K(Q)^n$$

$$D = 0.9(Q)^{0.45} \tag{10}$$

D: Diámetro interior de la tubería (m).

Q: Caudal ( $m^3/s$ ).

Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD=  $1.5 \cdot CPD$ , más las pérdidas).

La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas, y deberán ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

## **2.9 Red de distribución.**

### **2.9.1 Generalidades:**

Se le da el nombre de “red de distribución” al conjunto de tuberías cuya función es la de suministrar el agua potable a los consumidores de una localidad. La unión entre el tanque de almacenamiento y la red de distribución se hace mediante una tubería denominada “línea matriz”, la cual conduce el agua al punto o a los puntos de entrada a la red de distribución.

El diseño depende de las condiciones de operación de la red de distribución tales como: trazado, caudales y presiones de servicio.

### **2.9.2 Red de distribución.**

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ( $CHM=2.5*CPD$ , más las pérdidas).
- El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de ingeniería necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y fácil mantenimiento.

Para el análisis hidráulico de la red de distribución, dado el caso si fuese una red abierta, puede utilizarse la fórmula de Hazen Williams, así como también el método probabilístico de Hunter.

Para el caso de malla cerrada podrá aplicarse el método de relajamiento o de pruebas y errores controlados de Hardy Cross (balance de las cargas por correcciones de los flujos supuestos y el balanceo de los flujos por correcciones de las cargas supuestas), considerando las diferentes condiciones de trabajo de operación crítica. En el análisis hidráulico de la red deberá también tomarse en cuenta el tipo de sistema de suministro de agua, ya sea por gravedad o por impulsión, bombeo, del agua.

La red igualmente se podrá analizar por medio de programas de computadoras basados en la fórmula de Hazen Williams, o cualquier otra ampliamente conocida.

Las redes de distribución se proyectarán, en principio y siempre que sea posible en circuito cerrado, formando una red cerrada o malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red, debiendo garantizar en lo posible una mesa de presiones paralela al terreno.

## **2.10 Hidráulica del Acueducto.**

### **2.10.1 Generalidades.**

El análisis hidráulico de la línea de conducción y la red de distribución, permitirá dimensionar las tuberías que integran las nuevas redes de distribución, así como los conductos de los refuerzos de las futuras expansiones de las redes existentes.

La selección de los diámetros es de gran importancia, ya que si son muy grandes, además de encarecer el sistema, producen problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido provoca cargas elevadas y altas velocidades las cuales pueden causar erosión a las tuberías.

Para el dimensionamiento de la tubería de la línea de conducción se aplicará la fórmula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica:

$$H_f = \frac{10.549 * Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * D^{4.87}} \quad (11)$$

Donde:

hf: Pérdida de carga en metros.

L: Longitud en metros.

Q: Caudal de bombeo correspondiente al consumo de máximo día (g/p-m).

D: Diámetro en pulgadas.

C: Coeficiente de Hazen W., cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

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

$$Q = V \cdot A \quad (12)$$

Despejando la velocidad

$$V = \frac{Q}{A} \quad (13)$$

### **2.10.2 Golpe de Ariete.**

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

El caso más importante del golpe de ariete en una línea de descarga de bombas accionadas por motores eléctricos, se verifica luego de una interrupción de energía eléctrica. En este caso debido a la inercia de las partes rotativas de los conjuntos elevadores, inmediatamente después de la falta de corriente, la velocidad de las bombas comienza a disminuir, reduciéndose rápidamente el caudal. La columna líquida continúa subiendo por la tubería de descarga, hasta el momento en que la inercia es vencida por la

acción de la gravedad, durante este período se da una descompresión en el interior de la tubería.

En seguida, ocurre la inversión en el sentido del flujo y la columna líquida vuelve a las bombas. No existiendo válvulas de retención, las bombas comenzarían, entonces, a funcionar como turbinas, girando en sentido contrario.

A excepción de los casos en que la altura de elevación es pequeña, con descarga libre, en las líneas de bombeo son instaladas válvulas de retención o válvulas check, con el objeto de evitar el retorno del líquido a través de las bombas.

La corriente líquida, al retornar a la bomba, encontrando la válvula de retención cerrada, ocasiona el choque y la compresión del fluido, lo cual da origen a una onda de sobrepresión (Golpede Ariete).

Cálculo del golpe de ariete:

$$GA = c \frac{v_0}{g} \quad (14)$$

donde:

GA : Sobrepresión (m).

V<sub>o</sub> : Velocidad media del agua (m/s).

C : Celeridad (m/s)

g : Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k_0 \frac{D}{e}}} \quad (15)$$

donde:

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).

$k_0$ : Coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad (adimensional).

Donde  $K_0$ , es un coeficiente que toma en cuenta el módulo de elasticidad ( $\epsilon$ ) del material de la tubería, que representa principalmente el efecto de inercia del grupo motobomba, cuyo valor es:

$$K_0 = \frac{10^{10}}{\epsilon} \quad (16)$$

Tabla # 8. Valores de  $K_0$ , para celeridad, según el material de la tubería.

<b>Material de la tubería <math>k_0</math></b>	
Acero	0.5
Hierro fundido	1.0
Plomo y concreto	5.0
Madera	10.0
Plástico	18.0
PVC	33.33

Fuente: López R.A.(1999). Diseño de Acueductos y Alcantarillados.

La presión total en la tubería será la suma de la carga estática sumada a la sobrepresión originada por el Golpe de Ariete Hidráulico.

## **2.11 Almacenamiento.**

### **2.11.1 Generalidades.**

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad de agua necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones

adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

### **2.11.2 Capacidad.**

Las dimensiones del tanque se pueden determinar aplicando el 35% del consumo promedio diario del requerimiento de agua, pero este porcentaje está sujeto a variaciones dependiendo de las consideraciones técnicas que se hagan, tal como: Cuando la fuente de agua tiene suficiente capacidad para abastecer la población, sin afectar el consumo de ésta, teniendo las siguientes condiciones:

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

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

Capacidad de ltanque: 35%CPD (17)

Se considerará la práctica de diseño que el diámetro del tanque sea mayor o igual que la altura. Por tanto,  $D_{\min} \geq$  Altura del tanque, utilizando la fórmula siguiente para el dimensionamiento:

$$V = \pi * r^2 * h \quad (18)$$

### **2.11.3 Localización.**

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en todos los puntos de la red de distribución.

### **2.11.4 Clases de tanques.**

Las clases de tanque de acuerdo a los materiales de construcción se clasifican en:

Mampostería.

Se recomienda construir tanque de este material en aquellas localidades donde se disponga de piedra bolón o piedra cantera. No deberá tener altura mayor de 2.5 metros.

Hormigón Armado.

En la construcción de tanque con este material se debe de considerar la permeabilidad del terreno y no deberá tener altura mayores de 3.0 metros.

Acero.

Se propone construir tanque de acero cuando en la localidad no se disponga de materiales locales como en los casos anteriores y por razones de requerimiento de presiones de servicios.

### **2.11.5 Tipos de tanques.**

Los tipos de tanque que se han recomendado construir en el país son los siguientes:

#### **2.11.5.1 Tanque sobre el suelo.**

Se recomienda este tipo de tanque en los casos siguientes:

Cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera. En el diseño de los tanques sobre el suelo debe de considerarse lo siguiente:

- Cuando la entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
- Debe considerarse un paso directo al tanque conectado tipo puente (by-pass), de tal manera que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.
- La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
- Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida, con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.
- Se debe de considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.
- Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 3.0 metros, con un borde libre de 0.50 m y deberán estar cubiertos con una losa de concreto. En caso especiales se construirán tanques de acero sobre el suelo.

#### **2.11.5.2 Tanques elevados.**

En el diseño de tanques elevados que generalmente son de acero debe de considerarse lo siguiente:

- El nivel mínimo del agua en el tanque debe ser capaz de lograr presiones adecuadas en la red de distribución.
- Se debe emplear la misma tubería de entrada y salida del agua, en el caso que el sistema fuese del tipo Fuente-Red-Tanque.

- La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
- Se instalarán válvulas de compuertas en todas las tuberías, exceptuando la de rebose y se recomienda que todas las válvulas y accesorios sean tipo brida.
- Deben considerarse los demás accesorios como; escaleras, dispositivos de ventilación, acceso con su tapadera, indicador de niveles y en caso especiales una luz roja para prevenir accidentes aéreos en vuelos nocturnos.
- Las escaleras exteriores deben tener protección adecuada y se diseñarán dispositivos que permitan controlar el nivel máximo y mínimo del agua en el tanque.

#### **2.11.5.3 Tipo cisterna.**

Este tipo de almacenamiento se recomienda en pequeñas granjas o comunidades rurales donde se carece de aguas superficiales, o subterráneas, por tanto el agua de lluvia es la fuente disponible de abastecimiento local.

El agua de lluvia que escurre en los sistemas de techos se conduce a través de canales y ductos bajantes a las cisternas de almacenamiento situado sobre el piso o soterrado.

La cisterna puede ser construida de mampostería u hormigón armado, en ella se puede emplazar una bomba de mano de acción directa o de mecate para la distribución de agua.

#### **2.12 Tratamiento y desinfección.**

No menos del 80% de todas las enfermedades en el mundo se asocian con el agua no potable o de mala calidad. El consumo de agua en estado natural puede presentar riesgos para la salud pública. Con el fin de eliminar dichos riesgos, hay que someterla a un tratamiento.

El tratamiento del agua es el conjunto de procesos y operaciones que se somete el agua cruda para convertirla en potable, que pueden ir desde la mezcla rápida con químicos, floculación, sedimentación, filtración hasta la desinfección, con el objeto de entregar el agua a la población en condiciones seguras, tanto físicas, químicas y bacteriológicas, tales que estas no presenten ningún riesgo para la salud de los consumidores.

Al tratar el agua se obtiene un líquido con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función, tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final.

La desinfección del agua se define como la destrucción o inactivación de los microorganismos patógenos y otros agentes indeseables presentes en la misma, mediante procesos químicos o físicos.

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química más económica, que controla y asegura la desinfección al agua para consumo humano.

El cloro se presenta puro en forma gaseosa, compuesta como hipoclorito de calcio, el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de sodio de configuración líquida.

En el caso de acueductos rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. Se deberá tener el debido cuidado para el transporte, manipulación del equipo requerido, disponibilidad suficiente y seguridad en cuanto al almacenamiento. El tiempo de almacenamiento para el hipoclorito

de sodio no debe ser mayor de un mes y para el de calcio no mayor de tres meses. La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuará mediante el hipoclorador de carga constante.

La efectividad de una desinfección se expresa como cloro residual después de cierto tiempo de contacto, concentración que debería estar entre 0.2 y 0.5 m/g-l después de 30 minutos. Concentraciones de cloro residual superiores causan mal sabor del agua y pueden provocar el rechazo por parte de los consumidores. Para llegar al valor de 0.5 m/g-l de cloro residual, es necesaria la aplicación inicial de cloro activo de por lo menos 10 veces esta concentración. Se recomienda usar como tratamiento al agua desinfección con cloro, usando una concentración de cloro activo de 5 m/g-l, para obtener una concentración de cloro residual de 0.5 m/g-l.

### **2.13 Calidad.**

El agua es de vital importancia desde el punto de vista de la salud humana y bienestar general de la sociedad, debe ceñirse a normas adecuadas en cuanto a calidad y confiabilidad del abastecimiento. El agua para consumo humano debe cumplir dos condiciones principales:

- Ser sanitariamente segura.
- Ser agradable a los sentidos.

Significa que debe estar libre de microorganismos patógenos, minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos adversos. Debe ser estéticamente aceptable y, por tanto, debe estar exenta de turbidez, color, olor y sabor desagradable.

Las normas de calidad del agua de consumo humano tienen como objetivo proteger la salud pública y por consiguiente, ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos

componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua.

A la fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal y así valorar si la desinfección por medio del uso del cloro es suficiente como medida de tratamiento, para evitar la difusión de enfermedades relacionadas con el agua.

Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.

Se puede afirmar que el agua es sanitariamente segura si cumple con los estándares de calidad establecidos por la OMS y con las normas sanitarias sobre agua potable, normas CAPRE (en Nicaragua).

**Normas de Calidad del Agua: Organización Mundial para la Salud (OMS) y del Comité Regional de Agua y Saneamiento para Centroamérica y el Caribe (CAPRE).**

Tabla #9. Parámetros de calidad del agua.

PARAMETRO	UNID.	OMS	Nicaragua
Origen		Valores guía	CAPRE valor máx. admisible
<b>Microbiológicos</b>			
Coli fecales o E. Coli	UFC/100ml	0	0
<b>Químicos de importancia para la salud</b>			
<b>Inorgánicos</b>			
Arsénico	mg/l	5	10
<b>Sustancias no deseadas</b>			
Nitrato	mg/l	50	50
Nitrito	mg/l	3	1
Hierro	"	0.3	0.3
<b>Sustancias que pueden producir quejas en los usuarios</b>			
<b>Físicos</b>			
Color	UC	15	15
Turbiedad	UNT	5	5
Temperatura	° C	-	30
Conductividad	m S/cm	-	400
Aluminio	mg/l	0.2	0.2
Cloruro	"	250	250
Cloro residual	"	0.2-0.5	0.5-1
Dureza	"	-	400
Calcio	"	-	100
Magnesio	"	-	50
PH	Unidad	-	6.5-8.5
Sodio	mg/l	200	200
Sulfato	"	250	250
Alcalinidad total	"	-	-

Fuente: Enacal.

El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la E. Coli. La bacteria coliforme total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales,

particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.

En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliforme totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al muestreo y se investiga la presencia de coliforme fecal. Si el re muestreo da resultados negativos, no se toma en consideración las muestras adicionales recolectadas cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no deben ser consideradas para la valoración anual de calidad.

En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras, al año, el porcentaje de muestras negativas debe ser  $\geq 90\%$ .

### **3 CAPITULO. DESARROLLO METODOLÓGICO.**

A continuación se describe la metodología empleada para el desarrollo del proyecto, señalando primeramente los aspectos socio-económicos de la comunidad, los cuales se realizaron antes de iniciar las actividades propiamente de diseño. Además se da a conocer los criterios de diseño que rigieron el proyecto, mismos que fueron basados principalmente a lo que se establece en las Normas Técnicas: Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural (NTON 09001 - 99), emitido por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).

El proyecto se desarrolló en dos etapas:

- Etapa de campo.
- Etapa de Gabinete.

#### **3.1 Etapa de Campo.**

##### **3.1.1 Visita de campo.**

La visita de campo, su objetivo principal es recabar toda la información, principalmente la visual, que permita reconocer el modo de vida de la población y los principales problemas que presentan, entre las actividades de reconocimiento se tienen las siguientes:

- Observación general de las condiciones socioeconómicas de la comunidad.
- Reconocimiento de la infraestructura pública, en especial la vial, para identificar la mejor y posible ruta para el trazado de la línea de conducción y red de distribución.
- Observación del sistema de excreta utilizado y disposición de desechos sólidos.
- Reconocimiento de la topografía de la zona.
- Reconocimiento de las características hidrológicas de la zona.

- Identificación de zonas con amenazas de derrumbe, deslizamientos e inundación.

### **3.1.2 Recopilación de la información.**

- Se obtuvo información de las siguientes instituciones: ENACAL, MINSA, INIDE, INETER, MINED, Alcaldía municipal de Nagarote, así como también de líderes comunitarios.
- Se realizó encuesta socio-económica, donde la estimación de la población actual, se obtuvo a través del conteo poblacional, logrando obtener la tasa de crecimiento anual de la comunidad, calculada a través del método geométrico con los datos brindados por el MINSA municipal y los obtenidos.

### **3.1.3 Aplicación de encuesta.**

La encuesta se ejecutó a través de un formato elaborado por el nuevo FISE, que tiene como objetivo primordial recolectar información sobre las características socioeconómica de la población, por medio de una serie de preguntas que incluye como principales tópicos, la condición de la vivienda, situación económica de la familia y la situación de los servicio básicos. Esta se aplicó indistintamente a todas las familias de la comunidad, una por familia, en lo posible el encuestado debía ser el cabeza de familia, ver anexo VIII, (formato de encuesta socioeconómica).

### **3.1.4 Recopilación de datos de la fuente.**

En vista que en la zona existe un bajo potencial hidrológico, el que se evidencia al observar en sitio la poca cantidad de recursos hídricos con los que se cuenta y el poco rendimiento que éstos experimentan. Se propone usar un pozo perforado propiedad de ALBANISA, al cual se le deberá recopilar toda la información disponible sobre sus características generales, para la construcción de un modelo hidráulico que asemeje el comportamiento de éste.

### **3.1.5 Tomas de muestras de agua en la fuente.**

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

Toma de muestra para el análisis físico-químico:

- La toma de muestra se realiza directamente del pozo, con un recipiente limpio.
- Se toma la muestra en un envase de vidrio de boca ancha.
- Llevar la muestra al laboratorio con un tiempo límite de 72 horas.

Toma de muestra para análisis bacteriológico:

- Utilizar frascos de vidrio esterilizados proporcionados por el laboratorio.
- Durante el muestreo, se sujeta el frasco por el fondo, no tocando la parte del cuello ni la tapa.
- Llenar el frasco sin enjuagarlo, dejando un espacio libre aproximado de un tercio de aire.
- Tapar y colocar la cubierta de papel.
- Etiquetar con claridad los datos del remitente, localidad, nombre de la fuente, punto de muestreo, nombre del que toma la muestra, fecha y hora del muestreo.
- Llevar la muestra al laboratorio a la brevedad posible de acuerdo a las siguientes condiciones: 1 a 6 horas sin refrigeración y 6 a 30 horas con refrigeración.

### **3.1.6 Levantamiento topográfico.**

Este es un elemento fundamental para la elaboración de todo proyecto de agua potable, ya que permite representar gráficamente los posibles puntos de ubicación de todos los elementos del sistema, así como también, determinar la posición sobre la superficie de la tierra de elementos naturales o infraestructura construida por el hombre.

Para el levantamiento topográfico, altimetría y planimetría, se utilizó un equipo óptico digital de precisión, estación total, marca LEICA Flexline TS09, auxiliándose de un GPS, para indicar o marcar los primeros dos puntos del levantamiento.

Para éste levantamiento topográfico, primeramente se hizo un reconocimiento en la zona de la infraestructura pública y privada, accidentes geográficos y puntos críticos (zonas inundables y de derrumbes), información que facilitó la identificación de la mejor ruta para el trazado de la tubería, propuesta, a instalar, así como también, los sitios del tanque de almacenamiento y fuente de abastecimiento.

El levantamiento consistió en aplicar una poligonal cerrada, determinando las cotas o niveles del terreno, datos necesarios para realizar el análisis hidráulico de las tuberías de la red de distribución y línea de conducción.

## **3.2 Etapa de gabinete:**

### **3.2.1 Procesamiento y análisis de la información.**

Se utilizó el programa MICROSOFT EXCEL en el procesamiento del material obtenido en la encuesta, obteniendo como resultado representaciones gráficas. Del análisis del material dependerá en parte la selección de ciertos parámetros de diseño.

### **3.2.2 Estudio de la población.**

Una vez procesada y analizada la información recopilada, se cuantificó la población total de la comunidad, la cual es de 781 habitantes, año 2016, posteriormente se determinó la tasa de crecimiento de la población en base al método geométrico, basado en las poblaciones brindadas por el MINSA, año 2013, y las obtenidas en el censo actual, así como también, en las características socioeconómicas de la zona, dándonos un valor por debajo del 1%, utilizando un período de diseño de 20 años.

Así también, para determinar la población futura se usó el mismo método de progresión Geométrica, adoptando una tasa de crecimiento del 2.5%, valor que se encuentra en el rango establecido por las normas del INAA, en la que indica que la tasa geométrica de

crecimiento humano no tendrá un valor inferior al 2.5% ni superior al 4%. La población futura para el final del período de diseño, año 2037, es de 1,313 habitantes.

### **3.2.3 Análisis de pruebas de laboratorio.**

Teniendo en cuenta las recomendaciones de las normas del INAA, en cuanto a la calidad del agua, para consumo humano, todos los análisis fisicoquímico, bacteriológicos, parámetros organolépticos y arsénico, para determinar la calidad, se coordinaron y solicitaron al equipo técnico de laboratorio de ENACAL León, los cuales realizan muestreos, una vez por año, a las fuentes en usos y en reserva ubicadas en el occidente del país.

### **3.2.4 Procesamiento de datos topográficos.**

La información del levantamiento topográfico, altimetría y planimetría, se procesaron por el programa Auto Cad y Civil Cad, permitiendo la elaboración de los planos topográficos siguientes:

- Plano general con sus curvas de nivel (cada metro).
- Perfil longitudinal del terreno, para la línea de conducción pozo-tanque (con sus respectivos puntos de ubicación, cada 20 metro).
- Poligonal de los terrenos de ubicación del pozo y el tanque de almacenamiento, detallando las elevaciones y distancia de sus puntos.

### **3.2.5 Definición de puntos de entrada y trazado de la red.**

Del levantamiento topográfico se obtienen los planos, en los cuales se determina el punto de ubicación de la fuente a usarse y en consecuencia se identifican los probable puntos de entrada del agua a la red de distribución, así mismo, se determina la ubicación del tanque, una vez identificando estos puntos, se propone el trazado de las tuberías principales y secundarias correspondientes a la distribución y conducción, buscando la mejor vía, para obtener un bajo costo y mejor funcionamiento hidráulico del sistema.

### 3.2.6 Criterios de diseño.

Teniendo la población a servir y tomando una dotación per cápita de agua de 20 g/p-d (75 l/p-d), establecida en las normas del INAA, donde se establece que para una población de 0 hasta 5,000 habitantes se emplea este tipo de dotación.

Aunque, la normativa de diseño rural, no consideran las dotaciones para sitios públicos, comercial e industrial, en este proyecto, sí se consideró una dotación de agua para sitios comercial e industrial, dado a las características sociales y culturales de la comunidad, así como también, la presencia y crecimiento de pequeños comercios y fabricas. Se considera un factor de pérdidas en el sistema del 20% del consumo promedio diario.

Los factores de variaciones de consumo a usados son:

- 1.5\*CPDT, para determinar el consumo máximo día.
- 2.5\*CPDT, para determinar el consumo máximo hora.

Los valores de velocidad permisibles son los siguientes:

- Velocidad mínima = 0.4 m/s
- Velocidad máxima = 2.0 m/s

La velocidad de la línea de conducción se calcula a través de la fórmula de continuidad.

- $Q = V * A$

Las presiones mínimas y máximas permitidas son las siguientes:

- 5 m y 50 m, respectivamente.

La cobertura mínima de las tuberías será de 1.2 m, sobre la corona del tubo.

Se usa un coeficiente de Hazen Williams igual a 150.

### **3.2.7 Cálculo de caudales.**

Con todos estos datos de población, dotación y factor de pérdida, se calcula el gasto de diseño. Las demandas o salidas de caudales de cada nodo en la red de distribución, se determinan por el método del número de viviendas, resultando un caudal unitario, de dividir el CMH entre número total de viviendas, entonces el caudal del nodo, sería igual al producto del caudal unitario por el número de viviendas que abastecerá el nodo.

### **3.2.8 Nivel de servicio.**

Se considera servir al 100% de la población a través de conexiones domiciliarias, pero para esto hay que tomar una consideración técnica muy importante, como es la capacidad de la fuente, debido a que las tomas o grifos quedan a lo interno de las propiedades y la dotación supera la de los puestos públicos.

### **3.2.9 Diseño de los elementos del sistema.**

#### **3.2.9.1 Estación de bombeo.**

El equipo de bombeo determinado es un sumergible, su capacidad se determina en base al consumo máximo diario, calculado al final del período de diseño y para su selección se considera el nivel de bombeo de acuerdo a los resultados de la prueba de bombeo, efectuado al pozo, variaciones estacionales o nivel natural del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.

Debido a que la vida útil de los equipos de bombeo está sujeta a varios factores, el equipo deberá ser reemplazado después de un período de 10 años, por otro equipo de iguales características técnicas que el anterior.

### **3.2.9.2 Línea de conducción.**

El diseño hidráulico fue realizado acorde a los parámetros planteados en la normativa del INAA. Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinan por el uso de la fórmula de Hazen Williams. Se establece el mejor diámetro, más económico, y se revisa la velocidad y la sobrepresión (golpe de Ariete), que cumpla con la presión de trabajo de la tubería a utilizar.

### **3.2.9.3 Red de distribución.**

El diseño de la red de distribución implica primeramente la determinación de caudales y elevaciones de los nodos, longitudes, diámetros y rugosidad de las tuberías. Posterior la simulación hidráulica se realizó con la ayuda del software EPANET 2.0, de tal manera que se precisen las características hidráulicas de la red en las diferentes condiciones de trabajo u operación.

### **3.2.9.4 Tanque de almacenamiento.**

El volumen del tanque se dimensionó, según cumpla con las normas que establece el INAA, con respecto al volumen mínimo compensador y de reserva.

### **3.2.9.5 Análisis hidráulico del sistema.**

La simulación hidráulica del sistema completo se realizó por medio del software computarizado EPANET, evaluándose bajo las siguientes condiciones:

- Consumo Máximo Horario, para el último año del período de diseño con tanque a la mitad de su capacidad, donde se obtendrán las presiones residuales mínimas de trabajo.
- Cero consumo y tanque lleno, donde se evaluarán las presiones estática máximas del sistema.

## **4 CAPÍTULO: CÁLCULOS Y RESULTADOS.**

### **4.1 Diseño de los elementos del sistema.**

#### **4.1.1 Estudios de población.**

##### **4.1.1.1 Tasa de crecimiento.**

La tasa de crecimiento geométrico obtenida para la comunidad de Miramar, es de 0.34%, calculada en base a censos de población obtenido por el MINSA, año 2013, y encuesta del año 2016, (773 personas y 781 personas respectivamente).

Considerando las tasas de crecimiento geométrico obtenidas para el municipio de Nagarote (1%) y el departamento de León (0.5%), en el último censo poblacional realizado por INIDE (Instituto Nacional de Información y Desarrollo), año 2005, se encontró que la tasa de crecimiento geométrico de la comunidad, calculada, diverge, con el crecimiento poblacional del municipio Nagarote y departamento (León). En tal situación se establece que para proyectar la población a un horizonte de 20 años, se determina adoptar una tasa de crecimiento geométrico del 2.5%, valor que se encuentra en el rango establecido por las normas del INAA, en la que se establece, que la tasa geométrica de crecimiento humano no tendrá un valor inferior al 2.5% ni superior al 4%.

##### **4.1.1.2 Proyección de la población.**

- **Cálculo de población.**

La proyección de la población se determinó por el método geométrico, método que se caracteriza por tener una velocidad de crecimiento directamente proporcional a la población en cada instante de tiempo, es el más aplicable en ciudades que no han alcanzado su desarrollo, donde hay mayor porcentaje de población joven, menor de 30 años, y que se mantienen creciendo a una tasa fija, es el de mayor uso en Nicaragua (fórmula 1, pag. 21), éste se efectuó para el periodo de diseño de 20 años, con un tasa de

crecimiento adoptada del 2.5%, utilizando el censo poblacional realizado en enero 2016, como población base, el año inicial del periodo será el año 2017.

Población correspondiente al año 2016:  $P_0 = 781$  habitantes.

Para el año 2016 – 2017.

$P_f = 801$  habitantes

$R = 2.5\%$

$N = 1$

Tabla #10. Proyección de población geometrica.

<b>Año</b>	<b>R (%)</b>	<b>N (años)</b>	<b>P0</b>	<b>Pn</b>
2017	2.5	0	781	801
2022	2.5	5	781	906
2027	2.5	10	781	1,025
2032	2.5	15	781	1,160
2037	2.5	20	781	1,313

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.2 Período de diseño.**

El proyecto se diseñó para un período de diseño de 20 años, año 2017 al año 2037, este período se adoptó considerando un promedio de vida útil de los materiales a usar para cada componente del sistema, exceptuando el equipo de bombeo que se diseñó para un período de 10 años, debiendo sustituirlo después de este tiempo por otro equipo de igual características técnicas que el anterior, que satisfaga la de manda final.

#### **4.1.3 Nivel de servicio y dotación de agua.**

El nivel de servicio con el que se abastecerá la comunidad será a través de una conexión domiciliar de  $\frac{1}{2}$ ", con cobertura del 100% de las viviendas. La dotación de agua para este nivel de servicio según la norma rural de diseño es de 50 a 60 l/p-d (13.21-15.85 g/p-d) máximo.

Teniendo en cuenta las condiciones establecidas por las normas del INAA, en cuanto a la magnitud de la dotación y considerando las características geográficas, culturales y el uso que la población le da al agua, se determina en base a lo anterior, que la dotación per cápita asumida para este proyecto será de 75 l/p-d (20 g/p-d).

La comunidad de Miramar está ubicada en una zona costera, presentando constantemente temperaturas altas, lo que permite consumir más líquido a las personas que en otras zonas, así como también, la presencia de turistas veraneantes. Razones, también, por el cual el valor de consumo per cápita adoptado, para este proyecto, está por encima del máximo establecido para sistemas de abastecimientos de agua potable del sector rural, 60 l/p-d (15.85 g/p-d).

Otro factor, es la población infantil, la que es de 324 niños, representando el 41% de la población total. En las viviendas donde hay niños, el gasto de agua es mayor, ya que ellos son los mayores consumidores.

#### **4.1.4 Dotación.**

La dotación de agua, es la cantidad de agua por persona por día. Su magnitud depende tanto del nivel del servicio de agua adoptado, de los factores geográficos, culturales y del uso del agua. En base a esto, las dotaciones mínimas recomendadas por INAA son las siguientes:

Tabla #11. Rango de población y dotaciones.

Rango de Población	gppd	lppd
0 – 5,000	20	75
5,000 – 10,000	25	95

Fuente: Normas Técnicas, NTON-09-003-99.

En ambas dotaciones no están incluidas las pérdidas técnicas del sistema que se estiman en un 20 % del consumo promedio diario. Para este proyecto se tomará una dotación de 75 l/p-d (20 g/p-d).

Aunque las normas de diseño para sistemas de abastecimiento de agua para el sector rural no determina la dotación de agua para sitios públicos ó institucional, comercial e industrial, tal es el caso de la comunidad de Miramar, pero sí, a éste proyecto se considerará los consumos comercial e industrial, ya que en el área de estudio hay presencia y crecimiento de pequeños comercios y fabricas.

- El consumo promedio diario se conseguirá multiplicando la población a servir por la dotación por persona por día, fórmula (2), Pág.26.
- El caudal de máximo día, se estimó utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al consumo promedio diario, este consumo está establecido por la fórmula (4), Pág.26.
- Para establecer el caudal de máxima hora, se utiliza el factor de máxima hora, igual a 2.5 con respecto al consumo promedio diario, fórmula (5) Pág.26.
- Las pérdidas totales de agua no controladas en el sistema se consideran en un 20% del consumo promedio diario, fórmula (3), Pág.26.

Tabla #12, CPDT. Variaciones de consumo.

N	AÑO	DOTACION (GPPD)	POBLACIÓN (PERSONAS)	CPD (GPD)	CC (GPD)	CI (GPD)	PERDIDAS (20%)	CPDT (GPD)	CPDT (LPS)	CMD		CMH	
										(GPM)	(LPS)	(GPM)	(LPS)
0	2,017	20	801	16,020	1,121.40	320.40	3,492	20,954.00	0.92	21.83	1.38	36.40	2.30
5	2,022	20	906	18,120	1,268.40	362.40	3,950	23,701.00	1.04	24.69	1.56	41.20	2.60
10	2,027	20	1,025	20,500	1,435.00	410.00	4,469	26,814.00	1.17	27.93	1.76	46.55	2.93
15	2,032	20	1,160	23,200	1,624.00	464.00	5,057	30,345.00	1.33	31.61	2.00	52.68	3.33
20	2,037	20	1,313	26,260	1,838.20	525.20	5,724	34,347.00	1.50	35.78	2.25	59.63	3.75

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.5 Fuente de abastecimiento.**

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

Miramar presenta un bajo potencial hidrológico, por estar en una zona de acuíferos discontinuos poco profundos, el que se evidencia al observar en sitio la poca cantidad de recursos hídricos con los que cuenta y el poco rendimiento que estos experimentan.

Para efecto de la selección de la posible fuente de abastecimiento, se indagó en la zonas cercanas al área de estudio y en la misma, sobre la existencia de pozos perforados que tuvieran las características deseadas o presentaran el mayor potencial de explotación para ser considerado como tal, fuente de abastecimiento, que cumpla con las recomendaciones de las normas NTON 09001-99, sección (5.3.3), que estable los criterios de aceptación de una fuente para un MABE, recomendándose que la explotación de un pozo debe ser igual o mayor a 1.5 veces el consumo promedio diario (CPD).

Para las condiciones de trabajo se encontró un pozo perforado, en el sector de la Venada de Poza Redonda, este pozo es propiedad de ALBANISA, ubicado en las coordenadas siguientes  $12^{\circ}10'36.76''$  N y  $86^{\circ}44'45.82''$  O, a una altura de 12 msnm y a una distancia de aproximado de 2.5 km. del área a servir.

Este pozo cuenta con una prueba de bombeo hecha por ALBANISA en Febrero del año 2011, que indica un caudal de explotación de 50 g/p-m, el rendimiento presentado en su momento se considera suficientemente para servir a la población de Miramar.

Se recomienda antes de usarlo para este fin, realizarle una prueba de desarrollo y limpieza, para determinar la potenciabilidad de su rendimiento, no debiendo ser menor a la demanda día máxima, que corresponda a 20 años de servicio.

### Características del pozo.

- Profundidad nominal: 128.00 pies.
- Diámetro de perforación 12.00 pulgadas.
- Diámetro de revestimiento PVC 8.00 pulgadas.
- Rejilla tipo puente AB 1/8" 30.00 pies.
- Ademe 88.00 pies.
- Empaque de grava  $\phi$  1/4". 2.00 m<sup>3</sup>.
- Sello sanitario 11.00 pies.
- Tubo piezométrico 60.00 pies.
- Tubo de engrave de  $\phi$  1 1/2" 12.00 pies.
- Material selecto 20.00 pies.
- Desarrollo 8.00 horas.
- Prueba de bombeo 6.00 horas.

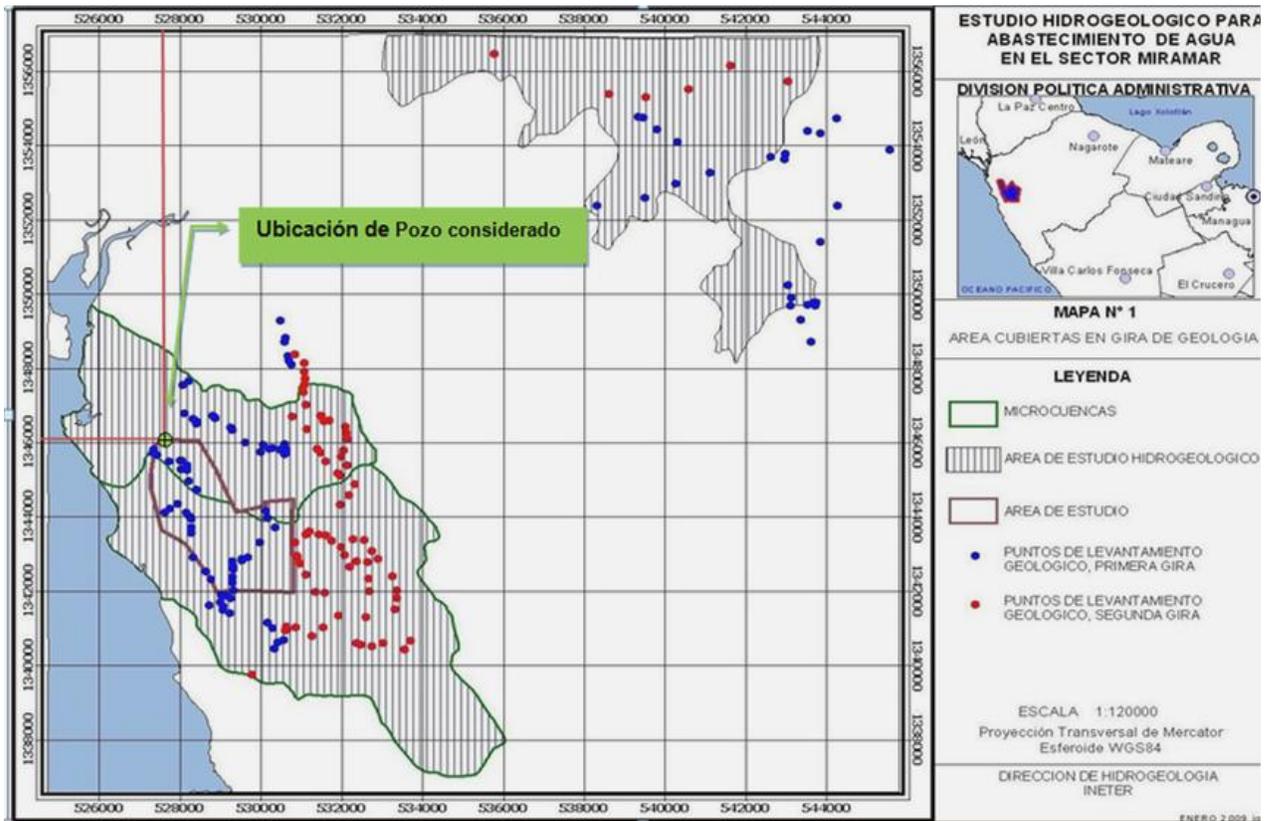


Gráfico 5: Mapa Hidrogeológico Sector Miramar.

Fuente: Estudio Hidrogeológico Miramar, INETER, 2009.

Ver ubicación en anexo IX, segmento de Mapa Hidrogeológico de Nicaragua, anexo X, Estratigrafía General basada en la Cuenca Sandino, y anexo XI, Perfil Hidrogeológico Miramar-Nagarote, INETER 2009.

#### **4.1.6 Línea de conducción.**

La línea de conducción se diseña para conducir el flujo desde el pozo hasta el tanque de almacenamiento. Este diámetro, será capaz de conducir el caudal bombeado cada año, desde el inicio de funcionamiento del sistema hasta el final del período de diseño. El caudal que transportará será el CMD a los 20 años proyectados e igual a 2.25 l/p-s (0.00225 m<sup>3</sup>/sg).

Calculando el diámetro de la tubería de línea de conducción con fórmula (10), Pág.42.

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

$$D = 0.9 \cdot (0.00225)^{0.45}$$

$$D = 0.064 \text{ m}$$

$$D = 2.52''$$

$$\mathbf{D \cong 3''}$$

Se analizó Costo Anual Equivalente (CAE), para los diámetros inmediato inferior (2") y superior (4"), con el objetivo de determinar diámetro más económico, el cual corresponderá a la línea de conducción a instalarse. El punto más bajo en la curva del costo total equivalente, que representa la sumatoria del costo directo o anualidad de la tubería más el costo de instalación y costo de energía analizado anualmente, mostrará el diámetro a utilizar.

#### 4.1.7 Dimensionamiento del equipo de bombeo.

Se diseñó un sólo equipo de bombeo, calculado para el caudal de diseño a 20 años, el equipo deberá ser reemplazado luego del primer periodo de 10 años, por otro equipo de igual especificaciones técnicas que el primero, las que se determinan en esta sección.

#### 4.1.8 Carga total dinámica (CTD).

Caudal de bombeo (CMD):	35.78 g/p-m, 2.25 l/p-s, según fórmula (4), Pág.26
Nivel de terreno del pozo:	12.67 msnm.
Nivel de terreno del tanque:	24.22 msnm.
Nivel de rebose del tanque:	38.59 msnm.
Diferencia de elevación:	25.92 m.
Nivel estático del agua:	3.43 m.
Variación estacionaria:	4.00 m.
Abatimiento por bombeo:	8.54 m.
Sumergencia de la bomba:	3.00 m.
Nivel de bombeo:	18.97 $\cong$ 19 m.
Pérdidas en la columna de bombeo:	5% Longitud de columna. 0.05*19 =0.95 m.

Tabla #13. Pérdidas localizadas como longitudes equivalentes.

Accesorio	Cantidad	Longitud equivalente (m)	Total (m)
Tee pase directo 3"	2	1.6	3.2
Salida de tubo 3"	1	2.2	2.2
Valv. Pase abierta 3"	1	26	26
Valv. Comp. Abierta 3"	1	0.5	0.5
Valv. Retención 3"	2	4.2	8.4
Codo 45° 3"	2	1.2	2.4
Codo 90° 3"	2	1.6	3.2
Medidor	1	9.5	9.45
$\Sigma$			<b>55.35</b>

Fuente:Elaboración propia.

Las pérdidas locales por accesorios en la sarta y en tubería de entrada del tanque de almacenamiento se estima mediante longitudes equivalentes. Ver anexo IV, tabla de pérdidas localizadas en longitudes equivalentes en metro de tubería recta.

Longitud total = Longitud de la línea de conducción + Longitud equivalente

Longitud Total = 2500.00 m + 55.35 m

L.T = 2555.35 m

### **Calculo de pérdida de carga en la línea de conducción.**

Aplicando fórmula (11), Pág. 44.

$$H_f = \frac{10.549 \cdot (35.78)^{1.85} \cdot 2555.35 \text{ m}}{(150)^{1.85} \cdot (3)^{4.87}}$$

H<sub>f</sub> = 9.03 m

- **Calculando la Carga Total Dinámica,**

Fórmula (9), Pág. 36.

CTD = 25.92 m + 19.00 m + 0.95 m + 9.03 m = 54.90m  $\cong$  55m.

CTD = 180'

Con estos datos de caudal y CTD, se solicitó al fabricante potencia y eficiencia del equipo de bombeo, adecuado, utilizando como referencia catálogo de bombas sumergibles J-CLASS, de Franklin Electric, del cual se seleccionó la bomba Sand Handler de alta capacidad, para caudales de operación de hasta 14 m<sup>3</sup>/h, potencia 3Hp, funcionando al 59% de su rendimiento, accionada por un motor eléctrico Franklin Electric de 5 HP de potencia, monofásico. Ver anexo VII, curva característica de la bomba.

- **Cálculo de potencia hidráulica de la bomba:**

Aplicando fórmula (8), Pág.36.

$$PH = \frac{35.78 \cdot 180'}{3960 \cdot 0.59}$$

$$PH = 2.75HP.$$

Analíticamente la potencia del equipo de bombeo será:

$$P_{EB} = \frac{PH}{e}$$

Donde e = Eficiencia del equipo de bombeo.

$$P_{EB} = \frac{2.75Hp}{0.71}$$

$$P_{EB} = 3.87Hp$$

$$P_{EB} \cong 5 Hp$$

De la misma forma, utilizando esta eficiencia calculada, se analizaron los diámetros inmediato inferior (2") y el inmediato superior (4"), obteniendo los datos que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla # 14, Costo Anual Equivalente.

<b>COSTO ANUAL EQUIVALENTE</b>			
<b>DATOS</b>	<b>DIAMETROS (PULGADAS)</b>		
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Caudal (m3/sg)	0.00225	0.00225	0.00225
Caudal (gpm)	35.78	35.78	35.78
Coef. Rugosidad	150	150	150
Tiempo de bombeo (hrs)	16	16	16
Pérdidas en la Succión (m)	0.95	0.95	0.95
Pérdidas en la Descarga (m)	65.03	9.03	2.22
CTD (m)	110.88	55	48.07
CTD (Pies)	363.69	180	157.68
Potencia Hidráulica bomba (Hp)	5.57	2.8	2.41
Potencia motor bomba (Hp)	7.84	3.88	3.40
Potencia motor bomba comercial adoptado (Hp)	7.5	5	5
Factor conversión a Kw	0.746	0.746	0.746
Potencia motor bomba (Kw)	5.85	2.90	2.54
Energía consumida un año de operación (kw-h)	34,175.28	16,914.49	14,817.29
Costo del Kw-h (C\$).	4.83	4.83	4.83
Costo Anual de Energía (C\$ /año)	165,066.63	81,697.00	71,567.50

Tabla # 15, Costo Total de la Tubería

<b>Diámetro</b>	<b>Costo del tubo</b>	<b>Costo de instalación</b>	<b>Costo total</b>	<b>N° de tubos</b>	<b>Costo total directo</b>
<b>(ppl)</b>	<b>C\$</b>	<b>por tubo C\$</b>	<b>por tubo C\$</b>	<b>Unidad</b>	<b>por tubería C\$</b>
2	231.60	41.04	272.64	926	252,480.54
3	546.22	97.71	643.93	926	596,316.74
4	858.34	135.55	993.89	926	920,400.12

Tabla # 16, Costo Anual de la Tubería

Diámetro (pgl)	Costo total directo por tubería C\$	Vida Útil (20 años)	Tasa de Interés (%)	Factor de anualización	Anualidad de la tubería C\$
2	252,480.54	20.00	12%	0.1339	33,801.79
3	596,316.74	20.00	12%	0.1339	79,834.16
4	920,400.12	20.00	12%	0.1339	123,222.04

Tabla # 17, Costo Anual Equivalente

Diámetro (pgl)	Energía CAE C\$ / año	Anualidad de la tubería C\$	Costo Anual Equivalente C\$ / año
2	165,012.12	33,801.79	198,813.91
3	81,800.88	79,834.16	161,635.04
4	71,646.29	123,222.04	194,868.33

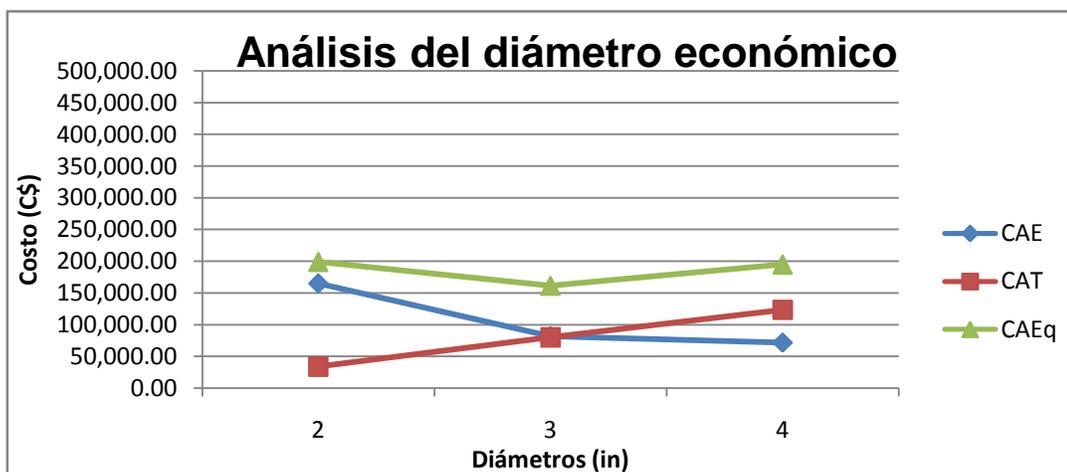


Gráfico 4: Análisis diámetro económico.

Fuente: Propia.

Del análisis del costo anual equivalente CAEq, resulta que el diámetro óptimo para la línea de conducción del sistema es 3", confirmándose de este modo el calculado. Con esto posteriormente se analiza la sobrepresión ocasionada en la tubería por el golpe de ariete.

La velocidad en la línea de conducción es calculada por la ecuación de continuidad, fórmula (13) Pág. 45.

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

$$V = \frac{4*(0.00225 \text{ m}^3/\text{sg})}{\pi (0.0762)^2}$$

$$V = 0.5 \text{ m/sg}$$

Condición, normas de INAA, 0.40 m/sg - 2.0 m/sg.

La velocidad se encuentra entre los límites para línea de conducción de la normativa del INAA, para limitar el efecto del golpe de Ariete.

- **Cálculo de golpe de Ariete para cierre instantáneo.**

Calculando la celeridad, aplicando fórmula de celeridad (15), Pág. 46.

Considerando que la línea de conducción es PVC SDR-26, diámetro 3", el espesor del tubo es 2.75 mm y el valor de "k<sub>o</sub>" para tubos PVC de acuerdo a tabla inserta (Pág.47) es igual a 33.33.

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k_0 \frac{D}{e}}}$$

$$c = \frac{9900}{\sqrt{(48.3 + 33.33 * \frac{(0.0762)}{(0.00275)})}}$$

$$c = 317.61 \text{ m/sg}$$

Con fórmula (14), Pág. 46, se calcula sobrepresión.

$$G.A = c \frac{V_0}{g}$$

$$G.A = 317.61 \text{ m/sg} * \frac{0.50\text{m/sg}}{9.81\text{m/sg}^2}$$

$$G.A = 16.19 \text{ m}$$

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.

$$\text{Presión total} = 25.92 \text{ m} + 16.19 \text{ m}$$

$$PT = 42.11 \text{ mca}$$

Entonces: Sí  $1 \text{ kg/cm}^2 = 10.33 \text{ mca} = 14.2 \text{ psi}$ , por tanto.

$$42.11 \text{ mca} = 4.08 \text{ kg/cm}^2 = 57.89 \text{ psi}$$

Considerando que la presión de servicio ofrecida por la tubería PVC cédula SDR -26, es de aproximadamente 112 m.c.a, se concluye que es factible usar este tipo de material para la línea de conducción.

Tabla #18.Presión de trabajo de tubería PVC según el SDR.

SDR	Presión de trabajo		
	PSI	mca	kg/cm2
17	250	175	17
26	160	112	11
32.5	125	88	9
41	100	70	7

Fuente: Manual técnico, AMANCO.

#### 4.1.9 Tanque de almacenamiento.

- **Calculo del Volumen del tanque.**

El volumen del tanque lo compone el volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia (20% CPD), más el volumen compensador (15% CPD), fórmula (17), pág. 48.

Vol. Total = 35%CPD.

Tabla # 19. Cálculo de volumen del tanque.

N	AÑO	Proyección de Población	Consumo Promedio Diario Total; (CPDT) (Gl/día)	Vol. Compensador (015*CPDT); (Gl/día)	Vol. Emergencia (0,20*CPDT)	Sumatoria de Vol. De Diseño Total (Gl)
0	2017	801	20953.80	3143.07	4190.76	7333.83
1	2018	821	21476.80	3221.52	4295.36	7516.88
2	2019	842	22026.60	3303.99	4405.32	7709.31
3	2020	863	22575.40	3386.31	4515.08	7901.39
4	2021	884	23125.20	3468.78	4625.04	8093.82
5	2022	906	23700.80	3555.12	4740.16	8295.28
6	2023	929	24302.20	3645.33	4860.44	8505.77
7	2024	952	24903.60	3735.54	4980.72	8716.26
8	2025	976	25531.80	3829.77	5106.36	8936.13
9	2026	1000	26160.00	3924.00	5232.00	9156.00
10	2027	1025.00	26814.00	4022.10	5362.80	9384.90
11	2028	1051	27493.80	4124.07	5498.76	9622.83
12	2029	1077	28173.60	4226.04	5634.72	9860.76
13	2030	1104	28880.20	4332.03	5776.04	10108.07
14	2031	1132	29612.60	4441.89	5922.52	10364.41
15	2032	1160	30345.00	4551.75	6069.00	10620.75
16	2033	1189	31104.20	4665.63	6220.84	10886.47
17	2034	1219	31888.20	4783.23	6377.64	11160.87
18	2035	1249	32673.20	4900.98	6534.64	11435.62
19	2036	1281	33510.80	5026.62	6702.16	11728.78
20	2037	1313.00	34347.40	5152.11	6869.48	12021.59

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando el criterio de diseño  $D_{min} \geq$  Altura del tanque, se dimensionó para una capacidad de almacenamiento de 12,000 galones, por efecto de que una parte de las casas a abastecer son usadas, ocasionalmente, para veraniar, por lo que su demanda es casi nula en el resto del año. Se instalará un tanque de acero, de diámetro 3.87 m, sobre una torre de acero, 10 metros de alto, ubicado en la cota topográfica 24 msnm, lo más cerca a la población donde se registrarán las mayores de mandas.

#### **4.1.10 Red de distribución.**

El dimensionamiento de la red, distribución de caudales y salidas en cada nodo, se presentan en los resultados del análisis hidráulico realizado, utilizando el programa EPANET 2.0.

Dado que la comunidad de Miramar no presenta un ordenamiento territorial típico de las localidades urbanas, se determinó la concentración de caudal en los nodos mediante el método de viviendas.

#### **4.1.11 Condiciones de análisis.**

Para determinar las presiones residuales mínimas y máximas, se analizó la red de distribución bajo las siguientes condiciones de operación:

- Consumo Máximo Horario, para el último año del período de diseño con tanque a la mitad, donde se obtendrán las presiones residuales mínimas.
- Cero consumo y tanque lleno, donde se evaluarán las presiones estática máximas del sistema.

Esquema de la red, con el etiquetado de nodos.

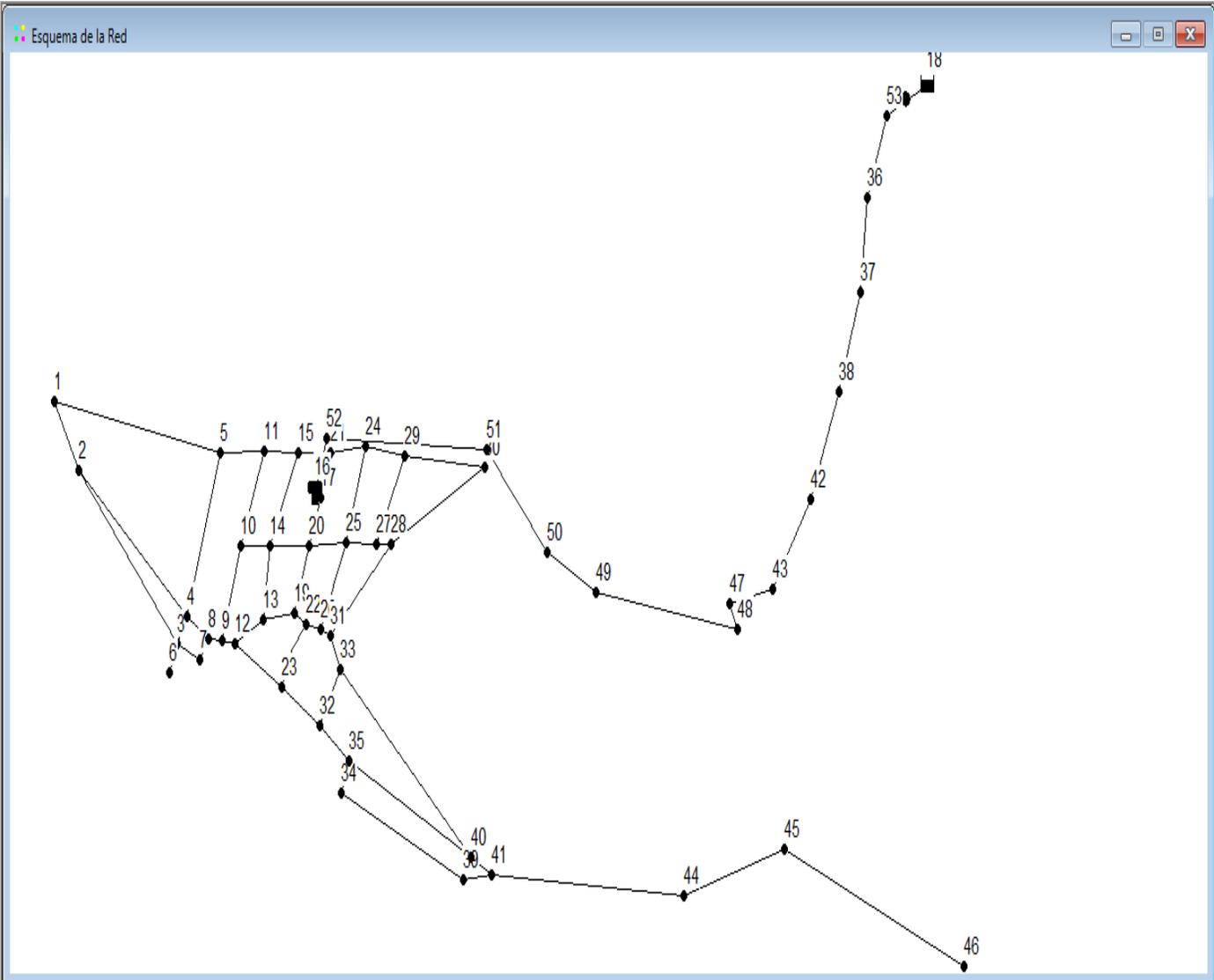


Figura 6: Esquema de la red de distribución, etiquetado de nodos.

Fuente: Elaboración propia, EPANET

## Condición CMH (Tanque a la mitad de su nivel).

Análisis de presiones.

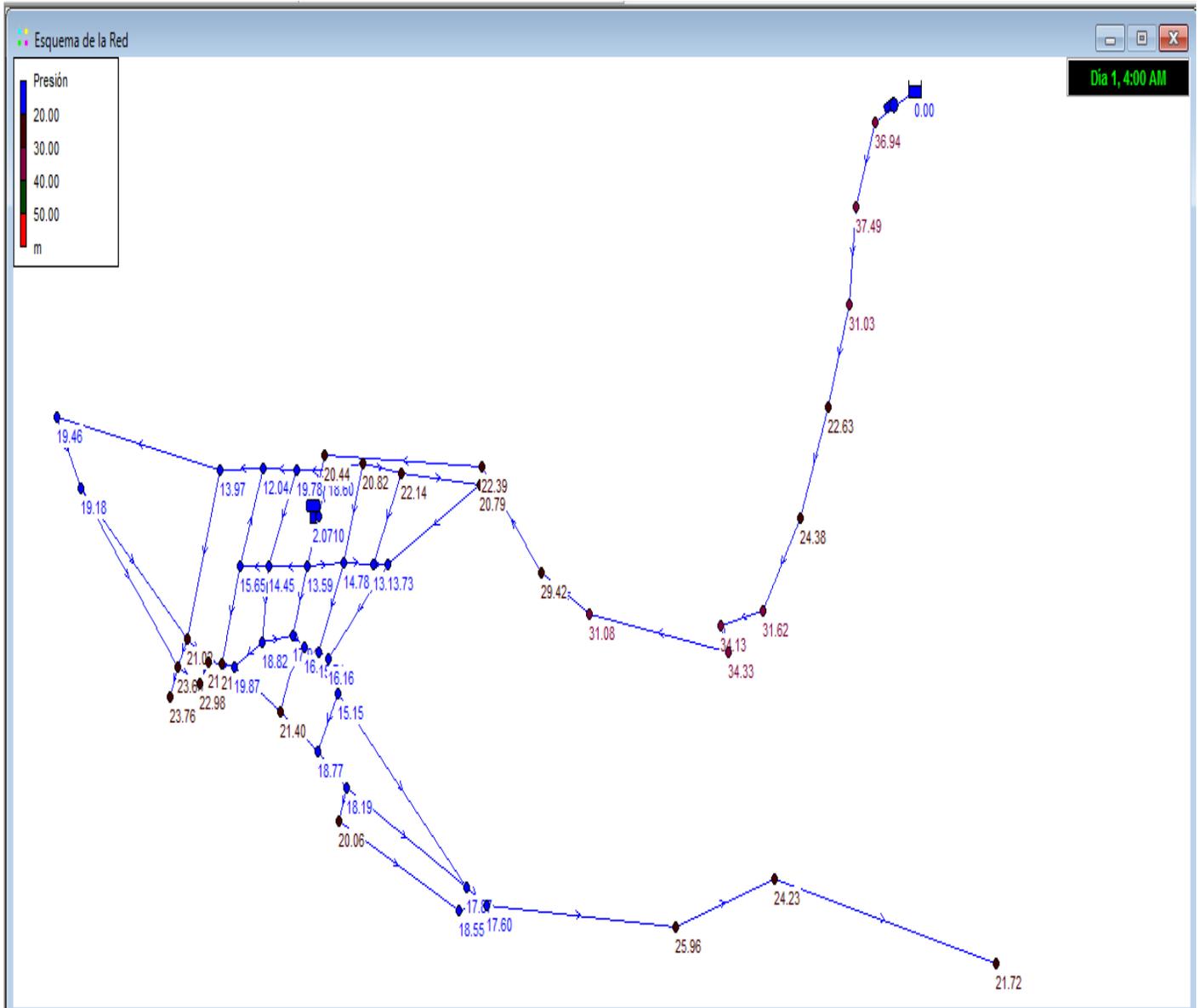


Figura 7: Esquema de presiones para la condición CMH (Tanque a la mitad).

Fuente: Elaboración propia, EPANET

**Tabla # 20. Estado de los nodos en la red, CMH y tanque a la mitad.**

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 1	16.310	0.0375	35.77	19.46
Nudo 2	16.583	0.0281	35.76	19.18
Nudo 3	12.124	0.1594	35.76	23.63
Nudo 4	14.737	0.1219	35.76	21.02
Nudo 5	21.813	0.0188	35.79	13.97
Nudo 6	12	0.0281	35.76	23.76
Nudo 7	12.779	0.0469	35.76	22.98
Nudo 8	14.652	0.0094	35.76	21.10
Nudo 9	14.678	0.1406	35.76	21.08
Nudo 10	20.174	0.0750	35.82	15.65
Nudo 11	23.756	0.0563	35.80	12.04
Nudo 12	15.880	0.0563	35.75	19.87
Nudo 13	16.984	0.1406	35.80	18.82
Nudo 14	21.396	0.0563	35.84	14.45
Nudo 15	16.084	0.0750	35.87	19.78
Nudo 19	17.883	0.1031	35.79	17.91
Nudo 20	22.321	0.0469	35.91	13.59
Nudo 21	17.395	0.3188	35.99	18.60
Nudo 22	18.787	0.0094	35.75	16.97
Nudo 23	14.332	0.0844	35.73	21.40
Nudo 24	14.976	0.1313	35.80	20.82
Nudo 25	21	0.0375	35.78	14.78
Nudo 26	20	0.0094	35.74	15.74
Nudo 27	22	0.0281	35.75	13.75
Nudo 28	22	0.1594	35.73	13.73
Nudo 29	13.616	0.0750	35.76	22.14
Nudo 30	14.946	0.0188	35.74	20.79
Nudo 31	19.568	0.0375	35.73	16.16

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Nudo 32	16.938	0.0750	35.71	18.77
Nudo 33	20.560	0.0750	35.71	15.15
Nudo 34	15.620	0.0375	35.68	20.06
Nudo 35	17.498	0.0563	35.69	18.19
Nudo 39	17.090	0.0656	35.64	18.55
Nudo 40	17.782	0.1125	35.65	17.87
Nudo 41	18.033	0.3469	35.63	17.60
Nudo 44	8.989	0.2156	35.12	26.13
Nudo 45	10.298	0.2906	34.84	24.54
Nudo 46	9.471	0.3188	34.64	25.17
Nudo 36	10	0	47.49	37.49
Nudo 37	15.72	0	46.75	31.03
Nudo 38	23.71	0	46.34	22.63
Nudo 42	21	0	45.38	24.38
Nudo 43	13	0	44.62	31.62
Nudo 47	9.04	0	43.17	34.13
Nudo 48	8.5	0	42.83	34.33
Nudo 49	8.7	0	39.78	31.08
Nudo 50	9.9	0	39.32	29.42
Nudo 51	14.946	0	37.34	22.39
Nudo 52	16.084	0	36.52	20.44
Nudo 53	12	0	48.94	36.94
Nudo 17	24	0	36.10	12.10
Embalse 18	-6	Sin Valor	-6.00	0.00
Depósito 16	34.22	Sin Valor	36.30	2.07

## Condición CMH (Tanque a la mitad de su nivel).

Análisis de Velocidades.

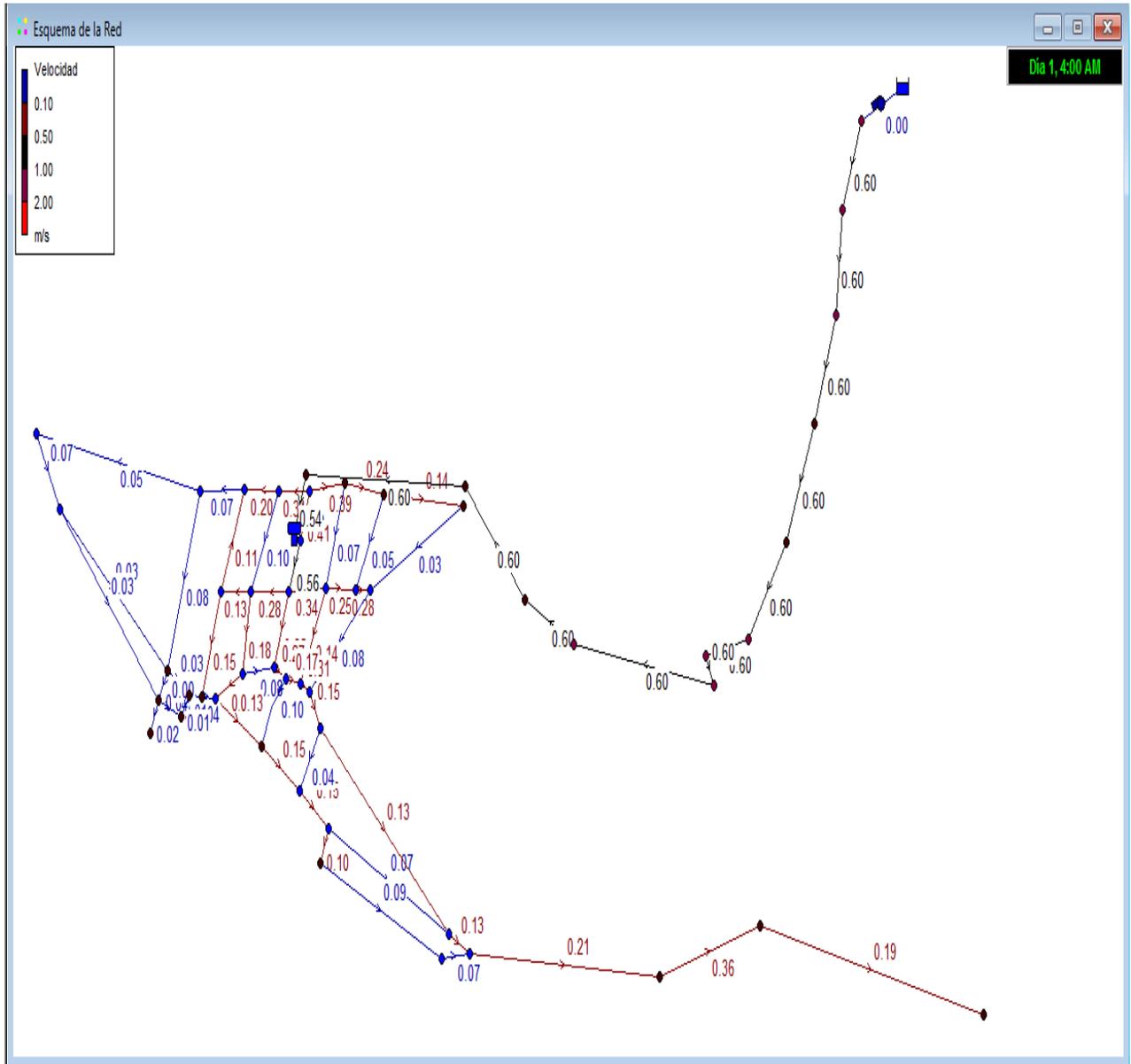


Figura 8: Esquema de velocidades para la condición CMH (Tanque a la mitad).

Fuente: Elaboración propia, EPANET

**Tabla # 21. Estado de las líneas en la red, CMH y tanque a la mitad.**

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 4	44	50	-0.67	0.34
Tubería 5	54	75	-1.25	0.28
Tubería 7	54	50	0.76	0.39
Tubería 8	44	50	0.67	0.34
Tubería 9	94	50	0.14	0.07
Tubería 10	30	50	0.47	0.24
Tubería 11	24	50	0.49	0.25
Tubería 12	100	50	0.10	0.05
Tubería 13	6	50	0.56	0.28
Tubería 14	34	50	0.28	0.14
Tubería 15	124	100	0.26	0.03
Tubería 16	85	100	0.63	0.08
Tubería 17	79	50	0.28	0.14
Tubería 18	6	50	0.60	0.31
Tubería 19	53	100	1.19	0.15
Tubería 20	72	50	0.49	0.25
Tubería 21	20	50	0.54	0.27
Tubería 22	16	50	0.34	0.17
Tubería 23	72	75	0.78	0.18
Tubería 24	55	50	0.16	0.08
Tubería 25	34	50	-0.46	0.23
Tubería 26	80	75	0.55	0.13
Tubería 27	78	50	0.19	0.10
Tubería 28	66	75	0.65	0.15
Tubería 30	45	75	0.16	0.04
Tubería 32	18	75	0.02	0.01
Tubería 33	107	50	0.30	0.15
Tubería 34	56	75	0.59	0.13

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 35	80	50	-0.21	0.11
Tubería 36	67	50	-0.39	0.20
Tubería 37	73	100	0.54	0.07
Tubería 38	143	50	0.16	0.08
Tubería 39	271	100	0.36	0.05
Tubería 40	43	75	0.32	0.07
Tubería 41	265	75	0.14	0.03
Tubería 42	280	75	0.15	0.03
Tubería 43	28	50	0.08	0.04
Tubería 44	12	50	0.03	0.02
Tubería 45	41	50	0.07	0.03
Tubería 46	37	75	0.02	0.00
Tubería 47	29	75	0.03	0.01
Tubería 50	60	75	0.64	0.15
Tubería 52	45	75	0.44	0.10
Tubería 63	91	50	0.70	0.36
Tubería 64	209	50	0.37	0.19
Tubería 29	71	50	0.08	0.04
Tubería 31	680	75	0.95	0.21
Tubería 49	217	50	0.13	0.07
Tubería 51	270	100	1.02	0.13
Tubería 48	218	75	0.40	0.09
Tubería 53	100	100	1.02	0.13
Tubería 54	100	75	0.33	0.07
Tubería 55	145	75	2.65	0.60
Tubería 56	82	75	2.65	0.60
Tubería 57	188	75	2.65	0.60
Tubería 58	150	75	2.65	0.60
Tubería 59	285	75	2.65	0.60

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 60	65	75	2.65	0.60
Tubería 61	600	75	2.65	0.60
Tubería 62	90	75	2.65	0.60
Tubería 65	390	75	2.65	0.60
Tubería 66	160	75	2.65	0.60
Tubería 67	45	75	2.65	0.60
Tubería 68	285	75	2.65	0.60
Tubería 1	96	50	0.19	0.10
Tubería 2	43	75	-1.79	0.41
Tubería 3	43	75	2.46	0.56
Tubería 6	15	100	4.26	0.54
Bomba 69	Sin Valor	Sin Valor	2.65	0.00



**Tabla # 22. Estado de los nodos en la red, cero consumos y tanque lleno.**

ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m
Nudo 1	16.310	38.37	22.06
Nudo 2	16.583	38.37	21.79
Nudo 3	12.124	38.37	26.25
Nudo 4	14.737	38.37	23.63
Nudo 5	21.813	38.37	16.56
Nudo 6	12	38.37	26.37
Nudo 7	12.779	38.37	25.59
Nudo 8	14.652	38.37	23.72
Nudo 9	14.678	38.37	23.69
Nudo 10	20.174	38.37	18.20
Nudo 11	23.756	38.37	14.61
Nudo 12	15.880	38.37	22.49
Nudo 13	16.984	38.37	21.39
Nudo 14	21.396	38.37	16.97
Nudo 15	16.084	38.37	22.29
Nudo 19	17.883	38.37	20.49
Nudo 20	22.321	38.37	16.05
Nudo 21	17.395	38.37	20.98
Nudo 22	18.787	38.37	19.58
Nudo 23	14.332	38.37	24.04
Nudo 24	14.976	38.37	23.39
Nudo 25	21	38.37	17.37
Nudo 26	20	38.37	18.37
Nudo 27	22	38.37	16.37
Nudo 28	22	38.37	16.37
Nudo 29	13.616	38.37	24.75
Nudo 30	14.946	38.37	23.42
Nudo 31	19.568	38.37	18.80

ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m
Nudo 32	16.938	38.37	21.43
Nudo 33	20.560	38.37	17.81
Nudo 34	15.620	38.37	22.75
Nudo 35	17.498	38.37	20.87
Nudo 39	17.090	38.37	21.28
Nudo 40	17.782	38.37	20.59
Nudo 41	18.033	38.37	20.34
Nudo 44	8.989	38.37	29.38
Nudo 45	10.298	38.37	28.07
Nudo 46	9.471	38.37	28.90
Nudo 36	10	67.33	57.33
Nudo 37	15.72	67.33	51.61
Nudo 38	23.71	67.33	43.62
Nudo 42	21	67.33	46.33
Nudo 43	13	67.33	54.33
Nudo 47	9.04	67.33	58.29
Nudo 48	8.5	67.33	58.83
Nudo 49	8.7	67.33	58.63
Nudo 50	9.9	67.33	57.43
Nudo 51	14.946	67.33	52.39
Nudo 52	16.084	67.33	51.25
Nudo 53	12	67.33	55.33
Nudo 17	24	38.37	14.37
Embalse 18	-6	-6.00	0.00
Depósito 16	34.22	38.37	4.15

Bajo estas condiciones todos los nodos cumplen con las presiones mínimas (5 mca), recomendadas en la normativa rural del INAA.

Con respecto a la velocidad, en muchos tramos las velocidades son menores que las mínimas permisibles, pero en el análisis hidráulico se ha dejado prevalecer el criterio de

las presiones sobre el de velocidades. Se considera que las velocidades bajas no causarán ningún problema en el funcionamiento del sistema, sobre todo de sedimentación, debido a que se ubicarán válvulas de limpieza en los terminales de los ramales de la red de distribución. Situación causada por la baja densidad poblacional, resultando también poca demanda.

#### **4.1.12 Desinfección.**

##### **4.1.12.1 Tratamiento.**

Con el propósito de proveer agua libre de bacterias, virus y parásitos a los usuarios, se debe incorporar un sistema de tratamiento, en este caso será la desinfección preventiva con cloro, la cual asegurará protección contra riesgos de infecciones de origen hídrico.

##### **4.1.12.2 Dosificación.**

La O.M.S. precisa que una concentración de 0.2-0.5 mg/lit de cloro libre residual en el agua, después de un tiempo de contacto, 30 minutos, garantiza una desinfección satisfactoria.

De conformidad a los métodos y medios empleados por el ENACAL y FISE en sistemas de agua potable rurales, el método de desinfección consistirá en cloración por inyección hidráulica de hipoclorito de Calcio, usando una concentración de cloro activo de 2 mg/lit, para obtener una concentración de cloro residual libre de 0.2 mg/lit, cantidad suficiente para desinfectar el agua de cualquier microorganismo patógenos, además permitiendo que el agua mantenga un sabor agradable.

La aplicación al agua de la solución de cloro se efectuará mediante un hipoclorador eléctrico (1/60/120 voltios), de carga constante, que dosifique una solución de hipoclorito

de calcio al 65%, diluido hasta alcanzar una concentración de solución del 1%. Ver anexo I, tabla de detalle de dosificación del cloro.

#### **4.2 Análisis de calidad del agua.**

El tema de la calidad del agua potable, preocupa a todos los países del mundo, en vías de desarrollo y desarrollados, debido a su repercusión en la salud de la población.

Dentro de los factores de riesgo tenemos: los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y las enfermedades relacionadas con el uso del agua, también aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en la misma.

Todos los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos, bacteriológicos, organolépticos, hierro y arsénico se encuentran dentro de lo permisible según normas CAPRE y OMS.

Los estudios de calidad del agua que se muestran a continuación, hechos a la fuente de agua en consideración, fueron realizados por personal técnico de laboratorio de ENACAL León, Empresa de carácter gubernamental que se encarga de realizar monitoreos a las fuentes de agua del sector urbano y rural de Nicaragua. Estos, estudios, fueron realizados en el primer trimestre del año 2016.

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

El análisis físico determina el aspecto, color, turbiedad, olor, sabor, pH, temperatura y conductividad eléctrica, y el análisis químico mide las cantidades de minerales y materia orgánica existentes en el agua que afectan su calidad, como lo son: amoníaco, nitritos, nitratos, cloro residual, manganeso, cloruros, fluoruros, sulfatos, hierro total, dureza total, sólidos totales, sólidos volátiles, sólidos fijos, sólidos en suspensión, sólidos disueltos y también su alcalinidad (clasificación).

Tabla # 23. Resultados de análisis físico químico.

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	LIMITE DE DETECCION	NORMAS
Apariencia		Claro	inspección visual	no aplicable	Transparente
Color Verdadero	UC	0.0	colorimétrico Pt Co	8.44 uc	15.0
Turbidez	NTU	0.59	SM 2130 B.	0.292 ntu	5.0
Sólidos disueltos	mg/l	350	SM 1030 F.	no aplica	1000
Temperatura	°C	30.4	SM 2550 B.	no aplica	18-32
PH	adimensional	7.06	SM 4500-H B.	no aplica	6.5-8.5
Conductividad Elect.	US/cm	596	SM 2510 B.	2.547 uS/cm	no determinado
Alcalinidad total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	224.17	SM 2320 B	5.20 mg/L	no determinado
Dureza total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	154.12	SM 2340 C.	no determinado	400
Calcio (Ca)	mg/l	32.06	SM 3500-Ca B	no determinado	100
Magnesio (Mg)	mg/l	17.99	SM 3500-Mg E.	no determinado	50
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> )	mg/l	273.36	SM 2320 B.	no determinado	no determinado
Carbonatos (O <sub>3</sub> )	mg/l	0.0	SM 2320 B.	no determinado	no determinado
Hidroxilo (OH)	mg/l	0.0	SM 2320 B.	no determinado	no determinado
Cloruros (Cl)	mg/l	47.98	SM 4500-Cl B.	4.4 mg/L	250
Fluor (F)	mg/l	<L.D	SM 4500- F D	-0.185 mg/L	0.7-1.5
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	mg/l	48.51	SM 4500-SO <sub>4</sub> E.	10 mg/L	250
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	mg/l	3.721	SM 4500-NO <sub>3</sub> D.	2 mg/l (estim.)	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	mg/l	0.012	SM 4500-NO <sub>2</sub> B.	0.006 mg/L	0.1
Hierro Total (Fe+2)	mg/l	0.088	SM 3500-Fe B	0.059 mg/L	0.3

Fuente: Enacal.

#### 4.2.1 Análisis bacteriológico.

El objetivo principal del análisis bacteriológico es proporcionar el grado de contaminación bacteriana y con materia fecal encontradas en la muestra, para lo cual se busca la presencia del grupo coliforme.

Tabla # 24, Análisis bacteriológico.

<i>PARAMETROS</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>RESULTADO</i>	<i>METODO</i>	<i>LIMITE DE DETECCION</i>	<i>NORMAS</i>
<i>Coliforme Fecales</i>	<i>Ucf/100m</i>	<i>0.0</i>	<i>SM9222-D</i>	<i>0.0 U.C.F</i>	<i>0.0 U.C.F</i>
<i>Coliforme totales</i>	<i>Uct/100m</i>	<i>0.0</i>	<i>SM9222-B</i>	<i>0.0 U.C.T</i>	<i>0.0 U.C.T</i>

Fuente: Enacal.

### **4.3 Descripción del proyecto propuesto.**

Con este proyecto se pretende independizar el sistema de agua potable de la comunidad de Miramar de la de Puerto Sandino. El sistema propuesto tendrá la configuración del tipo: fuente – tanque – red. Contará con la incorporación de una fuente de abastecimiento subterránea, pozo perforado, equipado con un conjunto, bomba-motor, Franklin Electric de 3 y 5 HP respectivamente, la línea de conducción constará con la instalación de 2,555 metros de tubería de 3” PVC SDR-26, la que llevará el agua potable al tanque de almacenamiento de acero sobre torre a construirse, desde el cual se abastecerá la red de distribución para llevar el suministro de agua a la población.

#### **4.3.1 Fuente de abastecimiento.**

Como se ha mencionado, en el sistema de abastecimiento mejorado se propone abastecer a la población de Miramar, a través del aprovechamiento del agua subterránea del acuífero circundante, por medio de un pozo perforado, que se rehabilitará, recomendándose, realizarle prueba de desarrollo y limpieza, éste pozo se ubica en el sector de la Venada de Poza Redonda en las coordenadas 12°10'36.76"N y 86°44'45.82"O, con una elevación de 12 msnm. La capacidad de producción del pozo es de 50 g/p-m, el que suministrará agua por medio de la línea de conducción al tanque de acero sobre torre propuesto, que a su vez dará servicio a la población considerada del proyecto a través de la red de distribución. Ver anexo IX, segmento de mapa hidrogeológico de Nicaragua,

anexo II, datos de prueba de bombeo y anexo III, resultado del análisis de calidad del agua.

#### **4.3.2 Estación de bombeo.**

De conformidad con el rendimiento del pozo y el caudal de explotación del sistema, se propone un equipo de bombeo tipo sumergible (bomba y motor), con diámetro de descarga de 3" y con velocidad de giro de 3,473 rpm, con un caudal de extracción de 45 g/p-m, el cual va a abastecer principalmente a la comunidad Miramar, el equipo deberá vencer una carga total dinámica de cerca de los 180 pies, accionado por un motor eléctrico, sumergible de 5HP de potencia, 1F/230V/60Hz monofásico, el que será energizado, eléctricamente, mediante la construcción de un banco transformador monofásico de 10 KVA.

La sarta de bombeo contará, para su buen funcionamiento y protección con los accesorios y válvulas necesarios.

Para esta nueva estación de bombeo se le deberá construir una caseta para el vigilante y protección de los controles eléctricos sensibles, con sus respectivas instalaciones para energizar motores (conductores primarios y secundarios, banco de transformadores, posteo, etc.).

#### **4.3.3 Línea de conducción.**

Para conducir el agua desde la fuente de abastecimiento hasta el tanque de almacenamiento, se instalarán aproximadamente 2,555 metros de tubería PVC SDR-26 de 3" de diámetro. La capacidad hidráulica de la línea se diseñó en base al caudal máximo diario al final del período de diseño.

Esta línea de conducción, se proveerá de válvulas de pase, válvulas de aire, limpieza y resto de accesorios (codos, etc.), necesarios para el buen funcionamiento hidráulico del conducto.

#### 4.3.4 Tanque de almacenamiento.

El tanque de almacenamiento tendrá una capacidad de 12,000 galones (45,420 lts), (45.42 m<sup>3</sup>); construido de acero, diámetro 3.87 m, sobre una torre de acero de 10 metros de alto. Este reservorio se ubicará lo más cerca a la red de distribución en la cota topográfica (24 msnm), en un área aproximada de 217 m<sup>2</sup>. Será dotado de todos los accesorios, tuberías y válvulas necesarias para su buen funcionamiento.

#### 4.3.5 Red de distribución.

Con respecto a la red de distribución, a ésta se propone instalar de cerca 2,100 m de tubería PVC SDR-26, en diámetros 3" y 2", reforzando así la red existente, mejorando la hidráulica y la cobertura del sistema.

La red de distribución estará conformada por 5,081 m de tubería de pvc sdr-26 y H<sub>o</sub> G<sub>o</sub>, las cuales se desglosan de la siguiente manera:

Tabla # 25, Tubería de Red de Distribución.

Diámetro	unidad	Longitud	(m)	Material
2	pulgada	1942	m	PVC SDR- 26
3		2148		PVC SDR- 26
4		991		PVCSDR- 26 y H <sub>o</sub> G <sub>o</sub> .

Fuente: Elaboración Propia.

Ver en anexo XII, plano de red de distribución.

La red de distribución también estará provista de todos los accesorios necesarios, así como las obras de ingeniería útiles para su buen funcionamiento y fácil mantenimiento.

Se instalarán válvulas de limpieza ubicadas en los puntos más bajos y válvulas de control que permitan aislar el sistema en tramos para su mantenimiento.

El 100% de la población se abastecerá por conexiones domiciliarias, ubicadas en cada vivienda, estas acometidas tendrán todos los componentes necesarios: abrazaderas, codos, unión, llave de pase, adaptadores (hembra y macho) y un medidor de flujo.

Para ser más específico, principalmente el sistema mejorado comprende:

- La incorporación de un nuevo pozo con una capacidad de producción 50 g/p-m.
- Equipamiento del pozo con una bomba sumergible Sand Handler de 3 HP, CTD 180' y 45 g/p-m, accionada por un motor sumergible Franklin Electric de potencia 5 HP monofásico.
- La instalación de 2,555 metros de tubería de  $\varnothing 3$ " PVC SDR-26, para línea de conducción.
- Construcción de tanque de almacenamiento de acero sobre torre de 10 metros de alto, con capacidad de 12,000 galones.
- La instalación de aproximado de 2,100 metros de tubería de  $\varnothing 3$ " y  $\varnothing 2$ " PVC-SDR-26, para la red de distribución, ampliando y reforzando la existente.
- Construir 233 nuevas conexiones domiciliarias, para dotar al 100% de las viviendas.

## **5 TABLA DE COSTOS ESTIMADOS DEL PROYECTO.**

Para el análisis de costos se utilizó como referencia el catálogo de etapas y Sub-etapas del FISE para proyectos de sistemas de agua potable y las normas de rendimiento horario establecida por esta misma entidad, así como también, lista de costos directos y actividades establecidas para proyectos de agua potable de ENACAL.

### **5.1 Estructura del presupuesto.**

#### **a) Costo directo.**

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

#### **b) Costo indirecto.**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Impuestos:** Se presentan en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos e indirectos (administración, imprevistos, utilidades y supervisión), siendo el 1% del impuesto municipal y el 15% del impuesto de valor agregado.

## **5.2 Criterios considerados durante la elaboración del presupuesto:**

### **a) Materiales.**

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

### **b) Mano de obra.**

Los costos de mano de obra fueron estimados teniendo como referencia el manual de costos del FISE del año 2013, proyectados al año 2016, a través de los reajustes hechos al salario mínimo en el sector construcción en los años 2015 y 2016.

### **c) Transporte.**

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

### **d) Equipos y herramientas.**

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

### **e) Impuestos.**

- Gastos administrativos: 10% del sub total del costo directo.
- Imprevistos: 10% del sub total de los costos directos.
- Utilidades: 10% del sub total del costo directo + administrativos + imprevistos.
- Supervisión: 5% del sub total del costo directo.
- Impuesto municipal: 1% del sub total de los costos directos e indirectos.
- El costo total es la sumatoria del sub total del costo directos más el costo indirectos más los impuestos.

El costo total estimado para el proyecto es de US \$ 342,290.73, obteniendo una inversión por conexión de US \$ 855.73. Ver tabla de estimación de costos, en anexo VI.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### ➤ Conclusiones.

En base a los objetivos planteados puede concluirse que el propósito del presente estudio ha sido alcanzado, teniendo los siguientes indicadores:

- Con el diagnóstico socioeconómico se determina: las condiciones o nivel de vida de la población, la cantidad de habitantes, la tasa de crecimiento poblacional anual, datos que brindan la información suficiente para adoptar la dotación per cápita más adecuada a las necesidades de agua de la población.
- Los resultados obtenidos, de los análisis realizados, a las pruebas de agua de la fuente para determinar la calidad de la misma, demuestran que cumple con todos los parámetros de calidad: físicos químicos, bacteriológicos, organolépticos, hierro y arsénico, que establecen las normas CAPRE y OMS, por lo tanto no se requiere de ningún tipo de tratamiento adicional, más que la desinfección preventiva con cloro, la cual asegurará la protección contra riesgos de enfermedades de origen hídrico.
- El levantamiento topográfico, se realizó de acuerdo a la ubicación de las viviendas, siguiendo la mejor vía, para la instalación de la tubería y determinación de las elevaciones, obteniéndose el punto apropiado para la ubicación del tanque de almacenamiento, que garantice las presiones adecuadas en la red de distribución para llevar el servicio de agua a todas las viviendas.
- El sistema adoptado es el más recomendado, habiendo tomado como referencia la realidad socioeconómica de la comunidad y las características Hidrogeológicas de la zona.
- Los elementos que conforman el sistema, pozo, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución, se diseñaron de acuerdo a los datos

obtenidos por el diagnóstico socioeconómico y bajo los criterios hidráulicos basados en las “Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99)”, emitidas por el INAA.

- El análisis hidráulico del sistema se realizó por medio del Soft Ware EPANET 2.0 en español, bajo las siguientes condiciones de trabajo:
  - ✓ Consumo Máximo Horario, para el último año del período de diseño con tanque a la mitad, donde se obtendrán las presiones residuales mínimas.
  - ✓ Cero consumo y tanque lleno, donde se evaluaron las presiones estática máximas del sistema.
- Para la elaboración y análisis de costos se utilizó como referencia el catálogo de etapas y Sub-etapas del FISE para proyectos de sistemas de agua potable y las normas de rendimiento horario establecida por esta misma entidad, así como también, la tabla de costos directos y actividades para proyectos de agua potable de ENACAL. El costo de los materiales se determinó conforme a cotizaciones de proveedores locales, en combinación con los establecidos en el manual de costos del FISE y tabla de costos de ENACAL.

➤ **Recomendaciones.**

- Realizarle prueba de desarrollo y limpieza al pozo seleccionado, para valorar su actual potencial hídrico o capacidad del mismo.
- La operación y mantenimiento del sistema es el factor más importante a considerar una vez ejecutado el proyecto, ya que de ello depende la eficacia de la inversión. ENACAL como la Empresa administradora y prestadora del servicio, sería la garante del mantenimiento y buen funcionamiento del sistema.
- Capacitar periódicamente a la población a través de promotores sociales o líderes comunitarios en temas de educación ambiental y salubridad, lo cual tendría resultados como: el buen uso y manejo del sistema de agua potable, lo

que garantizará la vida útil del mismo, obtenido el fin primordial de este estudio, el cual es, mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad de Miramar.

### **BIBLIOGRAFÍA.**

1. ABC; Sobre el Recurso Agua y su situación en Nicaragua, autor ENACAL, 2da. Edición. Managua, Nicaragua.
2. Agua y Salud, Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana
3. Alcaldía Municipal de Nagarote, MINSA y Líderes comunitarios, Información general de la Comunidad de Miramar.
4. Criterios básicos para la implementación de sistemas de agua y saneamiento en los ámbitos rural y pequeñas ciudades. Lima. Organización Panamericana de la Salud, OPS (2006).
5. Manual de Administración del Ciclo de Proyectos Municipal (MACPM), Capítulo II: Pre inversión Nicaragua. Fondo de Inversión Social de Emergencia, FISE.
6. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Edición 2007, Autor: Comisión Nacional del Agua, C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F
7. Normas CAPRE y OMS, Normas de calidad del agua para consumo humano.
8. Normas Técnicas, I Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural (NTON 09001-99), INAA, Managua 2001.

**ANEXOS**

**Anexo I: Tabla de Dosificación del Cloro.**

<b>COMUNIDAD DE MIRAMAR</b>						<b>Nagarote León</b>	
<b>Dosis Promedio</b>		<b>Concentración Comercial</b>			<b>Concentración Solución</b>		
<b>d = 2.00 mg/lit</b>		<b>Cc = 0.65</b>			<b>CS = 0.01</b>		
	<b>i</b>	<b>ii</b>	<b>iii</b>	<b>iv</b>	<b>v</b>		<b>vi</b>
	CMD	Volumen cloro	Volumen Hipoclorito de Calcio		Volumen de Solución		Dosificación
		lb/día	lt/día	gr/día	lt/día	gpd	Gotas /min
AÑO	gpm	i x 0.012 x d	ii / Cc	(iii x 1000)/22	iv/10	(lt/día)/3.785	(v x 1000 x 13 )/24 *60
2017	21.83	0.52392	0.80	36.36	3.63	0.95	32.77
2018	22.37	0.53688	0.82	372.72	37.27	9.84	336.46
2019	22.94	0.55056	0.84	381.81	38.18	10.08	344.68
2020	23.52	0.56448	0.86	390.90	39.09	10.32	352.89
2021	24.09	0.57816	0.88	400.00	40.00	10.56	361.11
2022	24.69	0.59256	0.91	413.63	41.36	10.92	373.38
2023	25.31	0.60744	0.93	422.72	42.27	11.16	381.60
2024	25.94	0.62256	0.95	431.81	43.18	11.40	389.81
2025	26.60	0.63840	0.98	445.45	44.54	11.76	402.09
2026	27.25	0.65400	1.00	454.54	45.45	12.00	410.31
2027	27.93	0.67032	1.03	468.18	46.81	12.36	422.59
2028	28.64	0.68736	1.05	477.27	47.72	12.60	430.80
2029	29.35	0.70440	1.08	490.90	49.09	12.96	443.17
2030	30.08	0.72192	1.11	504.54	50.45	13.32	455.45
2031	30.85	0.74040	1.13	513.63	51.36	13.56	463.66
2032	31.61	0.75864	1.16	527.27	52.72	13.92	475.94
2033	32.40	0.77760	1.19	540.90	54.09	14.29	488.31
2034	33.22	0.79728	1.22	554.54	55.45	14.64	500.59
2035	34.03	0.81672	1.25	568.18	56.81	15.00	512.86
2036	34.91	0.83784	1.28	581.81	58.18	15.37	525.23
2037	35.78	0.85872	1.32	600.00	60.00	15.85	541.66

## Anexo II: Tabla de resultados de Prueba de Bombeo.

ALBANISA / PUERTO SANDINO - MIRAMAR, LA VENADA.						
Resumen de Pruebas, 08 DE FEBRERO DEL 2011.						
Tiempo		N. Est	11	Resumen de Aforo de Pozo.		
Horas	Minutos.	Bombeo	Abat.	GPM	CE GPP	Observaciones
12:00	0	0	0	0	0	Inicio de Prueba de Bombeo.
	1	13.17	2.17	42	19.35	
	2	14.42	3.42	42	12.28	Q = 42 GPM
	3	15.83	4.83	42	8.70	
	4	17.50	6.50	42	6.46	
	5	19.25	8.25	42	5.09	Agua amarillenta
	6	24.58	13.58	42	3.09	
	7	28.17	17.17	42	2.45	
	8	30.50	19.50	42	2.15	
	9	31.42	20.42	42	2.06	
	10	32.33	21.33	42	1.97	
	12	32.33	21.33	42	1.97	
	14	32.33	21.33	42	1.97	
	16	32.33	21.33	42	1.97	
	18	32.33	21.33	42	1.97	
	20	32.33	21.33	42	1.97	
	25	32.33	21.33	42	1.97	Agua poco Cristalina.
12:30	30	32.33	21.33	42	1.97	
	35	32.33	21.33	42	1.97	
	40	32.33	21.33	42	1.97	
	45	32.33	21.33	42	1.97	
	50	32.33	21.33	42	1.97	
	55	32.33	21.33	42	1.97	Agua Cristalina.
13:00	60	32.33	21.33	42	1.97	
	70	39.67	28.67	50	1.74	Cambio Caudal 50 GPM
	80	39.50	28.50	50	1.75	Agua poco turbia.
13:30	90	39.00	28.00	50	1.79	
	100	39.00	28.00	50	1.79	
	110	39.00	28.00	50	1.79	
14:00	120	39.00	28.00	50	1.79	
	130	39.00	28.00	50	1.79	Q <sub>1</sub> = 50 GPM.
	140	39.00	28.00	50	1.79	
14:30	150	39.00	28.00	50	1.79	
	160	39.00	28.00	50	1.79	
	170	39.00	28.00	50	1.79	
15:00	180	39.00	28.00	50	1.79	
	200	39.00	28.00	50	1.79	
	220	39.00	28.00	50	1.79	
16:00	240	39.00	28.00	50	1.79	
	260	39.00	28.00	50	1.79	
	280	39.00	28.00	50	1.79	
17:00	300	39.00	28.00	50	1.79	Agua Cristalina.
	320	39.00	28.00	50	1.79	
	340	39.00	28.00	50	1.79	
18:00	360	39.00	28.00	50	1.79	Pozo Estabilizado

Tiempo			N. Bombeo.	N. Estático
H.I	H.F	Minutos		
18:00	19:00	60	39	11.25

## ANEXO III: Resultados de Laboratorio, calidad del agua.

### EMPRESA NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS

#### LABORATORIO ENACAL OCCIDENTE REPORTE ANALITICO

##### I. Datos generales

Número de Informe: 012-16  
Unidad Organizativa Solicitante  
 Informe dirigido a: Yader Cisneros  
 Procedencia de la muestra: PP Poza Redonda.  
 Departamento: León  
 Municipio: Nagarote  
 Localidad: Comunidad Miramar.

##### II. Información de la muestra

Código Laboratorio  
Descripción de la muestra y Punto de captación  
 PP Poza Redonda, comunidad de Miramar.  
 Fecha de captación: 08/02/2016  
 Fecha de ingreso al Lab: 08/02/2016  
 Fecha de emisión de informe: 12/02/2016  
 Muestra captada por: Lic. María Jose Diaz H

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICO QUIMICO

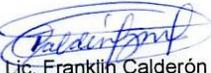
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	LIMITE DE DETECCION	NORMAS
Apariencia		Claro	inspección visual	no aplicable	Transparente
Color Verdadero	UC	0.0	colorimétrico Pt Co	8.44 uc	15.0
Turbidez	NTU	0.59	SM 2130 B.	0.292 ntu	5.0
Sólidos disueltos	mg/l	350	SM 1030 F.	no aplica	1000
Temperatura	°C	30.4	SM 2550 B.	no aplica	18-32
PH	adimensional	7.06	SM 4500-H B.	no aplica	6.5-8.5
Conductividad Elect.	US/cm	596	SM 2510 B.	2.547 uS/cm	no determinado
Alcalinidad total (CaCO3)	mg/l	224.17	SM 2320 B	5.20 mg/L	no determinado
Dureza total (CaCO3)	mg/l	154.12	SM 2340 C.	no determinado	400
Calcio (Ca)	mg/l	32.06	SM 3500-Ca B	no determinado	100
Magnesio (Mg)	mg/l	17.99	SM 3500-Mg E.	no determinado	50
Bicarbonatos (HCO3)	mg/l	273.36	SM 2320 B.	no determinado	no determinado
Carbonatos (O3)	mg/l	0.0	SM 2320 B.	no determinado	no determinado
Hidroxilo (OH)	mg/l	0.0	SM 2320 B.	no determinado	no determinado
Cloruros (Cl)	mg/l	47.98	SM 4500-Cl B.	4.4 mg/L	250
Fluor (F)	mg/l	<L.D	SM 4500- F D	-0.185 mg/L	0.7-1.5
Sulfatos (SO4)	mg/l	48.51	SM 4500-SO4 E.	10 mg/L	250
Nitratos (NO3)	mg/l	3.721	SM 4500-NO3 D.	2 mg/l (estim.)	50
Nitritos (NO2)	mg/l	0.012	SM 4500-NO2 B.	0.006 mg/L	0.1
Hierro Total (Fe+2)	mg/l	0.088	SM 3500-Fe B	0.059 mg/L	0.3

#### ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO	LIMITE DE DETECCION	NORMAS
Coliformes Fecales	Ucf/100m	0.0	SM9222-D	0.0 U.C.F	0.0 U.C.F
Coliformes totales	Uct/100m	0.0	SM9222-B	0.0 U.C.T	0.0 U.C.T

OBSERVACIONES: En cuanto al análisis físico químico y bacteriológico cumplen con las normas CAPRE, por lo tanto el agua de esta fuente es apta para consumo humano.

  
 Lic. María José Díaz Herrera  
 Téc. Lab. ENACAL Occidente

  
 Lic. Franklin Calderón Lezama  
 Auxiliar Lab. Enacal Occidente.

**Anexo IV: Tabla de longitudes equivalentes en metros de tubería recta.**

Elemento	mm.	13	19	25	32	38	50	63	76	100	125	150	200	250	300	350	
	plg.	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14	
Codo 90°																	
Radio largo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3	
Radio medio		0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3	5.5	6.7	7.9	9.5	
Radio corto		0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	3.4	4.5	4.9	6.4	7.9	9.5	10.5	
Codo 45°		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	3.0	3.8	4.6	5.3	
Curva 90°																	
R/D: 1 1/2		0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.4	3.0	3.6	4.4	
R/D: 1		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3	1.6	2.1	2.5	3.3	4.1	4.8	5.4	
Curva 45°		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5	
Entrada																	
Normal		0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2.0	2.5	3.5	4.5	5.5	6.2	
De borda		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0	
Válvula																	
Compuerta		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.4	
Globo		4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21.0	26.0	34.0	45.3	51.0	67.0	85.0	102	120	
Angulo de ple		2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10.0	13.0	17.0	21.0	26.0	34.0	43.0	51.0	60.0	
Retención		3.6	5.6	7.3	10.0	11.6	14.0	17.0	20.0	23.0	31.0	39.0	52.0	65.0	78.0	90.0	
T. liviano		1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5	16.0	20.0	24.0	38.0	
T. pesado		1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	19.3	25.0	32.0	38.0	45.0	
Te de paso																	
Directo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3	
Lateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0	
Te salida																	
Bilateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0	
Salida de tubería		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0	

## Anexo V: Registros Meteorológicos de INETER.

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES

DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA

RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL

Estación: LEON (AEROP.GODOY) /

Código: 64043

Departamento:

Municipio

: LEON

Latitud: 12°25'36"

Longitud: 86°54'48"

Años: 1974 - 2015

Elevación

: 60 msnm

Parámetro

: Precipitación (mm)

Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
1985	0.0	0.0	0.0	75.2	66.4	146.9	229.5	230.9	179.2	595.7	91.2	1.9	1,616.9
1986	0.0	5.7	1.0	0.0	470.9	251.9	15.5	84.4	170.0	238.1	9.7	0.0	1,247.2
1987	1.8	0.0	2.4	0.0	157.4	266.0	155.9	143.8	301.1	168.6	0.2	0.5	1,197.7
1988	0.0	0.0	0.6	1.8	264.9	256.3	231.8	732.7	386.2	483.5	17.5	0.8	2,376.1
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	60.8	270.7	190.0	291.0	472.6	117.5	126.7	46.7	1,576.0
1990	0.0	0.0	0.0	100.0	139.8	57.8	81.6	97.8	326.5	282.9	92.8	1.1	1,180.3
1991	1.4	0.0	0.0	61.0	274.8	188.6	24.3	92.9	209.1	203.3	33.3	1.2	1,089.9
1992	0.0	3.3	0.0	0.0	59.1	173.9	19.6	129.8	376.7	39.3	49.2	13.0	863.9
1993	2.3	0.0	0.3	4.9	474.8	322.5	16.9	128.9	681.4	89.2	38.4	0.0	1,759.6
1994	0.5	0.0	1.7	81.8	131.7	106.1	1.8	218.0	295.8	239.0	282.8	0.0	1,359.2
1995	0.0	0.0	5.5	13.9	150.4	275.7	193.0	390.7	441.1	645.9	12.3	21.2	2,149.7
1996	8.4	0.0	0.0	1.6	255.9	202.7	336.3	203.0	319.2	495.3	430.6	0.0	2,253.0
1997	0.6	0.0	0.0	13.1	42.3	543.1	32.5	36.8	145.2	227.2	58.2	0.0	1,099.0
1998	0.0	0.0	0.6	15.0	76.1	114.3	132.7	245.7	495.0	1,338.6	129.3	0.2	2,547.5
1999	0.0	0.0	0.9	12.1	98.1	257.8	83.8	211.3	1,107.90	336.3	116.4	0.5	2,225.1
2000	0.3	0.0	0.0	0.0	93.4	112.0	64.2	116.9	703.6	279.2	109.4	0.1	1,479.1
2001	0.0	0.0	3.5	0.0	343.2	25.0	56.5	99.3	337.6	193.7	93.7	0.9	1,153.4
2002	0.0	0.0	0.0	0.6	454.3	253.8	18.3	104.6	359.5	130.9	52.8	0.0	1,374.8
2003	0.0	0.0	20.1	0.1	135.8	260.9	92.6	170.1	294.2	389.7	132.6	0.2	1,496.3
2004	0.0	4.6	0.0	3.1	105.5	69.3	139.9	167.3	291.3	178.6	39.5	0.0	999.1
2005	0.0	0.0	80.0	41.3	120.1	196.9	123.4	196.6	535.6	796.9	81.2	0.0	2,172.0
2006	0.0	0.0	0.0	0.0	135.7	401.2	142.5	128.5	188.8	434.7	82.8	12.5	1,526.7
2007	0.0	2.7	3.0	6.9	463.6	185.7	154.9	453.6	357.2	697.9	108.4	11.5	2,445.4
2008	4.6	1.4	0.1	24.4	305.2	189.2	94.1	333.6	550.1	640.9	18.4	0.0	2,162.0
2009	0.1	0.0	1.2	0.0	145.0	201.1	76.7	99.3	241.1	241.5	166.5	59.3	1,231.8
2010	0.0	11.5	0.1	191.7	660.2	224.4	559.4	339.8	630.8	117.1	136.5	0.0	2,871.5
2011	0.0	0.0	0.0	12.0	142.8	250.9	162.4	193.0	320.1	544.2	15.3	0.4	1,641.1
2012	0.0	0.0	0.0	174.2	100.8	251.8	12.0	310.5	102.5	161.9	19.3	0.2	1,133.2
2013	0.3	0.0	0.0	1.6	123.8	132.6	116.0	226.9	449.7	32.3	120.1	0.2	1,203.5
2014	1.6	1.5	0.0	3.9	141.1	88.5	10.3	211.6	431.5	417.7	46.5	0.0	1,354.2
2015	0.6	0.0	0.0	0.3	17.0	238.9	39.8	61.6	100.7	260.2	157.0	0.0	876.1
<b>Suma</b>	<b>62.5</b>	<b>30.8</b>	<b>180.5</b>	<b>860.1</b>	<b>9200.9</b>	<b>8401.0</b>	<b>4586</b>	<b>7920.1</b>	<b>16787.9</b>	<b>13658</b>	<b>3701.5</b>	<b>225.8</b>	<b>65615</b>
<b>Media</b>	<b>1.6</b>	<b>0.8</b>	<b>4.4</b>	<b>21.5</b>	<b>230.0</b>	<b>210.0</b>	<b>111.9</b>	<b>188.6</b>	<b>399.7</b>	<b>325.2</b>	<b>88.1</b>	<b>5.4</b>	<b>1562.3</b>
<b>Max</b>	<b>39.6</b>	<b>11.5</b>	<b>80.0</b>	<b>191.7</b>	<b>1214.9</b>	<b>550.2</b>	<b>559.4</b>	<b>732.7</b>	<b>1107.9</b>	<b>1338.6</b>	<b>430.6</b>	<b>59.3</b>	<b>2871.5</b>
<b>Min</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>17.0</b>	<b>25.0</b>	<b>1.8</b>	<b>7.5</b>	<b>41.6</b>	<b>32.3</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>614.4</b>

# Registro de Temperatura.

## DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL

Estación: LEON (AEROP.GODOY) /

Código: 64043

Departamento:

Municip: LEON

Lat: 12°25'36"

Longitud: 86°54'48"

Años: 1974-2015

Eleva: 60 msnm

Parámetro:

Temperatura Media (°C)

Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic	Media
1985	25.7	27.3	28.1	28.7	27.9	27.0	26.7	26.2	26.5	25.5	25.6	25.4	26.7
1986	26.5	26.4	27.6	28.8	27.9	27.1	27.5	28.2	26.7	25.9	26.6	27.2	27.2
1987	28.7	30.2	29.4	29.5	28.7	27.7	26.8	27.3	26.9	27.5	27.1	27.7	28.1
1988	28.1	28.1	29.5	29.6	28.3	26.4	26.5	25.4	25.0	22.9	24.6	25.3	26.6
1989	27.5	27.7	28.4	30.0	29.8	27.0	27.4	26.9	25.7	26.3	26.3	25.5	27.4
1990	27.3	27.8	29.0	29.4	28.8	27.9	27.8	28.2	26.9	26.3	26.4	26.9	27.7
1991	27.5	29.5	31.2	31.0	28.4	27.7	28.0	28.0	27.3	26.3	26.6	27.0	28.2
1992	27.7	28.8	29.9	30.5	29.6	28.5	28.0	27.9	26.8	27.3	27.2	27.0	28.3
1993	27.5	28.1	28.7	29.5	27.6	27.6	27.8	27.2	26.1	26.8	26.5	26.9	27.5
1994	27.1	28.2	28.8	29.5	28.5	27.6	29.1	27.7	26.8	26.3	26.0	26.6	27.7
1995	27.3	28.1	28.4	29.4	28.5	27.2	27.2	26.5	26.2	26.0	26.5	26.5	27.3
1996	26.2	27.5	27.9	29.5	27.8	27.4	26.8	26.7	26.5	25.9	25.5	26.1	27.0
1997	26.3	28.2	28.7	29.2	30.4	27.2	28.8	29.1	27.6	26.9	27.0	27.2	28.1
1998	28.4	28.1	29.8	29.9	29.5	28.7	27.5	27.5	26.1	25.9	26.2	26.2	27.8
1999	27.1	27.3	28.6	29.4	27.7	27.2	27.0	26.7	25.3	25.2	25.5	25.7	26.9
2000	26.0	27.4	28.2	29.6	28.4	27.4	27.9	28.2	25.9	26.4	26.6	26.4	27.4
2001	26.5	28.0	27.8	30.2	28.1	27.8	27.6	28.0	26.2	26.5	25.9	26.7	27.4
2002	27.6	28.4	29.4	30.2	29.2	27.2	27.6	28.6	26.8	26.7	26.6	27.2	28.0
2003	27.7	28.6	28.8	29.2	29.2	26.8	27.4	27.6	27.2	26.6	26.5	26.4	27.7
2004	27.0	28.0	29.8	29.2	28.9	28.4	27.5	27.3	26.6	26.7	26.2	26.8	27.7
2005	27.4	28.0	28.7	29.1	28.3	27.3	27.5	27.7	26.5	25.5	26.4	26.6	27.4
2006	27.0	27.7	28.7	29.0	28.5	26.9	27.9	27.5	26.9	26.8	25.9	26.9	27.5
2007	27.8	27.9	29.4	29.0	27.8	27.2	27.2	26.1	26.2	25.5	26.2	25.9	27.2
2008	26.5	27.2	28.3	28.8	27.6	27.3	27.0	26.8	26.3	25.5	25.7	26.3	26.9
2009	26.9	27.6	27.8	29.3	28.4	26.9	27.7	28.0	27.7	26.9	26.6	27.2	27.6
2010	27.2	28.4	28.7	29.6	28.2	26.9	26.5	26.6	26.0	26.6	25.3	24.8	27.1
2011	26.8	28.2	27.9	28.5	28.4	26.8	26.5	27.1	26.4	25.4	26.1	26.2	27.0
2012	27.1	27.9	28.9	27.8	27.3	27.2	28.0	27.3	26.9	26.2	26.6	27.1	27.4
2013	28.1	28.6	29.1	30.0	28.6	27.7	27.7	27.4	26.3	26.7	26.5	26.6	27.8
2014	27.0	28.1	29.4	30.4	29.5	28.6	30.1	28.3	26.8	26.4	26.6	26.6	28.2
2015	27.7	28.0	29.4	30.5	30.6	28.9	29.0	29.8	28.2	27.4	27.2	28.3	28.8
<b>Suma</b>	<b>1111.3</b>	<b>1148.3</b>	<b>1182.6</b>	<b>1179.1</b>	<b>1139.7</b>	<b>1094.2</b>	<b>1129.2</b>	<b>1150.3</b>	<b>1109.9</b>	<b>1099.4</b>	<b>1101.4</b>	<b>1110.6</b>	<b>1151.5</b>
<b>Media</b>	<b>27.1</b>	<b>28.0</b>	<b>28.8</b>	<b>29.5</b>	<b>28.5</b>	<b>27.4</b>	<b>27.5</b>	<b>27.4</b>	<b>26.4</b>	<b>26.2</b>	<b>26.2</b>	<b>26.4</b>	<b>27.4</b>
<b>Max</b>	<b>28.7</b>	<b>30.2</b>	<b>31.2</b>	<b>31.0</b>	<b>30.6</b>	<b>28.9</b>	<b>30.1</b>	<b>29.8</b>	<b>28.2</b>	<b>27.5</b>	<b>27.2</b>	<b>28.3</b>	<b>28.8</b>
<b>Min</b>	<b>25.7</b>	<b>26.4</b>	<b>27.6</b>	<b>27.8</b>	<b>27.1</b>	<b>26.1</b>	<b>25.9</b>	<b>25.4</b>	<b>24.8</b>	<b>22.9</b>	<b>24.6</b>	<b>24.8</b>	<b>25.9</b>

## Registro de Humedad Relativa.

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES  
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA  
RESUMEN METEOROLÓGICO ANUAL

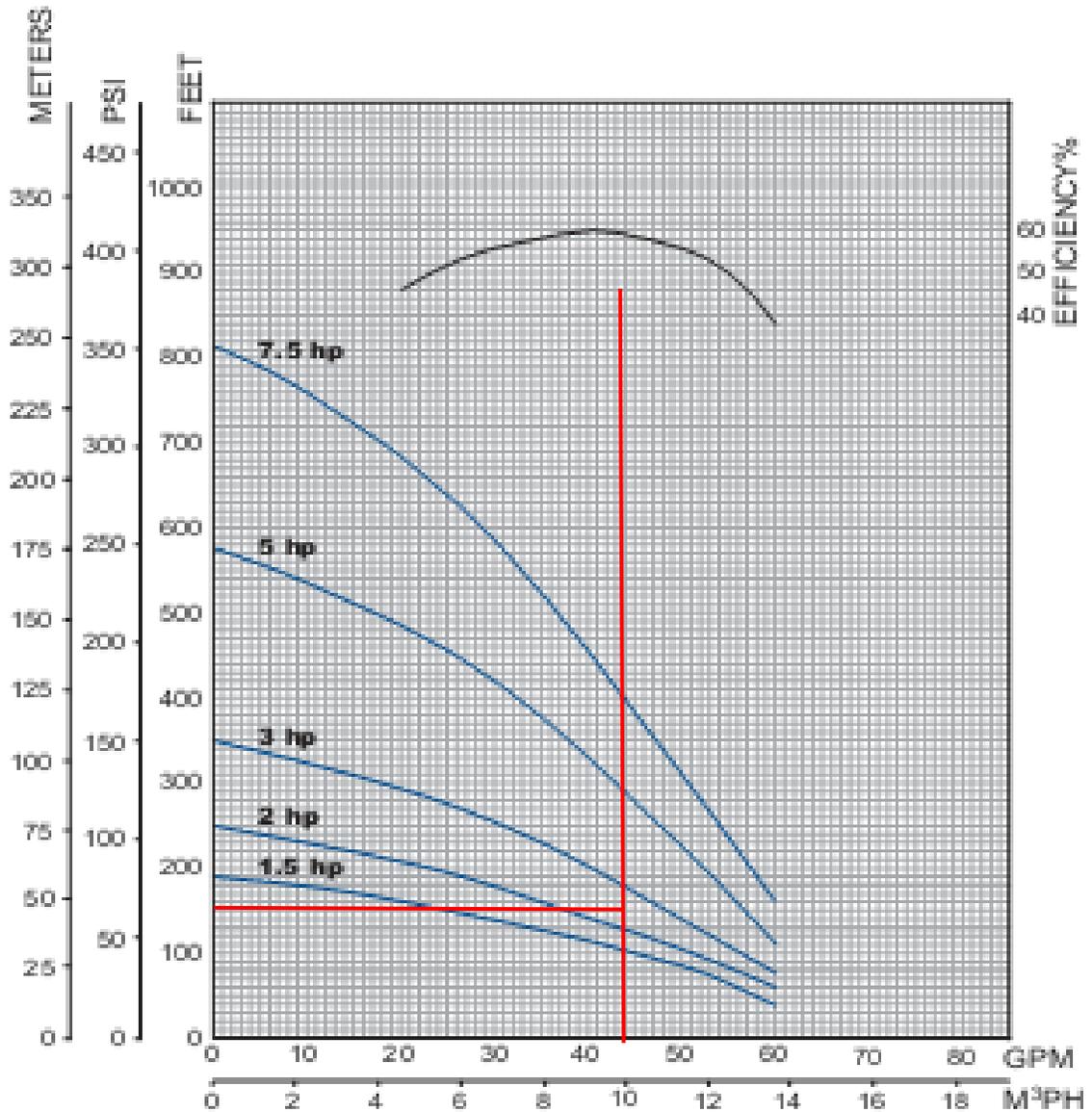
Estación: LEON (AEROP.GODOY) / Código: 64043  
Departamento: Municipio: LEON  
Latitud: 12°25'36" Longitud: 86°54'48"  
Años: 1974-2015 Elevación: 60 msnm  
Parámetro: Humedad Relativa Media (%) Tipo: HMP

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1985	71	59	66	67	74	77	77	80	82	86	82	82	75
1986	79	80	75	66	79	82	75	75	81	86	79	64	77
1987	54	50	62	58	72	80	79	76	82		75	65	68
1988	61	56	58	65	70	85	80	88	87	85	82	77	75
1989	59	55	56	48	66	79	76	83	88	81	80	74	70
1990	61	59	55	61	70	77	73	73	82	87	84	78	72
1991	72	57	54	58	74	80	73	73	81	82	74	68	71
1992	63	62	53	58	65	77	72	72	80	78	74	65	68
1993	65	59	58	64	80	81	74	80	84	82	79	68	73
1994	64	59	59	58	74	76	64	76	83	87	83	74	71
1995	63	60	67	69	77	84	81	87	87	87	77	74	76
1996	68	60	60	62	75	79	81	80	84	85	83	69	74
1997	69	58	57	63	58	80	70	70	80	84	81	71	70
1998	66	69	60	62	72	76	79	81	89	89.0	84	80	76
1999	76	70	68	62	80	83	81	84	91	89	83	76	79
2000	72	66	69	65	73	77	75	77	87	82	79	76	75
2001	70	59	64	53	71	72	72	74	81	84	81	76	71
2002	61	58	53	51	64	81	78	75	87	85	80	73	71
2003	62	62	65	68	75	87	79	79	85	89	86	71	76
2004	66	61	53	64	70	74	78	82	87	86	82	71	73
2005	63	64	73	72	78	87	82	82	86	92	84	80	79
2006	72	67	63	68	76	80	77	80	83	85	86	80	76
2007	73	73	73	81	88	87	84	89	91	93	86	83	83
2008	80	80	78	80	87	87	88	90	92	91	87	82	85
2009	80	75	79	77	86	91	84	85	87	89	86	81	83
2010	79	79	78	82	86	91	92	92	93	90	89	83	86
2011	78	75	79	85	87	90	90	89	91	93	87	82	86
2012	78	73	63	81	87	87	81	88	89	92	85	80	82
2013	75	73	71	77	82	87	85	87	92	90	89	83	83
2014	78	71	73	74	82	83	75	83	89	91	89	83	81
2015	77	76	72	74	75	82	78	75	83	87	87	80	79
Suma	2857	2708	2717	2809	3096	3321	3250	3426	3650	3595	3491	3179	3241
Media	70	66	66	69	77	83	79	82	87	88	83	76	77
Max	80	80	80	85	91	93	94	92	97	97	89	84	87
Min	54	50	53	48	58	72	64	70	80	78	74	64	68



## ANEXO VII: Curva característica de la Bomba.

### **SandHandler High Capacity 45 gpm Performance Curves**



- Note:
1. Performance shown does not include friction loss in the drop pipe.
  2. All performance data is based on site-dimotor nameplate voltage.
  3. Performance of former XP models are the same as 45 gpm models.

## ANEXO VIII: ENCUESTA SOCIOECONOMICA

Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Quien es Responsable del Hogar:

Padre \_\_\_\_\_ Madre \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

Nombre de la persona Encuestada: \_\_\_\_\_

TipodeProyecto: \_\_\_\_\_

Datos personales: (iniciar con responsable del hogar).

Nombres y Apellidos	Parentesco	Sexo		Edad					Nivel de Escolarida	Observación
		M	F	1 - 5	6 - 15	16-25	26-35	+ 36		

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

- La vivienda es: a) Propia \_\_\_\_\_ b) Prestada \_\_\_\_ c) Alquilada \_\_\_\_\_
- Las paredes son: a) Bloque \_\_\_ b) Ladrillo \_\_\_\_ c) Madera \_\_\_\_ d) Otros \_\_\_\_\_
- El piso es : a) Madera \_\_\_\_\_ b) Tierra \_\_\_\_ c) Ladrillo \_\_\_\_ d) Otros \_\_\_\_\_
- El techo es : a) Zinc \_\_\_\_ b) Teja \_\_\_\_ c) Madera \_\_\_\_ d) Palma \_\_\_\_ e) Otros \_\_\_\_\_
- Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres \_\_\_\_ b) Dos \_\_\_\_ c) No tiene \_\_\_\_\_
- Resumen del estado de la vivienda: a) Buena \_\_\_\_ b) Regular \_\_\_\_\_ c) Mala \_\_\_\_

### II. SITUACIÓN ECONOMICA DE LA FAMILIA

7. Cuantas Personas del hogar trabajan?

Dentro de la Comunidad: H \_\_\_\_ M \_\_\_\_ Total \_\_\_\_\_

Fuera de la comunidad: H \_\_\_\_ M \_\_\_\_ Total \_\_\_\_\_

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

De cuanto fue el último pago de energía eléctrica, realizado en el hogar? \_\_\_\_\_

8. En que trabajan las personas del hogar? a) Ganadería \_\_\_\_ b) Agricultura \_\_\_\_\_

c) Jornaleros \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_ Cual? \_\_\_\_\_

9. Que cultivos realizan? a) Arroz \_\_\_\_ b) Frijoles \_\_\_\_ c) Maíz \_\_\_\_ d) Otros \_\_\_\_\_

10. Tienen Ganado? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Cuánto: a) Vacuno \_\_\_\_\_ b) Equino \_\_\_\_\_ c) Caprino \_\_\_\_\_

11. Tienen animales Domésticos? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Cuántos: a) Cerdos \_\_\_\_\_ b) Gallinas \_\_\_\_\_

12. Los animales domésticos están? a) Encerrados \_\_\_\_\_ b) Amarrados \_\_\_\_\_ c) Suelos \_\_\_\_\_

13. Los animales domésticos se abastecen de agua en?  
a) El Río \_\_\_\_\_ b) Quebrada \_\_\_\_\_ c) Pozo \_\_\_\_\_

### III. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA (Observar, verificar)

14. Tienen Letrina?

Si \_\_\_\_\_ En qué estado se encuentra? a) Buena \_\_\_\_\_ b) Regular \_\_\_\_\_ c) Mala \_\_\_\_\_ (verificar)  
No \_\_\_\_\_ Estaría dispuesto/a en construir su letrina Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

15. Quienes usan la Letrina? a) Adultos \_\_\_\_\_ b) Niños/as \_\_\_\_\_ c) Otros familiares \_\_\_\_\_

16. La letrina está construida en suelo? a) Rocoso \_\_\_\_\_ b) Arenoso \_\_\_\_\_ c) Arcilloso \_\_\_\_\_

17. Que hacen con las aguas servidas de la casa? a) La riegan \_\_\_\_\_ b) La dejan correr \_\_\_\_\_

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) Cuanto pagan de agua al mes? \_\_\_\_\_

21. Quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer \_\_\_\_\_ b) El hombre \_\_\_\_\_ c) Los niños/as \_\_\_\_\_ d) Otros \_\_\_\_\_ Quien? \_\_\_\_\_

22. Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan ? \_\_\_\_\_

23. En qué almacena el agua? a) Barriles \_\_\_\_\_ b) Bidones \_\_\_\_\_ c) Pilas \_\_\_\_\_

24. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados \_\_\_\_\_ b) Destapados \_\_\_\_\_ c) Como \_\_\_\_\_ (verificar)

25. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera:

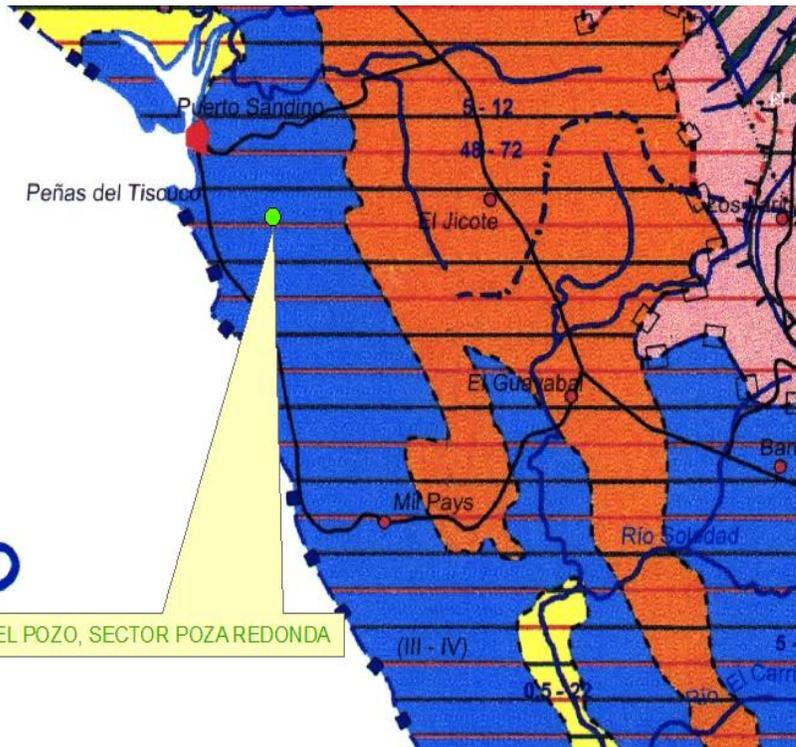
a) Buena \_\_\_\_\_ b) Regular \_\_\_\_\_ c) Mala \_\_\_\_\_

26. Qué condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

c) Tienen zanja de drenaje \_\_\_\_\_ d) Tiene filtro para drenaje \_\_\_\_\_

# ANEXO IX: Segmento de Mapa Hidrogeológico de Nicaragua.

OCEANO PACIFICO



UBICACION DEL POZO, SECTOR POZA REDONDA

## A. TIPOS ELEMENTALES DEL MEDIO HIDROGEOLOGICO.

- 

Conjunto de acuíferos estratiformes porosos, alternados más o menos irregularmente con acuíferos del grupo "Las Siemas", depósitos cuaternarios de origen volcánico y depósitos aluviales. Generalmente prevalecen los acuíferos y contienen un cuerpo de agua subterránea (AS), que desde el punto de vista regional está hidráulicamente conectado. Por encima de este cuerpo de AS regional se encuentran - especialmente en zonas elevadas - cuerpos de AS colgados.
- 

Acuífero discontinuo fijado en la zona subsuperficial con presencia posible de fenómenos cársticos - formación El Salto. En zonas fisuradas y posiblemente clásticas de extensión limitada, la permeabilidad puede ser mayor.
- 

(A) Acuífero discontinuo poco profundo, producto de la meteorización y fisuración o fracturación de la zona subsuperficial de las formaciones volcánicas - sedimentarias (Formación Rivas, Brito, Masachapa, El Fraile y Grupo Tamarindo)

(B) Acuífero discontinuo poco profundo, producto de la meteorización y fisuración o fracturación de la zona subsuperficial de los Grupos Coyol y Matagalpa (A), parcialmente cubierto por depósitos aluviales cuaternarios (a lo largo de los ríos) (B); en algunas áreas, tectónicamente predispuestas, los depósitos alcanzan extensión y espesor mayor, alternándose acuíferos estratiformes y acuíferos (C).
- 

(A) Acuífero discontinuo poco profundo, producto de la meteorización y fisuración o fracturación de la zona subsuperficial de los Grupos Coyol y Matagalpa (A), parcialmente cubierto por depósitos aluviales cuaternarios (a lo largo de los ríos) (B); en algunas áreas, tectónicamente predispuestas, los depósitos alcanzan extensión y espesor mayor, alternándose acuíferos estratiformes y acuíferos (C).

(B) Acuífero discontinuo poco profundo, producto de la meteorización y fisuración o fracturación de la zona subsuperficial de los Grupos Coyol y Matagalpa (A), parcialmente cubierto por depósitos aluviales cuaternarios (a lo largo de los ríos) (B); en algunas áreas, tectónicamente predispuestas, los depósitos alcanzan extensión y espesor mayor, alternándose acuíferos estratiformes y acuíferos (C).

(C) Acuífero discontinuo poco profundo, producto de la meteorización y fisuración o fracturación de la zona subsuperficial de los Grupos Coyol y Matagalpa (A), parcialmente cubierto por depósitos aluviales cuaternarios (a lo largo de los ríos) (B); en algunas áreas, tectónicamente predispuestas, los depósitos alcanzan extensión y espesor mayor, alternándose acuíferos estratiformes y acuíferos (C).

## B. REPRESENTACION DE LA TRANSMISIVIDAD

La transmisividad predominante es representada por diferentes colores, según su clase de la clasificación de Krásky 1963; en el área se encuentran cuatro clases de transmisividad representadas en el mapa con números romanos de I hasta IV, como sigue:

Un color para la representación de la magnitud de transmisividad en casos excepcionales cuando pertenecen a la clase de transmisividad prevaicente menos que 70% del intervalo xcs y a ambas clases adyacentes menos que 30%, o bien a gran variabilidad de transmisividad.

Significado de los números y letras:

- R-I/c: Designación de la clase de magnitud (número romano) y variación de la transmisividad (letra minúscula) - estado ambigüo intervalo xcs del coeficiente de transmisividad T (en m<sup>2</sup>/d) estimado a partir del índice Y (caudal específico) entre paréntesis media aritmética del T.

75-850 (230)
- 2. En áreas con datos escasos, nivel de veracidad regular donde no fue posible realizar el tratamiento estadístico, se representa sólo la magnitud de la transmisividad prevaicente - clase por color y su número. No se representa su variabilidad. También aquí se consideran los valores de transmisividad de las áreas adyacentes.
- 3. En áreas con datos muy escasos, aislados o sin datos y nivel de veracidad dudoso, se representa la magnitud de transmisividad por analogía o considerando las condiciones naturales de dicha área. No se representa su variabilidad. La clase dominante se representa entre paréntesis. En caso de tres clases se representará el color de las clases extremas.

## C. LIMITES DE SISTEMAS ACUIFEROS Y OTROS LIMITES HIDROGEOLOGICOS REGIONALMENTE IMPORTANTES

- Curso de agua superficial permanente (podría ser casi excepcionalmente):

  - De carácter efluente.
  - De carácter influente.
  - Posiblemente cambiando su carácter efluente o influente en diferentes tramos bajo distintas condiciones.
- Curso de agua superficial efímero:

  - De carácter efluente.
  - De carácter influente.
- Ondas de un lago, una laguna o del Océano Pacífico, incluso de otros cuerpos de agua.

Las flechas indican la dirección general del flujo de agua subterránea:

- 

En áreas con bastantes datos
- 

En áreas con escasez de datos o con datos poco confiables y por eso es la representación de líneas equipotenciales menos confiable.
- Intervalo de carga de aguas subterráneas (en m.s.n.m.), según mediciones en pozos, en áreas donde no se puede representar el flujo de agua subterránea regional o continuo.

441-548
- Lineas isobatas (de igual profundidad del nivel de agua subterránea por debajo del terreno) del cuerpo de agua subterránea principal del "Acuífero Las Siemas".

En el mapa se representan las siguientes líneas isobáticas:

  - 3, 20, 50 y 200 m.

Las rayas cortas de isobatas siempre están orientando a las áreas de menor profundidad del nivel de agua subterránea.
- Áreas donde el nivel de agua subterránea se encuentra en la profundidad menos de 3 m. por debajo del terreno, entonces donde en materiales muy finos debido a la capilaridad, podría originarse una evaporación intensa; en general coinciden con zonas de descarga.
- 50-200 20-45

Intervalo de profundidad del nivel de agua subterránea prevaicente (en m.).

## D. OTROS SIGNOS

- 

185 Masantial (sin distinguir su descarga) con su elevación (en m.s.n.m.).
- 

78 Elevación del nivel de las lagunas o de los lagos (en m.s.n.m.).

Color utilizado en el mapa	Coeficiente de transmisividad T		Clase de la transmisividad	Denominación de la transmisividad del acuífero (medio hidrogeológico)	Parámetros comparativos regionales aproximadamente correspondientes al coeficiente de transmisividad		
	m <sup>2</sup> /d	gal/d/pie			No. logarítmico - El caudal específico q	logarítmico Índice de la transmisividad Y=log(10 <sup>6</sup> q)	
■	1000	80520	I	muy alta	36	10	7.0
	100	8052	II	alta	3.6	1	6.0
■	10	805	III	moderada	0.36	0.1	5.0
■	1	81	IV	baja	0.04	0.01	4.0



Presencia de dos clases de transmisividad en el área -designación numérica de clases en el rango según predominio.

Según la densidad de datos disponibles, la transmisividad se representa a tres niveles de veracidad:

I. En áreas con suficientes datos, con tratamiento estadístico nivel de veracidad bueno. Además de la magnitud de la transmisividad, se expresa también su variabilidad (desviación estándar de los valores del índice y de la muestra estadística), según la clasificación de Krásny (1989):

Signo utilizado en el mapa	Desviación del índice Y	Clase de variabilidad	Denominación de la variabilidad
▨	0.2	a	insignificante
▧	0.4	b	pequeña
▩	0.6	c	moderada
▪	0.8	d	haste extremadamente grande

Orillas de un lago, una laguna o del Océano Pacífico, incluso de sus fondos adyacentes.



- Que forman en relación con el acuífero un límite de descarga.



- Que forman en relación con el acuífero un límite de descarga, pero a través de las cuales, bajo las actuales condiciones hidráulicas artificiales en el acuífero adyacente, el agua superficial podría penetrar dentro del acuífero.



- Que forman en relación con el acuífero un límite de recarga.



- A través de las cuales podría amenazar la intrusión marina.



- La función hidráulica se desconoce.



Límite entre dos medios hidrogeológicos generalmente de distinta permeabilidad a través del cual una cantidad reducida de agua subterránea fluye.

- Del medio de menor permeabilidad hacia el de mayor permeabilidad.



- Del medio de mayor permeabilidad hacia el de menor permeabilidad.



Límite entre dos medios hidrogeológicos de permeabilidad similar o donde se desconoce diferencia entre su permeabilidad y las condiciones marginales hidráulicas prevalecientes.



Límite de áreas donde se efectuó el tratamiento estadístico de transmisividad y de áreas de la diferente magnitud de transmisividad y/o de diverso nivel de veracidad de representación de transmisividad dentro del mismo medio hidrogeológico.



Barrera hidráulica poco permeable o zona de permeabilidad relativamente baja probable o posible (inferido de curso anómalo de las líneas equipotenciales). Que podría manifestarse pronunciadamente bajo condiciones hidráulicas artificiales.

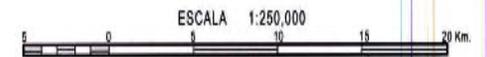
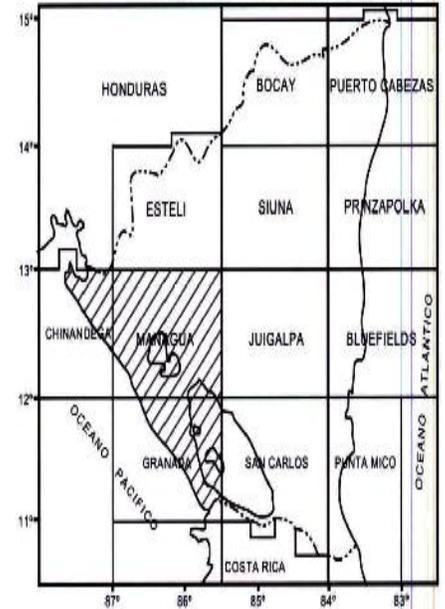


Divisorias de aguas subterráneas.

- Estables:  
Causadas por elementos geológicos estructurales; funcionan sin transferencia o transferencia pequeña después de cambios hidráulicos en áreas vecinas.

- Inestables:

## NICARAGUA INDICE DE LOS MAPAS



## MAPA HIDROGEOLOGICO

INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES  
DIRECCION DE RECURSOS HIDRICOS  
DEPARTAMENTO DE HIDROGEOLOGIA

AUTOR: JIRI KRASNY

MANAGUA, NICARAGUA.

AÑO 1989



# NEXO X: Columna Estratigráfica general basado en la Cuenta Sandino.

## General Stratigraphic Column of the Sandino Basin

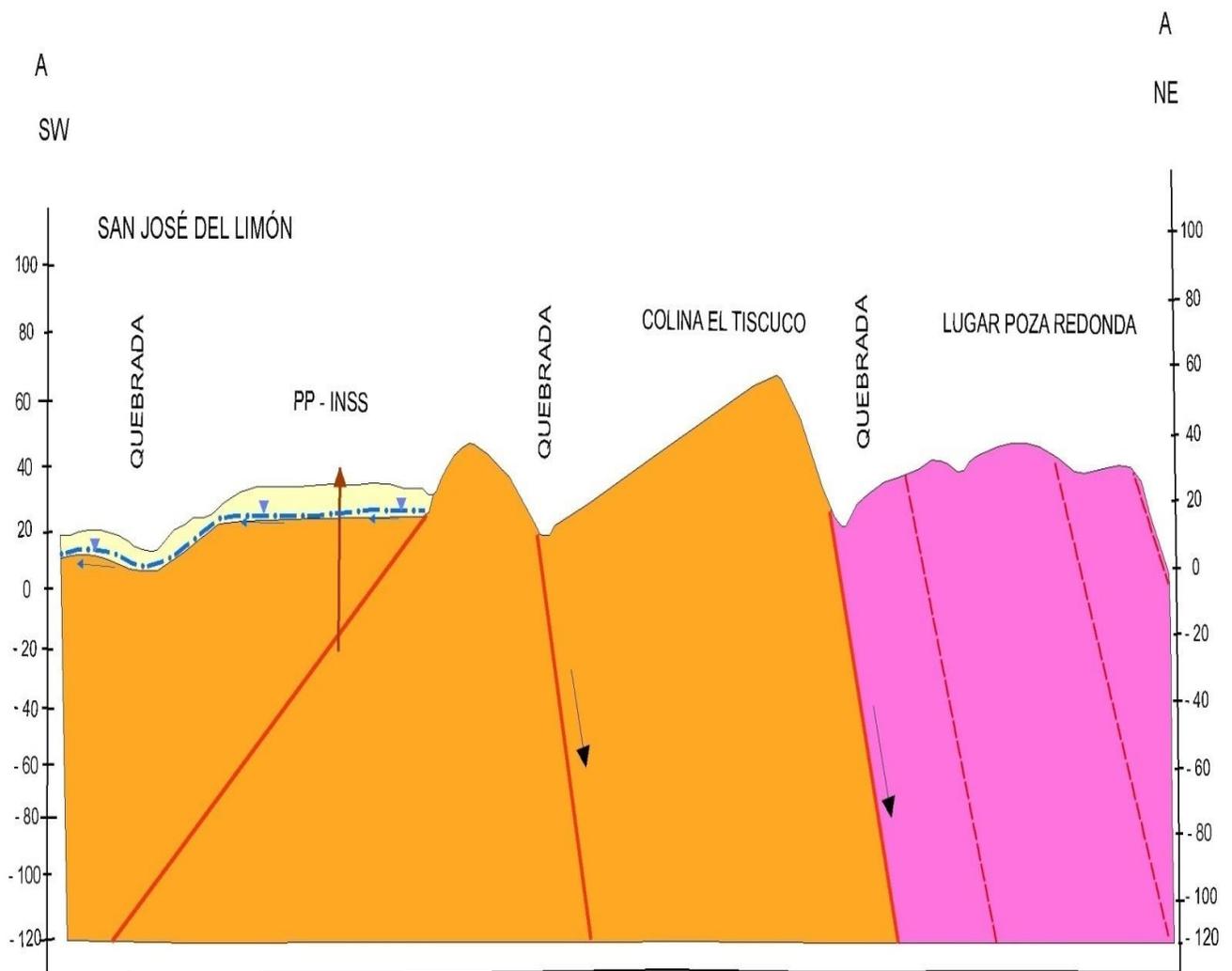
Age	Formation	Lithology	Description	Tectonic events	Petroleum Systems			HC show	Depositional Environment
					Sour.	Reser.	Seal		
Q	Las Sierras		Tuffaceous conglomerates						Shallow Marine Deposits
Pliocene	El Salto		Intercalation of tuffaceous conglomerates and marls, very fossiliferous					●	
			Limestone - marlstone with coquina beds						
Miocene	El Fraile		Laminated sandstone, altered with shales and siltstone	Compression, anticline and coastal belt formation				●	
			Sandstone and conglomerate	Tranverse movements, reverse faults					
Oligocene	Masachapa		Sandstone dominates	Outer arc uplift				●	
			Regular intercalation of shales, sandstone layers with abundant tuffaceous material	E X T E N S I O N A L  F A U L T I N G					
Paleocene	Brito		Shale dominates						●
			Basal conglomerate						
Eocene	Brito		Claystone, siltstone and sandstone with high contents of feldspar and volcanic material					●	
Cretaceous	Rivas		Hiatus	Start Sadino basin development					
Cretaceous	Loma - Chumico		Sandstone and shale						
			Marls						
Cretaceous	Loma - Chumico		Tuffaceous shales and sandstone banks						
			Arkose with schists						
Cretaceous	Oceanic crust		Basic intrusions, lavas, cherts, slightly metamorphosed sediments and melange						



**Anexo XI, Perfil Hidrogeológico Miramar-Nagarote, INETER 2009.**

PERFIL HIDROGEOLÓGICO MIRAMAR NAGAROTE A - A'  
CORTE LONGITUDINAL NE - SW

ESCALA VERTICAL 1:2,000  
HORIZONTAL 1:12,500



ANEXO XII: CONJUNTO DE PLANOS.

Proyecto: "Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad de Miramar, Municipio de Nagarote, Departamento de León"



ÍNDICE DE LÁMINAS	
1	PLANO GENERAL
2	PLANO DE CONJUNTO
3	PLANTA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, LÍNEA DE CONDUCCIÓN
4	PLANTA DE RED DE AGUA POTABLE /SECTOR 1
5	PLANTA DE RED DE AGUA POTABLE /SECTOR 2
6	PLANTA DE RED DE AGUA POTABLE /SECTOR 3
7	PLANO DEL PERFIL DEL TERRENO Y TUBERIA
8	PLANO DEL PERFIL DEL TERRENO Y TUBERIA
9	PLANO DEL PERFIL DEL TERRENO Y TUBERIA
10	PLANO DEL PERFIL DEL TERRENO Y TUBERIA
11	PLANO DE DETALLES GENERALES Y SARTA



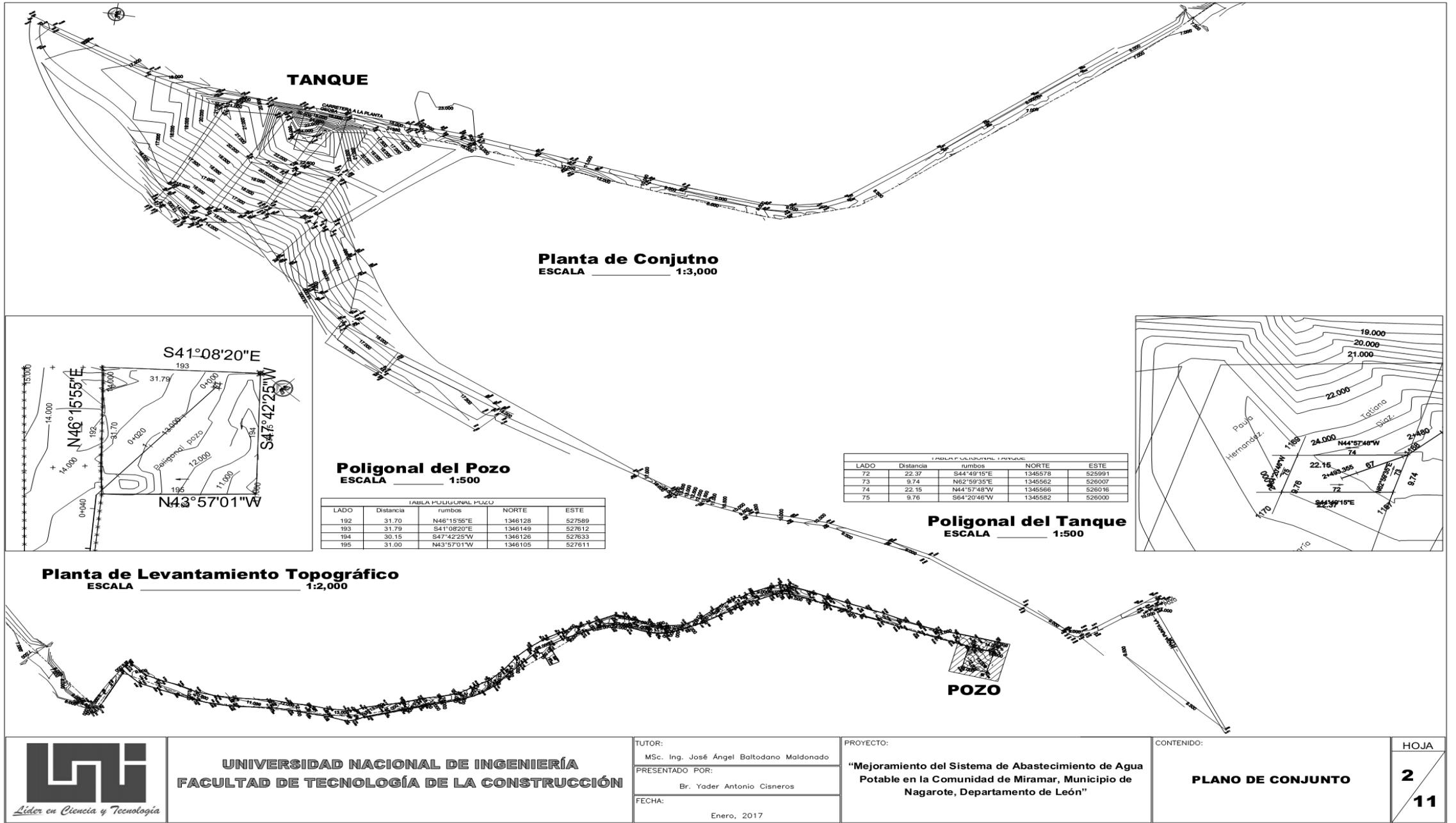
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

TUTOR:  
MSc. Ing. José Ángel Salazar Hernández  
PRESENTADO POR:  
Sr. Yader Arturo Goveas  
FECHA:  
Enero, 2017

PROYECTO:  
"Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad de Miramar, Municipio de Nagarote, Departamento de León"

CONTENIDO:  
PLANO GENERAL

HOJA:  
1 / 11



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

TUTOR:  
MSc. Ing. José Ángel Baltodano Maldonado

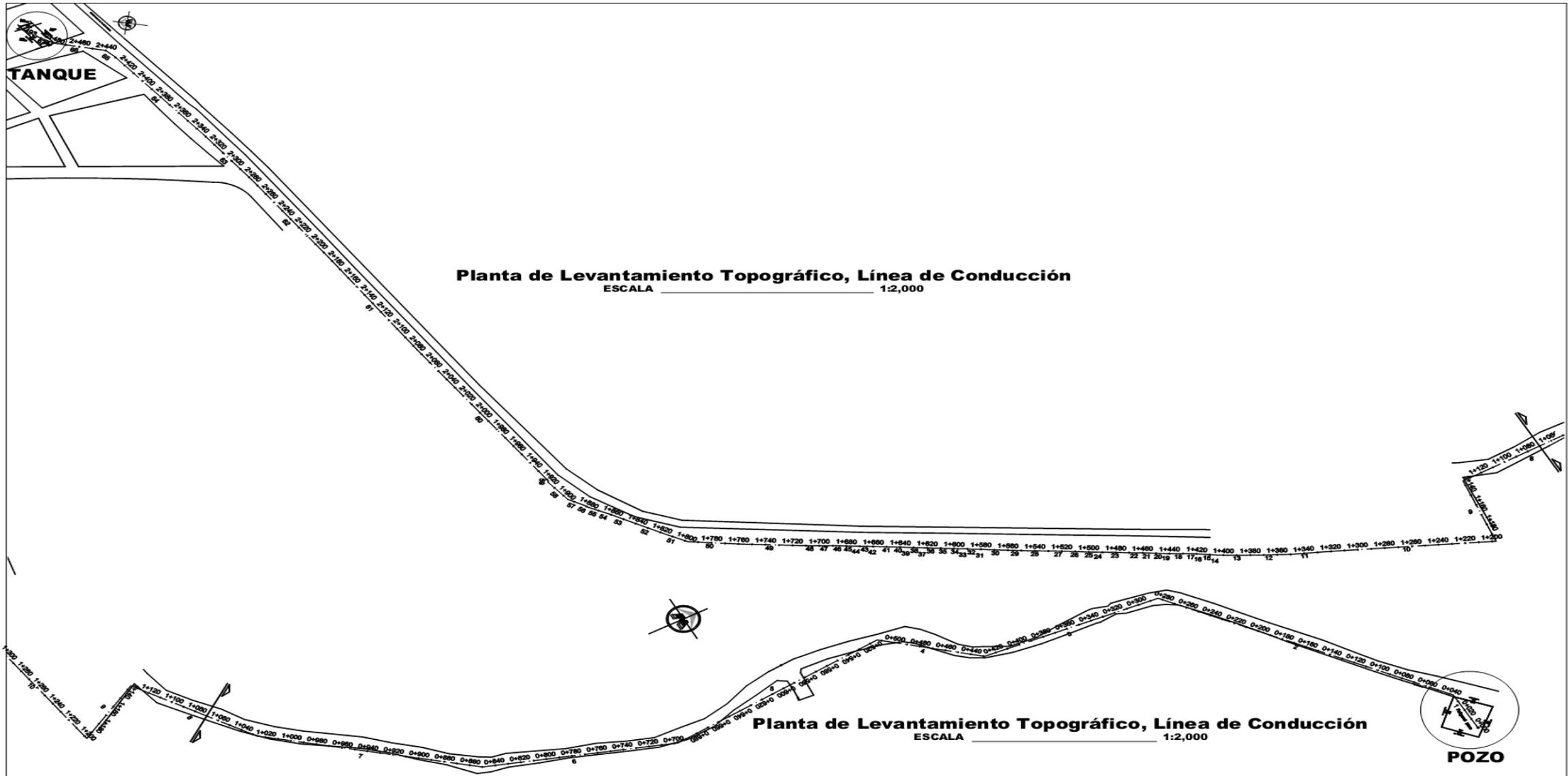
PRESENTADO POR:  
Br. Yader Antonio Cisneros

FECHA:  
Enero, 2017

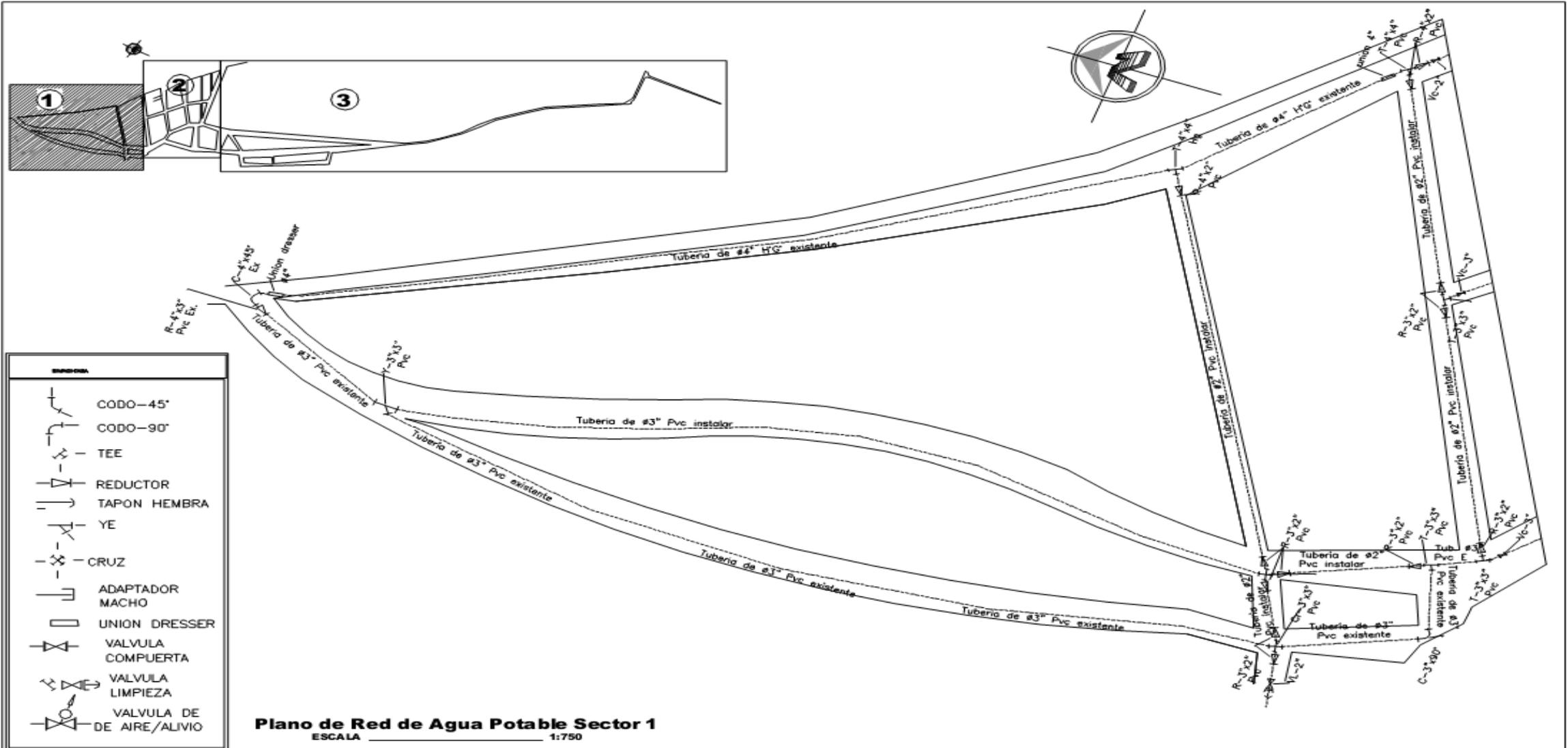
PROYECTO:  
"Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad de Miramar, Municipio de Nagarote, Departamento de León"

CONTENIDO:  
**PLANO DE CONJUNTO**

HOJA  
**2**  
**11**



	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN</b>	TUTOR: MSc. Ing. José Ángel Baltodano Maldonado PRESENTADO POR: Br. Yader Antonio Cisneros FECHA: Enero, 2017	PROYECTO: "Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad de Miramar, Municipio de Nagarote, Departamento de León"	CONTENIDO: PLANTA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, LÍNEA DE CONDUCCIÓN	HOJA <b>3</b> <b>11</b>
--	---	--	---	--	-------------------------------



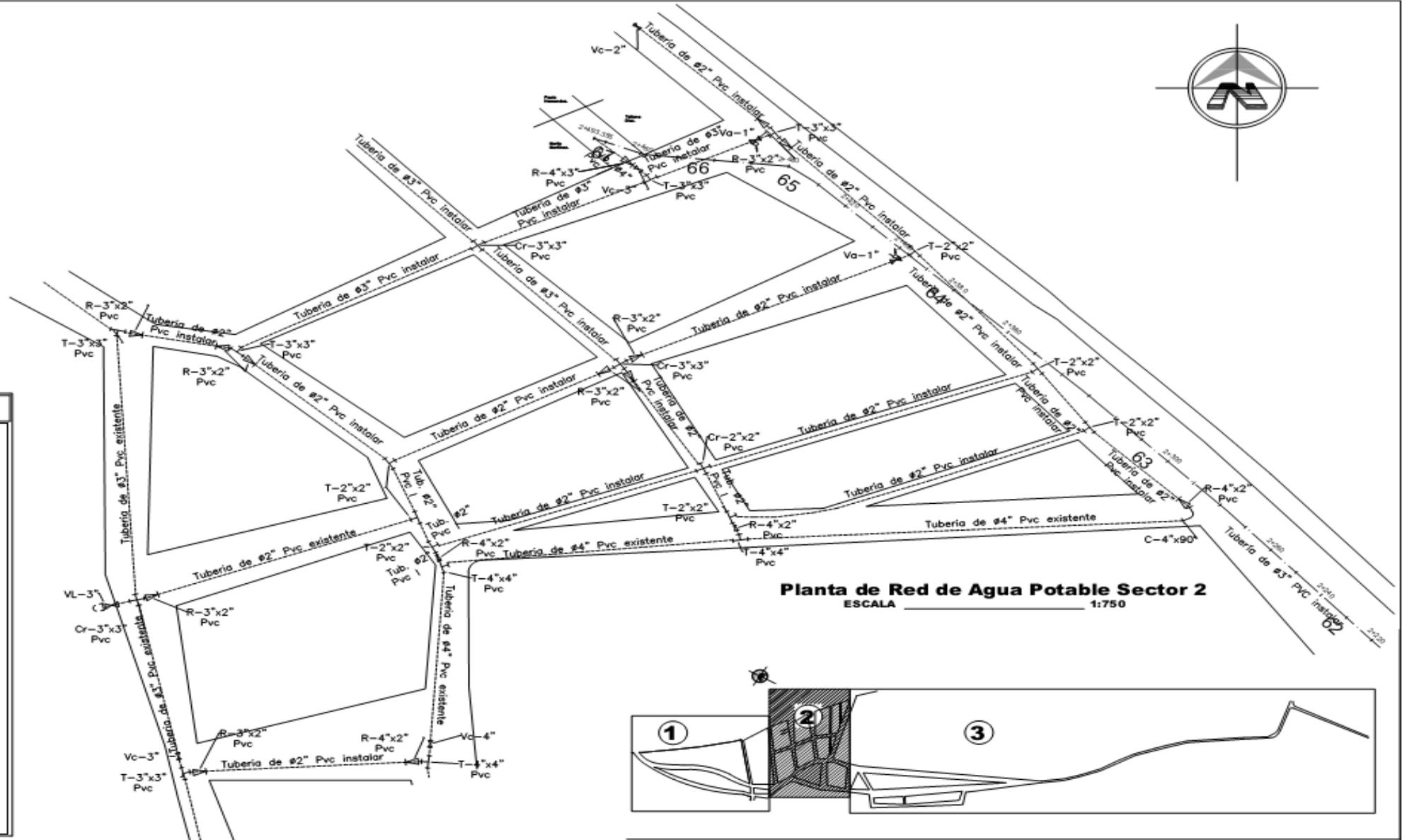
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

TUTOR:  
 MSc. Ing. José Ángel Saldaña Maldonado  
 PRESENTADO POR:  
 Br. Yader Antonio Cisneros  
 FECHA:  
 Enero, 2017

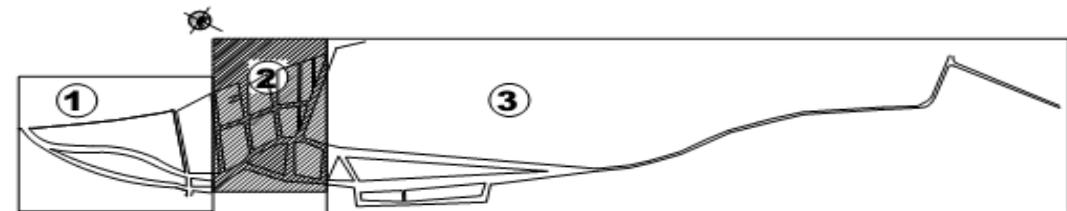
PROYECTO:  
 "Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad de Miamar, Municipio de Nagarote, Departamento de León"

CONTENIDO:  
**PLANTA DE RED AP - SECTOR 1**

HOJA  
**4**  
**11**



**Planta de Red de Agua Potable Sector 2**  
ESCALA 1:750



SIMBOLOGIA	
	CODO-45°
	CODO-90°
	TEE
	REDUCTOR
	TAPON HEMBRA
	YE
	CRUZ
	ADAPTADOR MACHO
	UNION DRESSER
	VALVULA COMPUERTA
	VALVULA LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE/ALIVIO



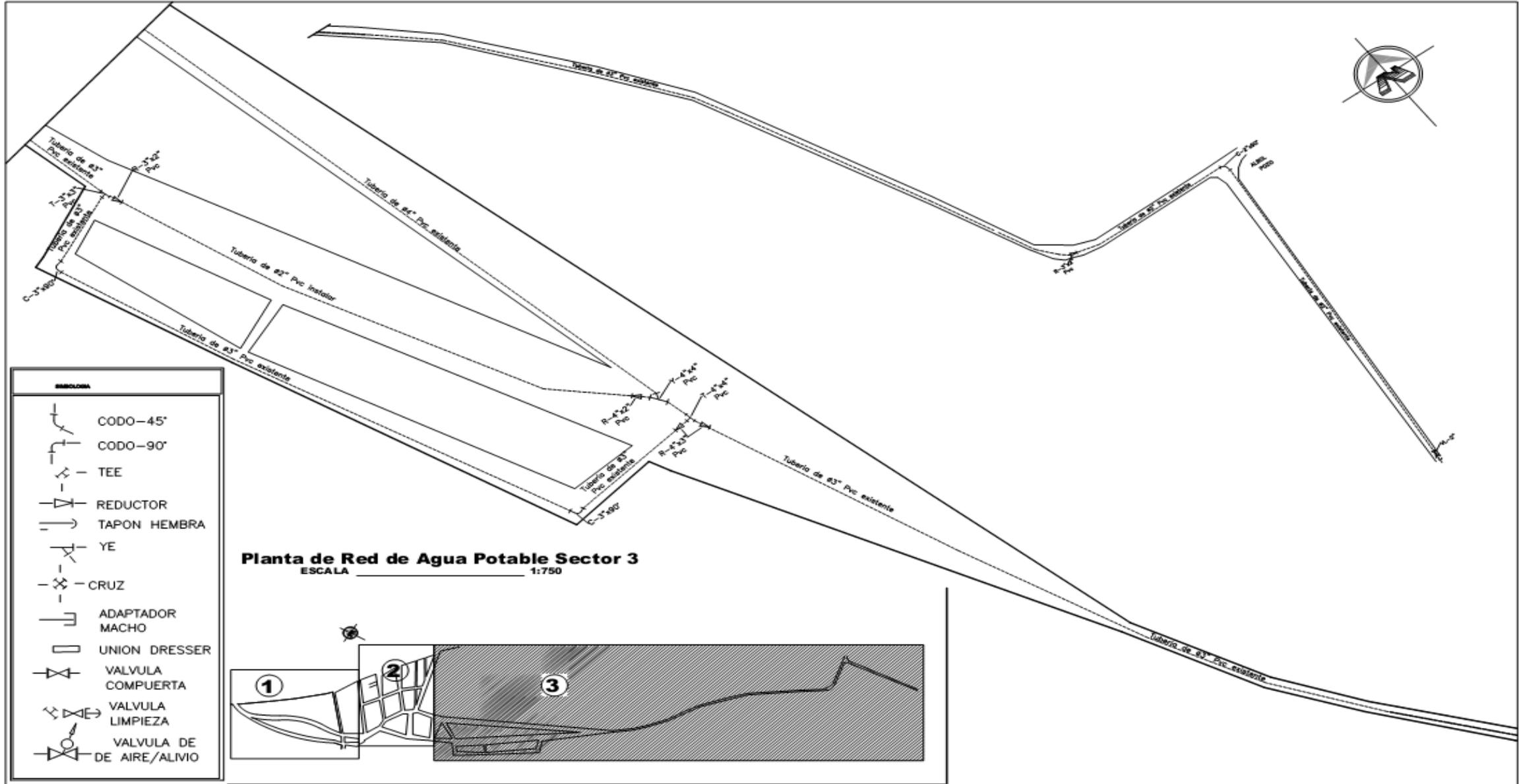
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

TUTOR:  
MSc. Ing. José Ángel Ballestrero Maldonado  
PRESENTADO POR:  
Br. Yoder Antonio Cisneros  
FECHA:  
Enero, 2017

PROYECTO:  
"Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad de Miramar, Municipio de Nagarote, Departamento de León"

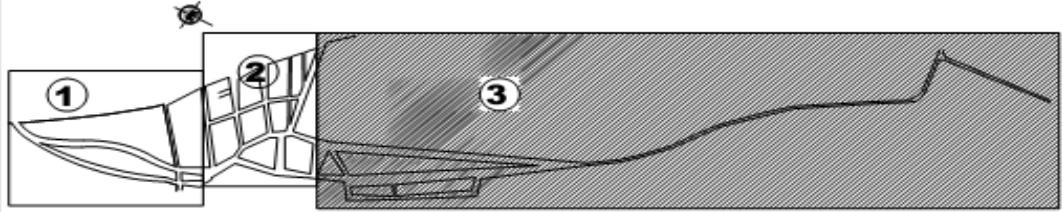
CONTENIDO:  
**PLANTA DE RED AP - SECTOR 2**

HOJA  
**5**  
**11**

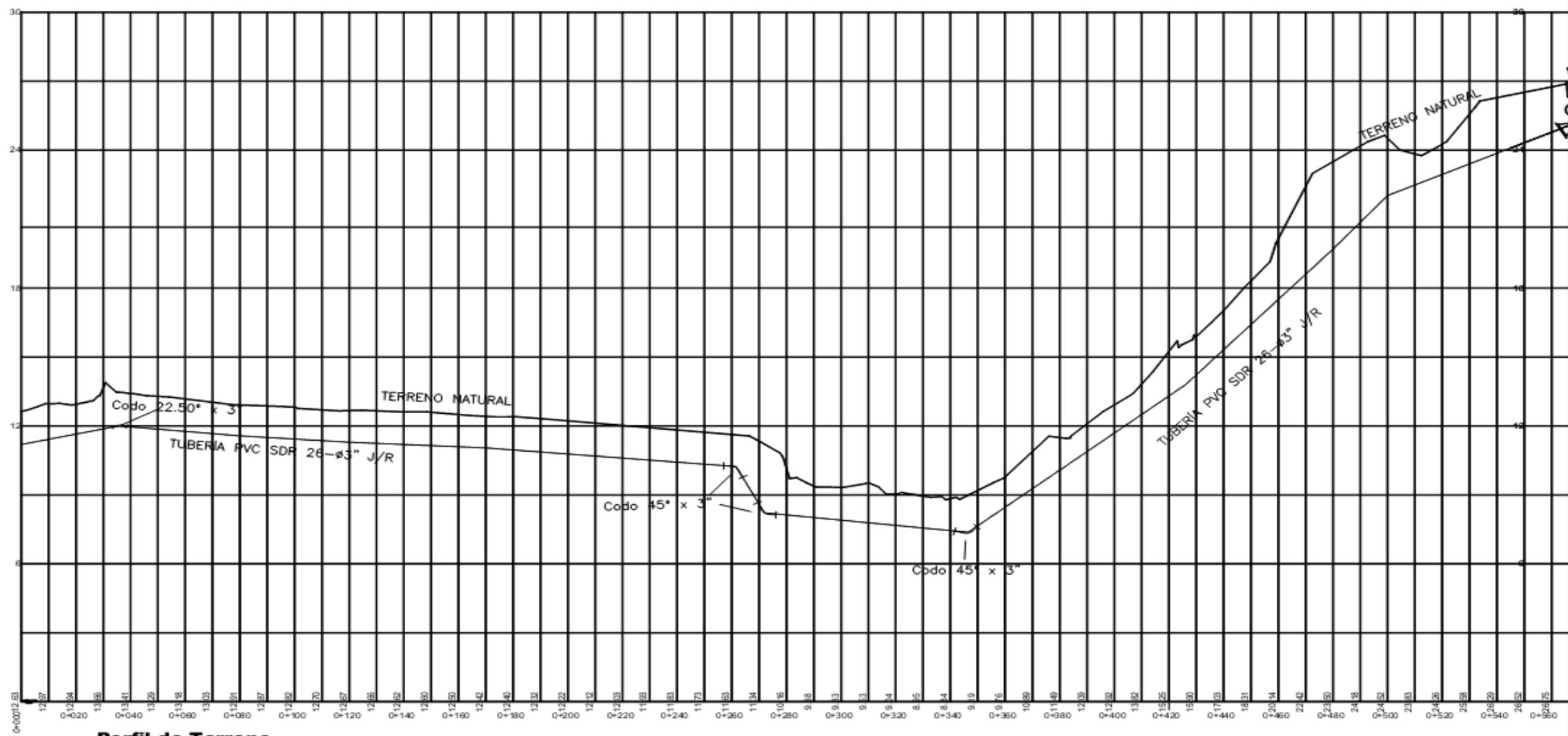


SIMBOLOGIA	
	CODO-45°
	CODO-90°
	TEE
	REDUCTOR
	TAPON HEMBRA
	YE
	CRUZ
	ADAPTADOR MACHO
	UNION DRESSER
	VALVULA COMPUERTA
	VALVULA LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE/ALVIO

**Planta de Red de Agua Potable Sector 3**  
 ESCALA 1:750



<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b>  <b>FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN</b></p>	TUTOR:	PROYECTO:	CONTENIDO: <b>PLANTA DE RED AP - SECTOR 3</b>	HOJA <b>6</b> <b>11</b>	
	PRESENTADO POR:	"Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad de Miramar, Municipio de Nagarote, Departamento de León"			
	FECHA:	Enero, 2017			



**Perfil de Terreno**

ESCALA 1:1,000



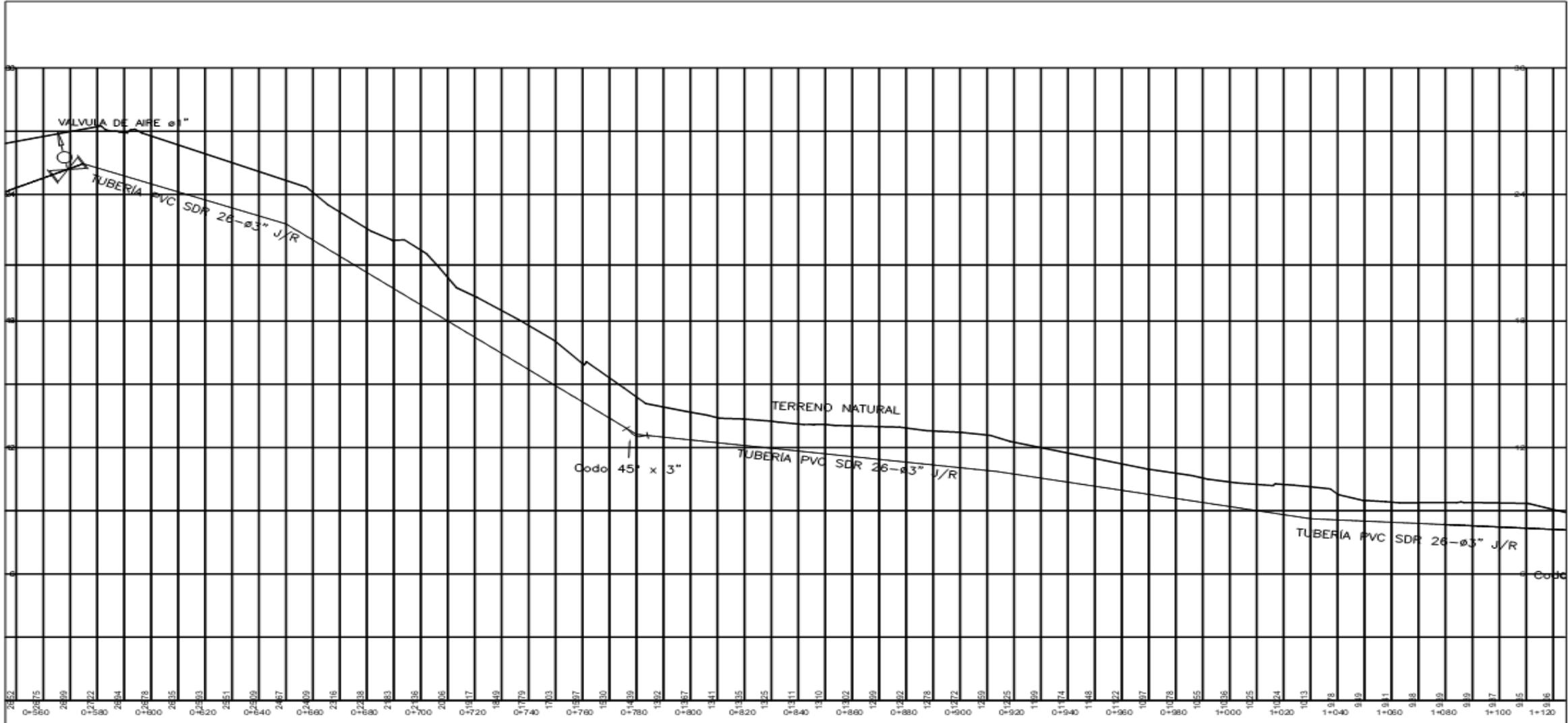
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

TUTOR:  
 MSc. Ing. José Ángel Ballesteros Maldonado  
 PRESENTADO POR:  
 Br. Yader Antonio Cisneros  
 FECHA:  
 Enero, 2017

PROYECTO:  
 "Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad de Miramar, Municipio de Nagarote, Departamento de León"

CONTENIDO:  
**PLANO DEL PERFIL DEL TERRENO Y TUBERÍA**

HOJA  
**7**  
**11**



**Perfil de Terreno**  
 ESCALA 1:1,000

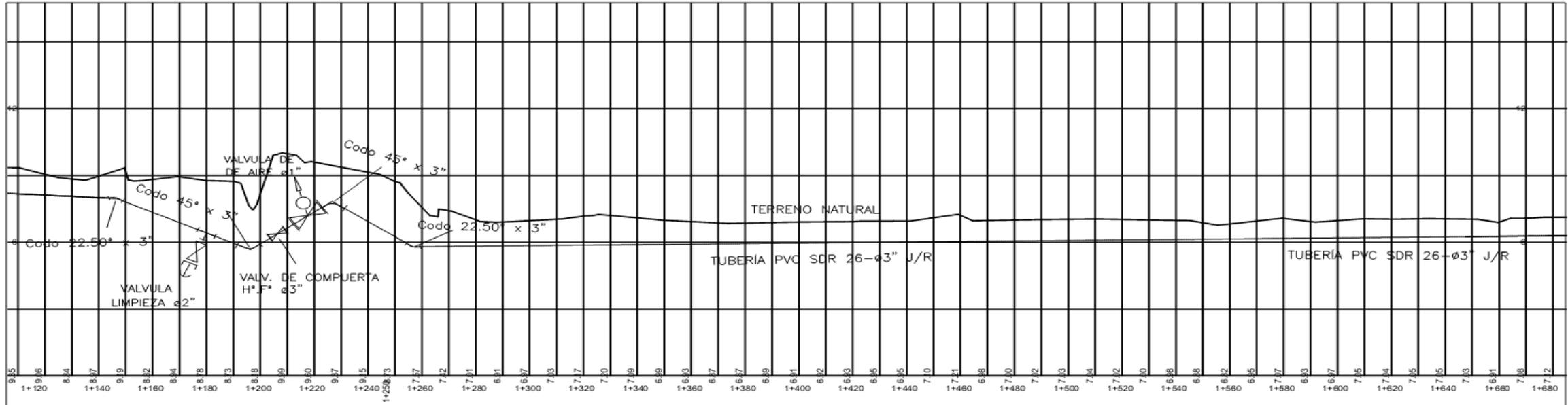


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

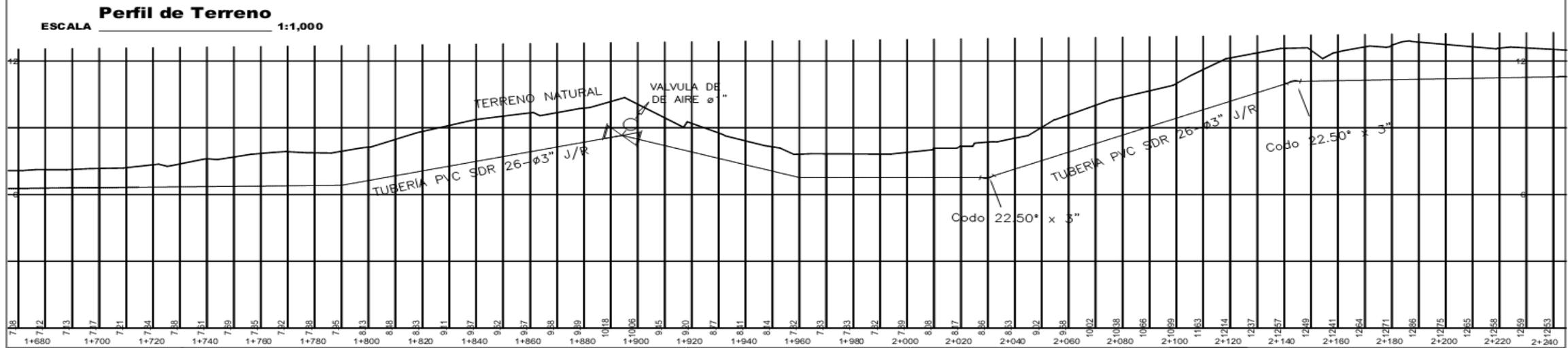
TUTOR:  
 MSc. Ing. José Ángel Ballodano Maldonado  
 PRESENTADO POR:  
 Br. Yader Antonio Cisneros  
 FECHA:  
 Enero, 2017

PROYECTO:  
 "Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad de Miramar, Municipio de Nagarote, Departamento de León"

CONTENIDO:  
**PLANO DEL PERFIL DEL TERRENO Y TUBERIA**



**Perfil de Terreno**  
 ESCALA 1:1,000



**Perfil de Terreno**  
 ESCALA 1:1,000



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

TUTOR:  
 MSc. Ing. José Angel Baltodano Maldonado  
 PRESENTADO POR:  
 Br. Yader Antonio Cisneros  
 FECHA:  
 Enero, 2017

PROYECTO:  
**"Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad de Miramar, Municipio de Nagarote, Departamento de León"**

CONTENIDO:  
**PLANO DEL PERFIL DEL TERRENO Y TUBERIA**

HOJA  
**9**  
**11**

### Perfil de Terreno

ESCALA 1:1,000

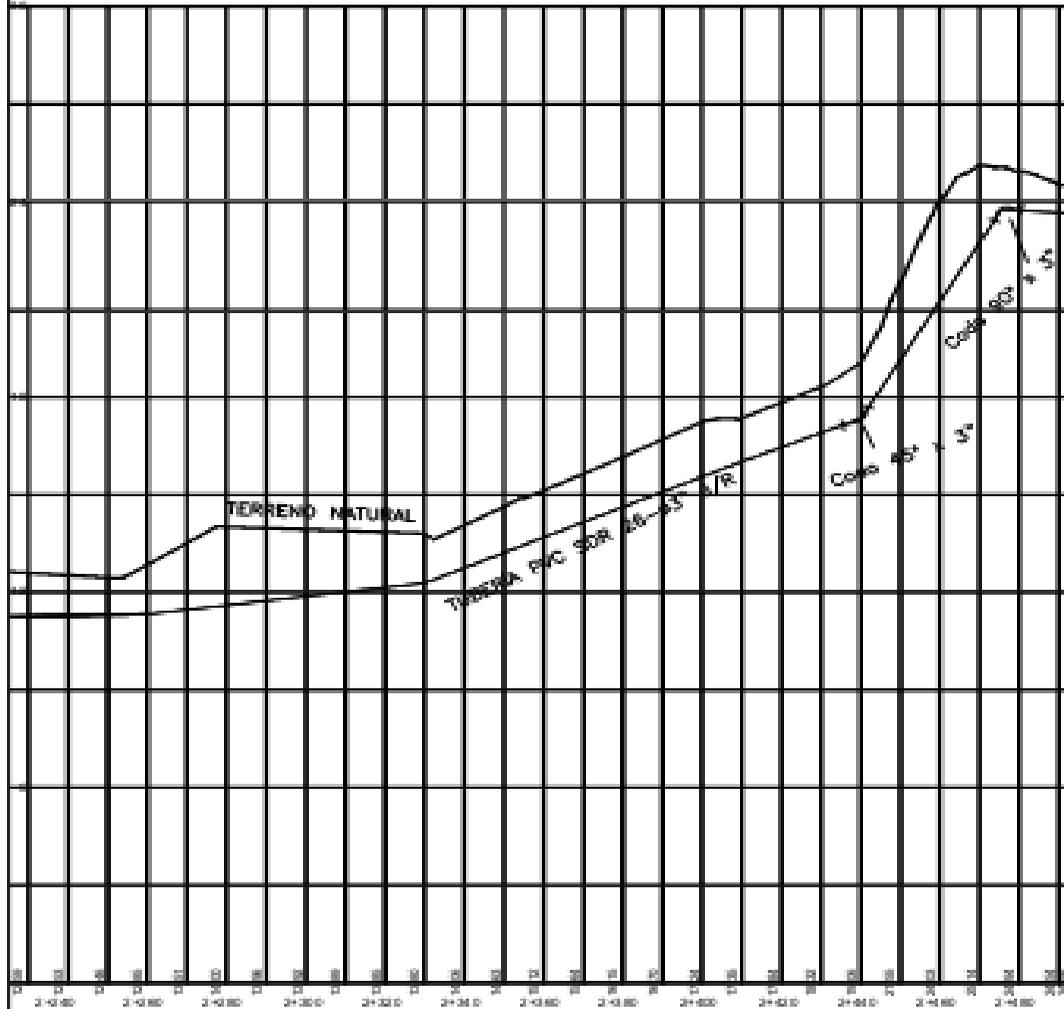


TABLA DE DATOS DEL PERFIL DEL TERRENO Y TUBERIA				
L+000	Distancia	Elevación	Elevación	Elevación
1	35+10	1087+2500	13+00	1076+30
2	36+00	1087+2200	13+00	1075+00
3	36+50	1087+1900	13+00	1073+00
4	37+00	1087+1600	13+00	1071+00
5	37+50	1087+1300	13+00	1069+00
6	38+00	1087+1000	13+00	1067+00
7	38+50	1087+700	13+00	1065+00
8	39+00	1087+400	13+00	1063+00
9	39+50	1087+100	13+00	1061+00
10	40+00	1087+200	13+00	1059+00
11	40+50	1087+500	13+00	1057+00
12	41+00	1087+800	13+00	1055+00
13	41+50	1087+1100	13+00	1053+00
14	42+00	1087+1400	13+00	1051+00
15	42+50	1087+1700	13+00	1049+00
16	43+00	1087+2000	13+00	1047+00
17	43+50	1087+2300	13+00	1045+00
18	44+00	1087+2600	13+00	1043+00
19	44+50	1087+2900	13+00	1041+00
20	45+00	1087+3200	13+00	1039+00
21	45+50	1087+3500	13+00	1037+00
22	46+00	1087+3800	13+00	1035+00
23	46+50	1087+4100	13+00	1033+00
24	47+00	1087+4400	13+00	1031+00
25	47+50	1087+4700	13+00	1029+00
26	48+00	1087+5000	13+00	1027+00
27	48+50	1087+5300	13+00	1025+00
28	49+00	1087+5600	13+00	1023+00
29	49+50	1087+5900	13+00	1021+00
30	50+00	1087+6200	13+00	1019+00
31	50+50	1087+6500	13+00	1017+00
32	51+00	1087+6800	13+00	1015+00
33	51+50	1087+7100	13+00	1013+00
34	52+00	1087+7400	13+00	1011+00
35	52+50	1087+7700	13+00	1009+00
36	53+00	1087+8000	13+00	1007+00
37	53+50	1087+8300	13+00	1005+00
38	54+00	1087+8600	13+00	1003+00
39	54+50	1087+8900	13+00	1001+00
40	55+00	1087+9200	13+00	999+00
41	55+50	1087+9500	13+00	997+00
42	56+00	1087+9800	13+00	995+00
43	56+50	1087+10100	13+00	993+00
44	57+00	1087+10400	13+00	991+00
45	57+50	1087+10700	13+00	989+00
46	58+00	1087+11000	13+00	987+00
47	58+50	1087+11300	13+00	985+00
48	59+00	1087+11600	13+00	983+00
49	59+50	1087+11900	13+00	981+00
50	60+00	1087+12200	13+00	979+00
51	60+50	1087+12500	13+00	977+00
52	61+00	1087+12800	13+00	975+00
53	61+50	1087+13100	13+00	973+00
54	62+00	1087+13400	13+00	971+00
55	62+50	1087+13700	13+00	969+00
56	63+00	1087+14000	13+00	967+00
57	63+50	1087+14300	13+00	965+00
58	64+00	1087+14600	13+00	963+00
59	64+50	1087+14900	13+00	961+00
60	65+00	1087+15200	13+00	959+00
61	65+50	1087+15500	13+00	957+00
62	66+00	1087+15800	13+00	955+00
63	66+50	1087+16100	13+00	953+00
64	67+00	1087+16400	13+00	951+00
65	67+50	1087+16700	13+00	949+00
66	68+00	1087+17000	13+00	947+00
67	68+50	1087+17300	13+00	945+00
68	69+00	1087+17600	13+00	943+00
69	69+50	1087+17900	13+00	941+00
70	70+00	1087+18200	13+00	939+00
71	70+50	1087+18500	13+00	937+00



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

TUTOR:  
 Ing. José Ángel Ballesteros Maldonado  
 PRESIDENTE PQR:  
 Sr. Yader Antonio Cisneros  
 FECHA:  
 Enero, 2017

PROYECTO:  
 "Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en la Comunidad de Miramar, Municipio de Naguato, Departamento de León"

CONTENIDO:  
**PLANO DEL PERFIL DEL TERRENO Y TUBERIA**

HOJA  
**10**  
**11**



## **ANEXO XIII: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.**

### **Instalación de tubería.**

#### **Excavación.**

Antes de iniciar la excavación de las zanjas, se deberá localizar y señalar las instalaciones domiciliarias de agua potable, alcantarillado sanitario, tubería de tragantes de aguas pluviales, instalaciones eléctricas y/o telefónicas subterráneas, tubería existente de Redes de Agua Potable, Alcantarillado Pluvial y cualquier otra estructura que esté o no indicada en los planos, y que pudieran encontrarse interceptando en alineamientos y niveles de la tubería a instalar.

La excavación de la zanja se efectuará de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos, por lo general estas zanjas para tubería de agua potable tienen una profundidad de 1.20 m, sobre la corona del tubo.

El ancho de zanja será igual al diámetro exterior de la tubería más 0.45 metros, colocando la tubería al centro de la zanja, manteniendo la verticalidad de las paredes de la misma, en toda su extensión.

El fondo de la zanja se conformará de tal forma que resulte un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo y óptimo para acomodar las campanas o juntas. La alineación de la tubería se hará de acuerdo a la línea indicada en los planos, o donde lo decida el ingeniero a cargo, quien podrá ordenar cambios en la alineación donde lo estime conveniente.

Si en el fondo de la zanja se encuentran materiales inestables tales como basura o materiales orgánicos, deberán ser removidos y sustituidos por material granular.

No se permitirán zanjas abiertas por períodos mayores de tres (3) días, antes de la colocación de los tubos, y las zanjas serán rellenas inmediatamente después que la tubería haya sido probada hidráulicamente y desinfectada.

Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera, se removerá hasta una profundidad de 15 cm bajo la superficie inferior del tubo. Luego la zanja deberá llenarse con material granular.

La instalación de tuberías se efectuará con herramientas y equipos apropiados para este fin. La instalación de tuberías y los accesorios de PVC será de acuerdo con especificaciones recomendadas por el fabricante.

### **Válvulas compuerta.**

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

### **Válvula de limpieza.**

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

Cuando se considere necesario, las zanjas u otras excavaciones deberán ser encofradas y arriostradas a fin de prevenir cualquier movimiento de tierra, protegerá los trabajadores y evitar cualquier daño en la tubería.

### **Remoción de agua.**

Se utilizará bombas u otro tipo de equipo para remover el agua de las zanjas u otras excavaciones. Se requiere que toda zanja se mantenga seca y no se permitirá que la

tubería o alguna estructura sean colocadas en presencia de agua. Es decir, remover toda agua que se colecte en las zanjas, antes y después que los tubos estén instalados.

### **Disposición de materiales excavados.**

Los materiales extraídos de la zanja serán colocados y dispuestos de tal manera que no obstruyan el tráfico de vehículos y peatones en los caminos o entradas a las casas

### **Prueba de Tubería.**

#### **Hidrostática y de estanqueidad.**

La finalidad de las pruebas de presión a que debe someterse la instalación, es la de verificar que todas sus partes hayan quedado correctamente instaladas, y que los materiales empleados estén libres de defectos o roturas.

La prueba de la tubería se hace a medida que la obra progresa, y en tramos no mayores de 300 metros.

La tubería se someterá a una prueba de presión hidrostática, equivalente a 1.5 veces la presión estimada de trabajo, no siendo inferior en ningún caso a 160 psi. Estas presiones de prueba deberán mantenerse durante no menos de una hora.

Durante la prueba deben revisarse todas y cada una de las juntas y accesorios, a fin de detectar cualquier filtración

### **Bloques de Reacción.**

Deberán colocarse bloques de reacción en los puntos donde los accesorios (tee, reductores, codos, tapones, etc.) sean de diámetro de 2" o mayor. Todos los bloques de reacción se construirán en tierra firme y las dimensiones de estos deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos.

### **Relleno y compactación.**

Las zanjas no deberán rellenarse hasta que la tubería sea sometida a una prueba hidrostática y estén alineadas.

Para relleno solamente deberá usarse materiales seleccionados provenientes de la excavación. El relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan los 10 cm. Si los materiales de la excavación no son aptos para el relleno, deberá colocarse material apto para este fin. No se permitirán piedras en el relleno, alrededor del tubo y las piedras de más de 0.10 cm serán extraídas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica.

### **Restauración de superficies.**

Deberá restaurarse a su condición original toda superficie removida durante la ejecución de la obra, incluyendo calles, caminos de acceso, etc.

### **Cruces de cauces.**

Los cruces de cauces se realizarán donde lo indiquen los planos y de conformidad con los detalles en ellos indicados.

La tubería a instalar en el lecho de los cauces será recubierta con concreto de acuerdo a lo que se indique en los planos.

### **Instalación de conexiones domiciliarias.**

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

La perforación de la tubería de alimentación se hará en un costado del tubo.

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

### **Estructuras de concreto reforzado.**

El concreto reforzado tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3,000 libras por pulgada cuadrada.

El acero de refuerzo deberá estar limpio de toda suciedad y óxidos no adherentes. Las barras se doblarán en frío, ajustándose sin errores a los planos.

El acero de refuerzo deberá colocarse exactamente en las posiciones indicadas en los planos y firmemente sostenido para evitar su corrimiento durante el vaciado del concreto. El revenimiento de la mezcla no deberá ser mayor de 4”.

La posición del refuerzo dentro de la formaleta deberá mantenerse por medio de dados de concreto de 5cm de lado y fijados con alambre de amarre. No se utilizará para tal fin guijarros, pedazos de piedra o ladrillos, tubería de metal o bloques de madera.

La colocación del concreto se hará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca sobre lodo suave o tierra seca o porosa.

### **Encofrado y desencofrado.**

El encofrado se hará con una estructura de madera para darle forma y rigidez a la estructura de concreto, mientras endurece el material aglutinante. La ejecución del desencofrado deberá realizarse de tal manera que la estructura principal tome carga de una manera gradual y uniforme (retiro ordenado y cuidadoso de cuñas, polines, puntales, etc).

Las losas de concreto se deberán desapuntalar después de 14 a 20 días sin aplicar cargas, las columnas aisladas luego de 7 días sin aplicar carga y lados de vigas y losas, 24 horas sin aplicar carga.

### **Curado del concreto.**

El concreto acabado de colocar se protegerá de la acción de la lluvia, corriente de agua y cualquier otro agente externo que pueda variarlo. Inmediatamente después de

terminada la colocación del concreto, deberá mantenerse la estructura en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros siete días.

Dado que el proceso de fraguado y endurecimiento del concreto es un cambio químico debido a la combinación del agua con las partículas de cemento, a este proceso se le llama hidratación, y puede lograrse por los siguientes medios:

Humedecimiento continuo de las superficies fundidas con rociado de agua limpia, mediante la aplicación de tela o papel absorbente humedecido continuamente; en caso de losas, deberá de preferencia mantenerse una lámina de agua de por lo menos 5cm, construyéndose rebordes perimetrales con cualquier material. Las superficies de concreto serán razonablemente lisas, libres de ratoneras, poroso protuberancias.

#### **Tanque de almacenamiento.**

##### **Movimiento de tierra.**

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las recomendaciones del diseño estructural y con las dimensiones y niveles indicados en los planos. La excavación se extenderá a una distancia tal de las paredes que permita llevar a cabo las diferentes operaciones de construcción e inspección de la Obra. Toda obstrucción, troncos, árboles y desperdicios en el área del movimiento de tierra será removida fuera del predio.

Previo a la excavación del tanque se tienen que hacer 4 sondeos en el perímetro del anillo del tanque, y a 20' de profundidad, para determinar la capacidad de soporte del suelo y los niveles de desplante recomendados.

Las zanjas, a fin de mantenerlas firmes y seguras, sea apuntarán y arriostrarán excavaciones en la forma requerida y aprobada. Se removerán los puntales a medida que la obra progrese, pero hasta que los terraplenes estén completamente seguros de colapsos y desprendimientos

**Estabilización del material blando.**

En toda el área donde se cimentará el tanque, el suelo deberá ser mejorado y compactado, hasta obtener un valor soporte no menor de 15 Ton/m<sup>2</sup>.

**Relleno y Terraplén.**

En ningún caso el relleno se depositará sobre una sub-base lodosa. Se depositará el material de relleno en capas horizontales no mayores de quince (15) centímetros de profundidad antes de su compactación. Se extenderá el relleno uniformemente y se compactará cada capa por medio de aplanadora, compactadora neumática y otros equipos aprobados hasta obtener del 95 al 100% de la densidad máxima con un contenido de humedad óptima.

**Concreto Reforzado.**

Excepto cuando se especifique de otra forma, el concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3,000 libras de compresión por pulgadas cuadrada.

Para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesaria para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con la Norma DIN 1045 (613-54 del ACI).

**Materiales.**

El Cemento a emplearse en las mezclas de concreto será Cemento Portland Tipo 1, sujeto a las Especificaciones DIN 1164 (ASTM C-150).

El Agregado Fino será Arena natural o manufacturada, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica o detrito de conchas marinas, sujeta a las especificaciones de la norma DIN 1045 (ASTM-C-33-59).

El Agregado Grueso será Piedra triturada o grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a Especificaciones DIN 1045 (ASTM-C-33-6IT). La grava no será mayor de un quinto (1/5) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos de

concreto, o tres cuarto (3/4) del espaciamiento libre mínimo entre varillas de refuerzo según lo recomendado por la Norma 613-54 del ACI.

El agua que se empleará en la mezcla del concreto deberá ser limpia, libre de aceite, ácido o cantidades perjudiciales de material vegetal, álcalis y otras impurezas.

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificaciones DIN 48811 (ASTM A-305) con un límite de fluencia de 34 Kp/cm<sup>2</sup> (40,000 lbs por pulgada cuadrada, de acuerdo a las especificaciones ASTM A-615-68, Grado 40). Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

### **Acero Estructural de Tanques.**

Todo el acero estructural general para la construcción de los tanques y torre (placas, techos, vigas, columnas y soportes), así como también, escaleras interior y exterior, tubería de entrada, salida, rebose y limpieza, marcador de nivel, etc., deben de cumplir con los requisitos de ASTM.

### **Erección.**

Todo trabajo de erección y otros trabajos relacionados se harán conforme a las especificaciones AWWAD-100-84.

### **Limpieza de los elementos de acero.**

Antes de ser colocados en la obra, toda lámina, perfil o elemento estructural de acero deberá ser limpiado mediante el procedimiento de chorro de arena (Sand Blasting), de manera que todo sarro o escoria de laminación sea removida.

### **Soldaduras.**

Todas las soldaduras en el tanque se deberán hacer en forma tal que asegure la función completa con el metal base, dentro de los límites especificados para cada clase de unión y estrictamente de acuerdo con los procedimientos de la American Welding Society. No se deberá soldar cuando la superficie de las partes a soldar esté mojada por lluvias, ni estén haciendo vientos muy fuertes que imposibiliten la realización de un trabajo de primera calidad.

## **Pintura.**

### **Generalidades.**

La preparación de superficie y las pinturas deberán ser conforme a la DIN 1050 (AWWA-D102-84), excepto donde se disponga otra cosa en estas especificaciones. No deberá usarse dentro del tanque pinturas, imprimadores o diluyentes que sean perjudiciales al agua potable.

Toda la pintura deberá ser aplicada por pintores experimentados, el cual el Ingeniero deberá aprobar, previa presentación de ternas por parte del contratista, sobre superficies limpias y perfectamente secas, de modo de formar una capa delgada pero completa y uniforme sobre todas las superficies. Se dejará que cada capa se seque completamente durante por lo menos 24 hrs. antes de aplicar la capa siguiente.

### **Preparación de Superficie.**

Todas las planchas y otros materiales de acero que se empleen en el tanque y sus accesorios deberán ser previamente limpiados de toda escama de fábrica, orín u otros materiales extrañas mediante inmersión en baños limpiador de ácido, o mediante chorro de arena. Toda limpieza deberá ser completa e integral y deberá dejar el acero en las mejores condiciones posibles para pintar.

### **Imprimador.**

Todo el acero, con excepción con la superficie de contacto y los bordes, deberán ser recubierto en el taller con un imprimador anticorrosivo. El imprimador deberá ser compatible con la pintura final que se vaya a emplear. El imprimador de taller deberá aplicarse sólo a superficies secas y en el mismo día que el acero ha sido limpiado. El mismo imprimador ha de ser utilizado para retoque en el campo. Dichos retoques en el campo deberá incluir todas las superficies soldadas y áreas adyacentes, además de todos los lugares donde la capa aplicada en el taller haya sido dañada. Todo desperdicio de soldadura, orín, polvo, sedimento de aceite y agua deberán ser removido antes de aplicar el imprimador.

**Pintura:** El interior del tanque deberá pintarse de acuerdo con el sistema de pintura interior N° 4 de la AWWA-D102-84, con cuatro capas de un espesor total mínimo de película seca de 9 milésimas de pulgada.

El exterior del tanque deberá pintarse de acuerdo, con el sistema de pintura exterior N° 1 de la AWWA-D102-84, con cuatro etapas de un espesor mínimo de película seca de 6 milésimas de pulgada

#### **Válvulas de Compuerta con Bridas.**

Serán diseñadas para soportar una presión de trabajo no menor de 200 PSI y fabricadas conforme a las normas AWWA C – 500-71, con hierro fundido de ASTM a 126. Llevarán compuerta de doble disco; asientos paralelos de bronce; vástago de bronce no levadizo y rueda con cierre en el sentido de las agujas del reloj para operarlas; llevarán interior y exteriormente un revestimiento protector y tendrán bridas en los extremos según especificaciones AWWA C – 207, clase 125. Se deberán proveer con sus respectivos compañeros de brida de acero. Las partes ferrosas de las válvulas de compuerta de 32 y mayores serán fabricadas de hierro fundido con asiento paralelos de bronce y doble disco, vástago de bronce no levadizo con cierre en el sentido de las manecillas del reloj, provistas de tuerca de operación de 2" x 2", conforme normas AWWA C-500-71, para una presión de trabajo de 140 psi.

Las partes ferrosas de las válvulas, excepto las superficies pulidas, deberán recibir dos capas de pintura asfáltica.

Las válvulas con diámetros iguales o mayores de 3" estar provistas de bridas en los extremos, según normas ANSI-B-16.1-60, debiéndose acompañar con sus respectivos compañeros de brida de hierro fundido y rosca hembra.

Las válvulas de 2" diámetro o menores serán similares a las fabricadas por Mueller, modelo H-10201 y tendrán extremos de rosca hembra que se unirán mediante adaptadores a las tuberías de PVC.

#### **Tubería y Accesorios de Hierro Galvanizado.**

Las tuberías y accesorios de hierro galvanizado serán cédula 40, debiendo ajustarse a las especificaciones ASTM A-366 con un recubrimiento mínimo de 600 gramos/m<sup>2</sup> de Galván. Llevarán una rosca hembra tipo NPT.

#### **Junta Dresser.**

Serán de hierro fundido sirviendo para el acople o unión directa entre los accesorios de HF de extremos lisos y los extremos maquinados de la tubería de PVC o de acero. Se requieren uniones dresser estilo 38. Se recomienda la serie 212 del Baker Steel Transition Couplings, Cat NO 212-S-Lo similar.

#### **Válvulas de Compuerta de Hierro Fundido.**

Las válvulas indicadas en la red de distribución y tubería de limpieza serán de compuerta y cuerpo de hierro fundido, montado en bronce de disco sólido, asiento paralelo, vástago no levantadle, bonete roscado y diseñado para una presión de trabajo de será fabricado ASTM 250 PSI.

Los extremos de las válvulas serán lisos, para ser unidos (embonados) con tubería y se ajustarán a las especificaciones AWWA – C 500 – 71, se abrirán con rotación opuesta a las del reloj y tendrán un sombrero de operación de 2"x2". Serán de la marca Mueller modelo no A- 230-20 con aditamento no A- 398 o similar aprobada. Las partes ferrosas de las válvulas y sus anclajes, excepto las superficies pulidas, deberán recibir dos capas de pintura asfáltica posterior a su instalación.

### **Cajas de Válvulas.**

Para válvulas de 3" o mayores, las cajas serán de hierro fundido y se colocará una en cada válvula de compuerta. Las cajas serán de dos piezas cilíndricas ajustables. La base de la caja deberá rodear la tuerca de operación de la válvula y estar apoyada en el relleno de tierra y no directamente sobre el cuerpo de la válvula o la tuerca de operación.

En el caso de las válvulas de 2", las cajas serán de hierro fundido de tipo ajustable, con varilla de extensión y con base en forma de arco. La sección superior deberá ser de 2" de manera que permita el uso de una llave cruz para operarla. Las deberán descansar sobre la base de hierro.

### **Tubería PVC.**

La tubería de PVC deberá cumplir satisfactoriamente con la norma D-2241 en lo que respecta a diámetro nominal, diámetro exterior, diámetro interior, espesor de pared del tubo, longitud, peso y capacidad de soporte de presión.

Todas las tuberías y accesorios de PVC deberán ajustarse y cumplir con la norma comercial C5256-63 para agua potable.

Todas las tuberías PVC deberán llevar marcado lo siguiente:

- Marca del fabricante.
- Código de fabricación, designando como mínimo la fecha de fabricación.
- Diámetro nominal.

- Tipo, Grado, Valor SDR y la presión de servicio.
- ASTM D 2241.

Sello o marca del laboratorio que certifica el producto para el transporte de agua potable.

Los empaques y lubricantes proyectados para usarse con la tubería de PVC, deberán ser fabricados de material que sean compatibles el uno al otro con el material de plástico, cuando son usados juntos. El material no deberá soportar el crecimiento de bacterias ni adversamente afectar la calidad potable del agua que está siendo transportada. Deberá suministrarse el lubricante recomendado, para lograr la unión de las tuberías, en un 30% en exceso de la cantidad estimada requerida no deberá usarse lubricantes derivados del Petróleo.

Los empaques de caucho de las tuberías PVC serán moldeados en una sola pieza y serán conforme con los requerimientos de ASTM F477 para aplicación de alta carga hidráulica.

Todos los accesorios serán Cédula 40 y de junta rápida (con empaque) para los de 2" y mayores, los codos, uniones, y demás accesorios comprendidos en el rango de 1½" hasta ½", serán de extremos lisos (Slip x Slip), para unirse con cemento PVC.

La pega cementante o cemento solvente, deberá ser una solución de PVC, clase 12454-B y deberá cumplir con la norma ASTM D-2564.

### ***Conexiones Domiciliares.***

La tubería a utilizarse en las conexiones domiciliarias será de PVC, cédula SDR-13.5 para operar con una presión de trabajo de 315 psi. El tipo de unión para la tubería de ½" será con extremo acampanado para hacer uniones cementadas.

## ANEXO XIV: Fotografías.



Foto 1: Estación total, utilizada para el levantamiento topográfico de la Comarca de Miramar.



Foto 2: Toma de puntos.



Foto 3: Toma de puntos.



Foto 4: Medición del NEA y toma de muestras.