



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA.

RECINTO UNIVERSITARIO

RUBÉN DARÍO.

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS.

SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL.

TÍTULO:

“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE EN LA COMARCA
MOMOTOMBO – LA PAZ CENTRO, DEPARTAMENTO DE LEÓN
EN EL PERIODO 2009 – 2029”.

ELABORADO POR:

BR. ROSA AMELIA AGUILAR ROMERO.

BR. FRANCISCO JOSÉ OBANDO GONZÁLEZ.

BR. RUDY ESQUIPULAS BRENES RUÍZ.

TUTOR:

ING. ERNESTO CUADRA CHÉVEZ.

MANAGUA, NICARAGUA

JUNIO - 2010

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por sobre todas las cosas; sin su gran apoyo no habiéramos podido alcanzar nuestras metas.

A nuestros padres y familias que estuvieron siempre brindándonos su incondicional apoyo, amor, entrega y fe que siempre tuvieron en nosotros, para la culminación de nuestros estudios universitarios.

A nuestro tutor el Ingeniero Ernesto Cuadra Chévez y al Ingeniero Víctor Tirado Picado por atendernos cuando lo requeríamos.

Agradecemos a nuestros monitores de tesis por su valiosa asesoría para con nuestro trabajo y queremos agradecer especialmente al departamento de Ingeniería, de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario (ENACAL); en especial al Ing. Jairo Cruz, Ing. Freddy Rodríguez, por todos los conocimientos que compartieron con nosotros y por su valioso tiempo dedicado a esta tesis. Así mismo a todos los profesores que a lo largo de nuestra formación profesional, compartieron sus conocimientos, sus vivencias, su amistad y sus exigencias académicas.

Al C.E.P.S en especial al Ingeniero Héctor López y la Licenciada Candelaria Zambrana, por darnos su apoyo económico y por brindarnos su amistad incondicional.

A cada uno de nuestros amigos que han compartido nuestros esfuerzos, luchas y esperanzas. A ellos que han puesto su granito de arena y nos han hecho mejores seres humanos.

Con eterna gratitud, desde lo más profundo de nuestro corazón.

Rosa Aguilar.

Francisco Obando.

Rudy Brenes

Dedicatoria.

Primeramente a DIOS todopoderoso por estar siempre en mi sendero, guiándome e iluminándome y motivar en mí la fe para lograr coronar mi carrera.

A mi Mamá, Elizabeth Romero Sandino por haberme dado el don de la vida y poder disfrutar de este gozo de coronar mi carrera, mil gracias madre mía por tenerte en mi vida, sos una gran mujer y te admiro.

A mis hermanas Maryourie y María; las dos siempre me han acompañado y aconsejado, las quiero.

A mi familia en especial a mis tías Magdalena, María y Sofía; que sin su amor, consejos y paciencia; no estaría en el camino correcto. Les debo mi gratitud eterna, que el Señor me las bendiga y fructifique lo que me han dado, las quiero.

A mis primas, en especial a Jenny Toruño y Justina Moncada que siempre estuvieron ahí para oír mis ideas, gracias.

A mi amigo Elías Gonzales, mi profe, gracias por haberme ayudado cuando yo te requería sin poner peros, gracias.

A los amigos que nos ayudaron a realizar el levantamiento topográfico en especial a Don Rodrigo Gutiérrez y Marvin Bustamante, gracias por ser unos amigos tan profesionales, mis bendiciones.

A mis sobrinas y sobrinos, en especial a Fret, Elsita y Fernanda que con solo una sonrisa me enseñaron que los problemas pasan.

A Gonzalo Rojas, que me enseñó a valorar a la familia, gracias por todo tu apoyo.

A mis amigos y amigas, de secundaria, universidad, por su respaldo y consideraciones en todo el período de mi formación.

Rosa Amelia Aguilar Romero.

Dedicatoria

Dedico mi tesis para optar al título de ingeniero Civil:

A DIOS primeramente por haberme ayudado en todo tiempo, dándole fuerzas a mi vida para alcanzar mis metas propuestas.

A mis padres:

Tomás Obando y Luz M. González por haberme apoyado en todos mis estudios y bendecirme con el don de la vida, los quiero mucho.

A mis hermanos y hermanas, por darme su apoyo y aliento cuando más lo necesité.

A mis amigos por brindarme su amistad y comprensión en los momentos más difíciles.

Francisco José Obando González

Dedicatoria

Primeramente a:

Díos, el señor supremo y creador de todo lo que existe en este mundo, por estar siempre en mi sendero, guiándome e iluminándome y permitirme llegar a este momento de mi vida y conquistar una meta más.

A mis Padres:

Ángel Segundo Brenes Gutiérrez y Nereyda Isabel Ruíz Rivera.

Por haberme dado el don de la vida y poder disfrutar de este jubilo de haber coronado mi carrera que con todos los sacrificios y esfuerzos que ellos hicieron para así, hoy poder lograrlo les estaré eternamente agradecido con ellos. Hoy quiero decirles que los quiero mucho y los aprecio, gracias por todo su apoyo en la trayectoria de mi vida.

A mis Hermanos:

Luis Ángel Brenes Ruíz y Nereyda Isabel Brenes Ruíz.

Por su compañía, confianza y por motivar en mí, ser ejemplo para ustedes de triunfar en la vida.

A mis Dos abuelitas:

Etefvina Rivera Toruño, mi abuela materna por haberme visto desde pequeño dar mis pasos hacia lograr lo que hoy soy y apoyarme incondicionalmente y moralmente siempre en todo.

A mi abuelita paterna, Guadalupe Gutiérrez. Gracias por ser tu nieto y por haberme enseñado lo bueno y lo malo, al igual por tus consejos y demostrarme la verdadera fe y religión con Dios.

A mis tíos, tías; primos y primas y amistades por compartir los momentos de alegrías y tristezas de mi vida, y en especial este logro alcanzado. También dedico este triunfo junto con mis compañeros de tesis: Rosa y Francisco, que los estimo y aprecio mucho, gracias por compartir con ustedes y haberlos conocidos en mi camino.

A mi novia:

Milagros de Los Angeles Calderón Narváez, mi querida novia que la quiero demasiado, por la cual estoy y estaré enamorado siempre de ella. Gracias señor por haberla conocido y puesto en mi camino.

Rudy Esquipulas Brenes Ruíz.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I	GENERALIDADES.	
1.	Introducción.	2
1.1	Antecedentes.	4
1.2	Justificación.	5
1.3	Objetivo general.	6
1.3.1	Objetivos específicos.	6
1.4	Marco teórico.	7
1.4.1	Conceptos básicos.	7
1.4.2	Criterios de diseño.	14
1.5	Diseño metodológico.	46
1.6	Hipótesis.	47
CAPÍTULO II	DIAGNÓSTICO.	
2.	Diagnostico.	48
2.1.	Descripción general de la Comarca de Momotombo.	49
2.1.1.	Información general.	49
2.2.	Descripción del sistema de abastecimiento de agua potable existente.	57
2.2.1.	Operación del sistema de abastecimiento de agua potable.	57
2.2.2.	Situación de la captación o pozo.	58
2.2.3.	Calidad del agua producida.	58
2.2.4.	Situación de la línea de conducción.	59
2.2.5.	Situación del tanque de almacenamiento.	59
2.2.6.	Situación de la red de distribución.	60
2.2.7.	Análisis hidráulico de la red.	60
2.2.8.	Información de la perforación del pozo a explotar	61

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO III	DISEÑO DEL SISTEMA.	
3.	Memoria de diseño.	66
3.1.	Periodo de diseño.	66
3.2.	Proyección de población.	66
3.3.	Estimado de consumo.	67
3.3.1.	Consumos.	67
3.4.	Calculo del caudal de diseño.	68
3.5.	Estación de bombeo.	71
3.5.1.	Características del equipo de bombeo.	71
3.5.2.	Calculo de la potencia de la bomba y el motor.	72
3.6.	Línea de conducción.	76
3.7.	Red de distribución.	76
3.8.	Tanque de almacenamiento.	77
3.8.1.	Diseño del almacenamiento.	77
3.9.	Conexiones domiciliarias.	79
3.10.	Tratamiento del agua.	79
CAPÍTULO IV	EVALUACIÓN AMBIENTAL.	
4.	Evaluación ambiental.	81
4.1.	Requisitos legales para la evaluación ambiental.	81
4.2.	Instrumentos ambientales del sistema de gestión ambiental con el marco legal nacional.	82
4.3.	Descripción del proyecto.	84
4.4.	Descripción general del área de influencia del proyecto	85
4.5.	Identificación de recursos naturales y humanos afectados	86
4.6.	Evaluación del impacto ambiental (E.I.A.)	89

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO V	PRESUPUESTO GENERAL.	
	5. Presupuesto estimado.	106
CAPÍTULO VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
	6. Conclusiones.	110
	6.1. Recomendaciones.	112
	Bibliografía	113

ÍNDICE DE ANEXOS

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
	ANEXO A Especificaciones técnicas	115
	ANEXO B Memoria de cálculo	128
	ANEXO C Ilustraciones:	138
	ANEXO D Datos de selección bomba sumergible y equipo de bombeo suministrado por técnicas McGREGOR S.A	153
	ANEXO E Tablas de resultados de: Proyección de población y consumo. Cálculo de volumen de almacenamiento Dosificación. Resultados del análisis hidráulico en Epanet	154 155 156 157 158
	ANEXO F Cálculo de golpe de ariete	187
	ANEXO G Informe de topografía	189
	ANEXO H Juegos de planos	198

CAPÍTULO I
GENERALIDADES.



1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad el aumento de la población y la crisis económica que enfrenta el país han provocado una situación precaria en el desarrollo del sector agua potable, tanto a nivel Departamental como a nivel de Comarca, afectando más a estos anteriores mencionados; ya que presentan un desarrollo mínimo, debido a que la mayoría de las Comarcas se catalogan como asentamientos paulatinos.

La Comarca de Momotombo se encuentra ubicada en el Municipio de La paz Centro, Departamento de León con una población de 3767 habitantes según datos de la Alcaldía de La Paz Centro, cuenta con un sistema de agua potable, en donde el servicio es suministrado por Enacal a través de una estación de bombeo ubicada al Nor -- Oeste de la localidad, en donde se extrae el agua de una fuente subterránea.

El Sistema de abastecimiento de agua potable de esta localidad ya cumplió su periodo de diseño, presentando así deficiencias en el servicio, siendo necesario buscar una alternativa para este problema.

En busca de esta alternativa la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN -- Managua) en conjunto con la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL) y el Centro de Estudios y Promoción Social del Departamento de León -- La Paz Centro (CEPS); teniendo como objetivo mejorar las condiciones de vida de la comunidad, apoyaron a la realización de la Propuesta del Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable.

Con esta propuesta de Diseño se rehabilitará todo el Sistema existente por medio de la acometida de nuevas tuberías y contadores, la instalación de una bomba, sarta y sus accesorios teniendo en cuenta que el pozo ya esta perforado, construcción de un tanque de mayor capacidad que el existente, presentar un presupuesto estimado del alcance de la obra, para así solucionar el problema que tiene la Comunidad.



Este informe contempla los resultados del Diseño hidráulico de la red de Abastecimiento de Agua Potable (utilizando el software de Epanet), planos constructivos de la obra y un presupuesto estimado de la misma, que se ha preparado en función de los resultados de la recopilación de información del sistema actual.

Para ello se tomaron en consideración las investigaciones de reconocimiento del sitio, recopilación de información básica, censo, investigación de la infraestructura actual, estudio topográfico (planimetría y altimetría), observaciones y comentarios del departamento de Ingeniería de ENACAL y del Coordinador de la Carrera de Ingeniería Civil de la UNAN – Managua.



1.1. Antecedentes.

En el área de Momotombo, ENACAL ha perforado hasta la fecha cuatro pozos, de los cuales dos de ellos se construyeron a principios de la década de los 70, otro al inicio de los 80 (Instituto) y el último pozo el cual se encuentra en operación, a principio de la década de los 90.

La fuente actual, ubicada al noroeste de la ciudad, con las coordenadas UTM N1224.814, W8637.753. Es explotada a razón de 185 galones/min.; sin embargo en el 2000 se estuvo explotando a razón de 225 Gpm; presentado la bomba, problemas de achicamiento.

Se realizó una visita de campo, en la cual se determinó que todos los pozos antiguos fueron sacados de operación por mala calidad de agua; los dos primeros por encontrarse cercano al Lago Xolotlán y el tercero por contaminación por letrinas.

El Departamento de Perforación de Pozos de Enacal dio instrucciones para realizar una inspección técnica en Momotombo, Municipio de La Paz Centro, Departamento de León, con el objetivo de evaluar si es factible desde el punto de vista Hidrogeológico la perforación de un pozo en el sector. Fuente que será utilizada para el refuerzo o reemplazo de la actual.

El 10 de agosto del 2009, el Ingeniero Evaristo Perez por parte de la empresa GEORIEGO y el centro de estudios y promoción social (CEPS), dieron inicio a la perforación de un pozo , ubicado en el empalme de Momotombo - Malpaisillo, sector conocido como las colinas, predio donado por la alcaldía de La Paz Centro, con las coordenadas UTM N1372.606, W5386.64.

En la zona de Momotombo, las principales actividades económicas son: la agricultura, la ganadería y la pesca. En el sector de la agricultura, la población se dedica al cultivo de maíz, frijoles y ajonjolí, éste último rubro es comercializado con los mercados de León y Chinandega. La crianza de ganado es de doble propósito carne y leche para venta local. Otra actividad que está bastante definida es la pesca para auto consumo y comercio externo. Existe una Planta Geotérmica, la cual genera empleos a la población.



En los últimos años se ha venido desarrollando el turismo, porque además de tener el sitio histórico de las Ruinas de León Viejo, están las aguas termales, el Museo IMABITE, la Isla Rosa.

No hay presencia de instituciones estatales; los servicios básicos son pagados en La Paz Centro que es su Municipio.

1.2. Justificación.

Las razones por el cual es necesario realizar este trabajo son las siguientes:

- Debido al aumento de la población, el abastecimiento de agua potable existente; es insuficiente para la actual demanda, sumándole a este factor el deterioro de algunos componentes de la infraestructura del sistema.
- El proyecto debe realizarse lo antes posible para que la Comarca de Momotombo aproveche el financiamiento de una organización no gubernamental (ONG) la cual lleva por nombre El Movimiento por la Paz (MPDL) en conjunto con El Centro de Estudios y Promoción Social (CEPS), los cuales contempla hacer mejoras higiénico sanitarias al casco urbano de Momotombo.
- Dichas instituciones antes mencionadas, realizaron ya la perforación del pozo nuevo que sustituirá al actual, con el que se piensa abastecer a la comunidad, siendo necesario realizar lo antes posible el diseño del sistema para evitar la contaminación de la fuente.
- Mediante la realización del diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable se beneficiará al sector agropecuario, agrícola y algunos microempresarios del sitio.



1.3. Objetivo general:

Mejorar y ampliar el sistema de abastecimiento de agua potable en la Comarca de Momotombo (Municipio La Paz Centro); y así satisfacer la demanda actual y futura de la población, para un período de diseño de 20 años (2009 – 2029).

1.3.1. Objetivos específicos:

- Diagnosticar el sistema de abastecimiento actual de agua potable de la Comarca de Momotombo.
- Realizar el diseño hidráulico de la red de distribución de agua potable asistido mediante el programa de Epanet.
- Proponer el diseño de un tanque de mayor capacidad que el existente, calculada sobre la base del consumo máximo diario.
- Realizar una evaluación ambiental al proyecto con el fin de prevenir, identificar y mitigar posibles impactos al ambiente.



1.4. Marco teórico.

1.4.1. Conceptos básicos.

Sistema de Abastecimiento de agua potable¹

Un sistema de abastecimiento está constituido por un conjunto de elementos, cuyo objetivo fundamental es dotar de agua potable de manera eficiente e higiénicamente segura a la Comunidad.

El primer paso en el diseño de un sistema de abastecimiento es seleccionar una fuente adecuada o una combinación de estas, la fuente debe ser capaz de abastecer agua en cantidad suficiente a la Comunidad.

Elementos de un Sistema de Abastecimiento de agua potable.

a) Fuente de Abastecimiento²

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 debe cumplir dos propósitos fundamentales:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el periodo de diseño considerado.
- Los datos o registros hidrológicos disponibles y las determinaciones estadísticas, pero es evidente que para poder garantizar un servicio continuo y eficiente es necesario que el proyecto contemple una fuente capaz de suplir el agua requerida para el día más crítico (día de máximo consumo).

¹ Uriarte, J. & García, S. (2008). Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el anexo Villa Libertad. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de ciencias e Ingenierías, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua.

² Nicaragua, Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, ente regulador (1989). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99). Managua: autores.



Esta puede ser superficial, en los casos de los ríos, lagos, manantiales o incluso aguas de lluvias, o de aguas subterráneas superficiales o profundas. La elección del tipo de abastecimiento depende de factores tales como localización, calidad y cantidad.

El desarrollo estará basado en un periodo de diseño que depende de la naturaleza de la fuente. Los suministros de agua subterráneas son por lo general más fácil de expandir mediante la construcción de pozos adicionales y los periodos de diseño pueden ser cortos. Por otro lado, las aguas superficiales los cuales requieren la construcción de embalses para cubrir la demanda durante el periodo de poco flujo (fuente con regulación) en ríos, son diseñados mucho más largos, quizás de unos 50 años.

b) Tipos de pozo³

● Pozo excavado a mano (P.E.M).

Esta opción resulta ser una solución tecnológica bastante apropiada para el suministro de agua para el sector rural disperso. Para garantizar la durabilidad del sistema se deberá cumplir con los siguientes criterios:

- A Todo P.E.M le deberán hacer una prueba de rendimiento.
- Serán considerados solamente aquellos P.E.M, cuyos niveles estáticos se encuentran como mínimo a 2 metros por encima del fondo del pozo; esta medida deberá realizarse al final del periodo seco de la zona.

● Pozo perforado (PP).

Esta elección se considerara únicamente si la opción P.E.M no se puede aplicar. Corresponde a la utilización de un pozo perforado.

Un pozo de agua se prueba para obtener información acerca del comportamiento y eficiencia del pozo mientras este se bombea, en tal caso, el resultado se reporta en términos de la descarga, el abatimiento y la capacidad específica calculada.

³ Nicaragua, Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, ente regulador (1989). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99). Managua: autores.



c) Obras de captación⁴

Es el tipo de estructura utilizada para la captación del agua, depende en primer lugar del tipo de fuente de abastecimiento utilizado. En general, en los casos de captación superficial se habla de Bocatomas, mientras que la captación de aguas subterráneas se hace a través de pozos. Su diseño es ajustado a las características de la fuente, y por tanto, también ha de ser afectado por el factor máximo diario, similar al considerado para la fuente.

Las obras de captación toman líquido de una fuente cuyo volumen es adecuado para las demandas presentes y futuras de cualquier comunidad, o bien convierten una fuente intermitente en un abastecimiento continuamente apropiado.

d) Obras de purificación⁵

Cuando la calidad del agua no es suficientemente adecuada para el consumo humano, se recurre a las obras de purificación que las adecúan a los fines requeridos, así, el agua contaminada se desinfecta; se elimina los olores desagradables y se hace atractiva y de buen sabor; a las que contienen algunos metales tales como hierro o manganeso se les eliminan estos elementos, el agua dura se suaviza, llenando por ello todos los requerimientos de las normas de calidad del agua para el Consumo Humano (CAPRE).

e) Estación de bombeo⁶

Las estaciones de bombeo son generalmente diseñadas para un periodo de cerca de 10 años, dado que su modificación y ampliación son fáciles si la provisión para el cambio se hace desde el inicio. La selección de bombas requiere un conocimiento del flujo máximo incluyendo la demanda para incendios. La capacidad total de bombeo instalada excederá el flujo máximo que se espera para ser bombeado.

⁴ Picado V. (2005). Apuntes de la Ingeniería Sanitaria. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias e Ingenierías.

⁵ Barrera V. (2005). Variabilidad de la calidad del agua y su impacto en los proyectos. Tesis de Maestría no publicada, Facultad de Ingeniería, Universidad Yacambú.

⁶ Nicaragua, Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, ente regulador (1989). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99). Managua: autores.



En el diseño de toda estación de bombeo se deben de tener en cuenta las siguientes consideraciones básicas:

● **Caseta de control.**

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

● **Equipos de bombeo.**

En la selección de la bomba se deben tomar los siguientes factores:

- Tipos de bombas.
- Eje horizontal o vertical.
- Succión única o doble
- Tipo de impulsores.
- Características del arranque y puesta en marcha
- Flexibilidad de operación
- Curva características y modificadas de las bombas.
- Golpe de ariete
- Operación en serie o paralelo.
- La carga total dinámica en todas las estaciones de bombeo, cuando estas trabajen en serie se dividirán en partes iguales y de acuerdo a las presiones mínimas y máximas. De tal forma que cada estación trabaje a la misma capacidad, con el motivo de normalizar los tipos de equipos a instalar.



f) Sistema de conducción⁷

Estas conducciones son generalmente por tubería a presión o por gravedad, por canales rectangulares o trapeciales abiertos o cerrados. Definida las tuberías que conduce agua desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento, debe satisfacer condiciones de servicio para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema. En el caso, el diseño se hará de acuerdo a criterios para estas diferentes condiciones, afectados o no por el tiempo de bombeo.

Las conducciones en tuberías desde la fuente son generalmente diseñadas para su vida útil; un periodo de unos 25 años o más que es lo usual.

g) Red de distribución⁸

Esta puede hacerse desde la manera más simple que sería el suministro único por medio de pileta de agua, hasta su forma más compleja por medio de una serie de tuberías o redes de distribución que llevan el agua a cada casa domiciliar. Habrá de considerar un factor de máximo horario dependiente de las horas de máximo consumo que garantice la eficiencia del servicio. Los elementos de los sistemas de distribución son normalmente instalados debajo de las calles. Su duración es muy larga y su reposición muy costosa, de modo que su periodo de diseño es infinito y la capacidad se basa en el desarrollo máximo previsto en el área que sirve.

Se deben considerar densidades de población previstas que pueden oscilar entre 3,500 hab/km² y 250,000 hab/km², regulaciones de zonificación que ayudarán a predecir la densidad de población futura y de la demanda industrial.

⁷ Uriarte, J. & García, S. (2008). Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el anexo Villa Libertad. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de ciencias e Ingenierías, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua.

⁸ Picado V. (2005). Apuntes de la Ingeniería Sanitaria. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias e Ingenierías.



h) Almacenamiento⁹

Generalmente es el elemento intermedio entre la fuente y la red de distribución, de su funcionamiento depende en gran parte el que pueda proyectarse y ofrecerse un servicio continuo a la ciudad, dado que el caudal de captación no es siempre constante y el caudal demandado por la comunidad tampoco lo es, es necesario almacenar agua en un tanque durante los periodos en los que la demanda es menor que el suministro y utilizarla en los periodos en que la comunidad demanda gran cantidad de agua.

Estas condiciones particulares del tanque de almacenamiento le hacen actuar con funciones de almacenaje y de compensador de variaciones de los consumos.

El almacenamiento en un sistema de distribución está formado por grandes tanques de acero elevados que son relativamente baratos y fáciles de construir y su potencial de duración es bastante considerable, de ahí que rara vez son reemplazados.

El diseño de tales estructuras está estrechamente ligado al diseño de las estaciones de bombeo y requiere del conocimiento del consumo promedio, de la demanda de incendio, de las máximas por hora, de los máximos diarios, de los máximos semanales y de los máximos mensuales, al igual de la capacidad de la fuente y de sus conducciones en tubería desde la misma.

● Clases de Tanques.

Es obligatorio elaborar un estudio económico para seleccionar las clases de tanque más apropiados. Ellos pueden ser de:

- Concreto armado.
- Acero, sobre suelo y sobre torre.
- Mampostería.

⁹ Picado V. (2005). Apuntes de la Ingeniería Sanitaria. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias e Ingenierías.



● Tipos de Tanques.

Tanque sobre suelo (superficiales): se recomienda este tipo de tanque cuando los requisitos de capacidad sean mayores de 250000 Galones.

Tanques elevados: en el diseño de tanques elevados el nivel mínimo del agua en el tanque tiene que ser suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución.

Tanques compensadores (combinados, sobre suelo y elevados): En los casos de almacenar grandes volúmenes de agua compensadora se diseñarán dos almacenamientos un sobre suelo cisterna y otro elevado para proporcionar las presiones.

En trazo de las calles, la topografía y la localización de la fuente de abastecimiento y almacenamiento para servicio, definen el tipo de sistema de distribución y el carácter de su flujo.

1.4.1.1. El sistema de servicio a los consumidores¹⁰

Las líneas primarias, llamadas con algunas frecuencias líneas principales, forman el esqueleto del sistema de distribución. Se sitúan de tal modo que transportan grandes cantidades de aguas desde la estación a los depósitos y de estos, a las diferentes partes del área abastecidas.

Las líneas secundarias transportan grandes cantidades de aguas desde las líneas principales a las diferentes áreas para cubrir el suministro normal y el caudal para extinción de incendio.

¹⁰Uriarte, J. & García, S. (2008). Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el anexo Villa Libertad. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de ciencias e Ingenierías, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua.



● **Sistema convencional.**

Es el sistema de agua potable que tradicionalmente la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario (ENACAL) ha venido construyendo, se realizan análisis de la red de distribución, del consumo domiciliario y del consumo contra incendio, además se implementan ciertos números de válvulas para la operación y mantenimiento del sistema, así como de válvulas de purgas o de limpieza.

● **Sistema simplificado.**

En este sistema se considera dimensionar la red de distribución para el abastecimiento del consumo domiciliario con el propósito de reducir los diámetros de la tubería, proponiéndose uso de los hidrantes existentes o instalar hidrantes en la periferia del barrio para satisfacer la demanda contra incendio.

1.4.1.2. Mantenimiento en la red.

Para la operación y mantenimiento se propone hacer la instalación de válvulas a la entrada de cada zona, con el objetivo de aislar los barrios a la hora de realizar cualquier reparación, siguiendo el criterio de los micros sectores que ENACAL ha venido implementando a partir del año 1991, así como dotar al sistema con válvulas de limpiezas o purga.

1.4.2. Criterios de diseño¹¹

En este apartado se incluyen los criterios que se tomaron en cuenta para el diseño de dicho sistema. Estos criterios corresponden a las normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99), Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados ente regulador.

¹¹ Nicaragua, Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario (1999). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003 – 99). Autores: ENACAL.



1.4.2.1. Proyección de población.

1.4.2.1.1. Consideraciones generales.

Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipos de bombeo, planta de potabilización y futuras extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño.

Fuente de información.

La información necesaria para seleccionar la tasa de crecimiento con la cual habrá de proyectarse la población de la localidad en estudio, podrá conseguirse en las Instituciones siguientes:

- El Instituto Nacional de información de desarrollo (INIDE), el cual maneja toda la información relacionada con las poblaciones del país. Allí se pueden encontrar los documentos de los últimos censos nacionales realizados en los años 1950, 1963, 1995 y 2005. El INIDE además, puede facilitar las proyecciones de población de todas las localidades del país.
- Información proveniente de Instituciones propias del lugar, tales como: Alcaldías, ENEL, ENACAL y el Programa de Erradicación de la Malaria del MINSA.
- Se hará uso de los planes reguladores urbanísticos que se hayan desarrollado por el antiguo Ministerio de la Vivienda y Asentamientos Humanos.
- Si fuera el caso de que no hubiera datos confiables sobre la población actual de la localidad en estudio, se podrán realizar censos y/o muestreos de la población bajo el asesoramiento directo del INIDE.



Métodos de cálculo.

A continuación se dan algunos métodos de cálculo, sin que ellos sean limitantes para su uso. Cada Ingeniero Proyectista está en libertad de seleccionar la tasa de crecimiento y el método de proyección usado, sustentando sus escogencias ante el INIDE.

a) Método aritmético.

Este método se aplica a pequeñas comunidades en especial en el área rural y a ciudades con crecimiento muy estabilizado y que posean áreas de extensión futura casi nulas.

b) Método geométrico.

Este método se aplica a comunidades mayores de 1000 habitantes, más que todo a zonas urbanas y se expresa de la siguiente manera para población futura:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Donde:

P_n = Población del año “n”.

P_o = Población al inicio del periodo de diseño

r = tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal

n = Números de años que comprende el periodo de diseño.

c) Tasa de crecimiento geométrico.

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas basándose en el crecimiento histórico.

- Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%.
- Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%.



- Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:
 - Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.
 - Menor del 2.5% la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.
 - No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

1.4.2.1.2. Dotaciones y demanda de agua para consumo.

1.4.2.1.2.1. Consumo doméstico.

a) Para la ciudad de Managua.

Se usarán las cifras contenidas en la Tabla siguiente:

Tabla 1: Dotaciones de agua para la ciudad de Managua.

Clasificación de barrios	Dotación	
	gal/hab/día	Litros/hab/día
Asentamientos	10	38
Zonas de máxima	45	170
Zonas de alta densidad	40	150
Zonas de media	100	378
Zonas de baja densidad	150	568

Fuente: Normas Técnicas de ENACAL. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003 – 99). Autores: ENACAL.

● Clasificación de los barrios:

- **Asentamientos progresivos.**

Son unidades de viviendas construidas con madera y láminas, frecuentemente sobre un basamento de concreto. Estos barrios no tienen conexiones privadas en la red de agua potable, pero se abastecen mediante puestos públicos.



- **Zonas de máxima densidad y actividades mixtas.**

Las viviendas avicinan talleres y pequeñas industrias en un tejido urbano heterogéneo. En términos de superficie, las viviendas ocupan un promedio del 65% del área total del terreno y todas están conectadas a la red de agua potable.

- **Zonas de alta densidad.**

En los núcleos de viviendas de estas zonas se encuentran construcciones de todo tipo, desde la más sencilla hasta casas de alto costo pero en lotes con dimensiones y áreas homogéneas (150 m² a 250 m²). Casi todas las viviendas están conectadas a la red de agua potable.

- **Zonas de media densidad.**

Se trata de viviendas de buen nivel de vida con áreas de lotes que varían entre los 500 m² y 700 m². Todas están conectadas a la red de agua potable.

- **Zonas de baja densidad.**

Son áreas de desarrollo con viviendas de alto costo y de alto nivel de vida construidas en lotes con área mínimas de 1.000 m². Todos conectados a la red de agua potable.

b) Para las ciudades del resto del país.

Se usarán las dotaciones señaladas en la siguiente tabla:

Tabla 2: Dotaciones de agua para el resto del país.

Rango de población	Dotación	
	g/hab/día	L/hab/día
0 - 5.000	20	75
5.000 - 10.000	25	95
10.000 - 15.000	30	113
15.000 - 20.000	35	132
20.000 - 30.000	40	151
30.000 - 50.000	45	170
50.000 - 100.000 y más	50	189

Fuente: Normas Técnicas de ENACAL. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003 – 99). Autores: ENACAL.



1.4.2.1.2.2. Consumo comercial, industrial y público.

a) Para la ciudad de Managua.

Se usarán las cifras contenidas en la siguiente tabla:

Tabla 3: Consumos comercial, industrial y público.

Consumo	Dotación	
	g/ha/día	L/ha/día
Comercial	25.000	94.625
Público o institucional e Industrial	De acuerdo a desarrollo de población	

Fuente: Normas Técnicas de ENACAL. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003 – 99). Autores: ENACAL.

b) Para las ciudades y localidades del resto del país

Se usarán los porcentajes de acuerdo a la dotación doméstica diaria, ver tabla 4, en los casos especiales se examinará en forma detallada.

Tabla 4: Consumos comercial, industrial y público para el resto del país.

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Publico o Institucional	7
Industrial	2

Fuente: Normas Técnicas de ENACAL. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003 – 99). Autores: ENACAL.

1.4.2.1.2.3. Agua para incendios.

La cantidad de agua que todo acueducto debe tener disponible para combatir la eventualidad del incendio, estará adecuada a la capacidad del sistema y al rango de la población proyectada, ver tabla 5:



Tabla 5: Caudales contra incendios.

Rango de		Caudales		Caudales por toma
De	a	Gpm (L/s)	Gpm (L/s)	Gpm (L/s)
0	5000	No se considera		
5000	10000	80 (5)	200 (13)	1 toma de 150 (9)
10000	15000	200 (13)	550 (35)	1 toma de 250 (16)
15000	20000	350 (22)	550 (35)	2 tomas de 250 c/u (16)
20000	30000	550 (35)	1000 (63)	3 tomas de 250 c/u (16)
30000	50000	1000 (63)	1500 (95)	2 tomas de 500 c/u (31)
50000	100000 y más.	1500 y más (95)		3 tomas de 500 c/u (31) De acuerdo a la importancia del lugar.

Fuente: Normas Técnicas de ENACAL. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003 – 99). Autores: ENACAL.

Cuando en las localidades consideradas existan o estén en proyectos la instalación de: industrias, fábricas, centros comerciales, etc., a éstos se les deberá diseñar su propio sistema de protección contra incendios, contando cada uno de ellos con: tanques de almacenamiento, equipos de bombeo, redes internas de protección, etc. Independientes al sistema de distribución de agua potable de la ciudad.

1.4.2.1.2.4. Factores de máximas demandas.

Estas variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demanda promedio diario de la manera siguiente:

a) Demanda del máximo día.

Será igual al 130% de la demanda promedio diaria para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, este parámetro estará entre el 130% a 150%.



b) Demanda de la hora máxima.

Para la ciudad de Managua el factor será igual al 150% de la demanda del día promedio, y para las localidades del resto del país, será igual al 250% del mismo día.

1.4.2.1.2.5. Pérdidas en el sistema.

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20%.

1.4.2.1.3. Periodo de diseño.

Cuando se realiza un proyecto, se debe prever que los elementos del sistema tengan capacidad para dar servicio durante un período a futuro a partir de su instalación, a este espacio de tiempo se le denomina, Período de Diseño. Al proyectar de esta manera se intenta satisfacer las necesidades de la sociedad que se comporta de forma dinámica.

El período de diseño es menor que la vida útil, porque se considera que durante este los elementos funcionen sin tener gastos elevados que hagan su operación incosteable.

Con respecto a la parte financiera de las obras se considera un Período Económico de las Obras, que se define como, el tiempo durante el cual la obra de ingeniería funciona económicamente. En sentido estricto al término de este período se debería construir una obra nueva pero la situación económica actual del país no lo permite. Se debe buscar siempre el máximo rendimiento de la inversión.

Normalmente la estimación vida útil del sistema se basa en la obra electromecánica y de control ya que esta dura mucho menos que la obra civil. El contenido de la tabla que sigue debe considerarse normativo para estos aspectos:



Tabla 6: Período de diseño económico para las estructuras de los sistemas.

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

Fuente: Normas Técnicas de ENACAL. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003 – 99). Autores: ENACAL.

1.4.2.2. Estaciones de bombeo.

1.4.2.2.1. Consideraciones generales.

En el diseño de toda estación de bombeo se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones básicas:

a) Edificio.

La arquitectura y alrededores de la estación deben ser atractivos y armonizar con las edificaciones vecinas. Su estructura debe ser construida con materiales a prueba de humedad e incendio. En el diseño del interior del edificio se deben considerar los requerimientos de espacio para cada pieza del equipo, su localización, iluminación, ventilación y desagüe.

Deberá estar protegida del público con cercas apropiadas y tener un buen acceso durante todo el año, también estarán acondicionadas con oficinas, dormitorios y cafetería, cuando las circunstancias lo ameriten se deberá considerar las posibles ampliaciones y modificaciones.

Las estaciones de bombeo de agua potable estarán provistas de un sistema de cloración instalado posterior a la línea de bombeo.



Los equipos de cloración tendrán sus instalaciones en una caseta especialmente diseñada para tal fin con suficiente ventilación.

Cuando fuese necesario el uso de grúa, los techos de las estaciones de bombeo podrán ser removibles.

b) Localización.

En la selección del sitio para la estación de bombeo se debe considerar lo siguiente:

- Protección de la calidad del agua
- Eficiencia hidráulica del sistema de distribución o conducción.
- Peligro de interrupción del servicio por incendio, inundación, etc.
- Disponibilidad de energía eléctrica o de combustible
- Topografía del terreno
- Facilidad del acceso en todo el año
- Área necesaria para la estación, transformadores, cloradores, futuras ampliaciones y áreas de retiros.

c) Capacidad y características de las estaciones.

- Cuando el sistema incluye almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad de ésta se calculará sobre la base del consumo máximo diario.
- La longitud de columna de bombeo dentro del pozo acoplado a la bomba será diseñada con una pérdida por fricción no mayor del 5% de su longitud.
- La longitud de columna se establece para que se sumerja 6 metros bajo el nivel mínimo de bombeo.



Tabla 7: Diámetro de sarta de conexión de bombas.

Diámetro de sarta		Rango de caudales	
Pulgadas	(mm)	(Gpm)	(L/s)
2	(50) menor de	80	(5.0)
3	(75)	80 - 200	(5.0 - 12.6)
4	(100)	200 - 400	(12.6 - 25.2)
6	(150)	400 - 900	(25.2 - 56.8)
8	(200)	900 - 1200	(56.8 - 75.7)
10	(250)	1200 - 1600	(75.7 - 101)

Fuente: Normas Técnicas de ENACAL. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003 – 99). Autores: ENACAL.

Tabla 8: Diámetros de válvulas de alivio de acuerdo al caudal.

Diámetro		Rango de caudales	
Pulgadas	(mm)	(Gpm)	(L/s)
6	(150)	1000 - 2000	(63 - 126)
4	(100)	500 - 1000	(31 - 63)
3	(75)	250 - 500	(15 - 31)
2	(50)	60 - 250	(3.78 - 15)
1	(25) menor de	60	(3.78)

Fuente: Normas Técnicas de ENACAL. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003 – 99). Autores: ENACAL.



Toda sarta llevará:

- Medidor de agua.
- Manómetro de medición con llave de chorro ½”.
- Derivación de descarga para pruebas de bombeo y limpieza del mismo diámetro de la sarta.
- Las tuberías deben anclarse perfectamente y se hará el cálculo de la fuerza que actúa en los atraques para lograr un diseño satisfactorio.
- Unión flexible tipo Dresser o similar para efecto de mantenimiento

d) Equipo eléctrico.

En la elaboración del proyecto de las instalaciones eléctricas se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- Estudiar cuidadosamente las alternativas para determinar la fuente de energía más económica y eficiente para el funcionamiento de las bombas.
- Que sea posible suministrar suficiente energía para operar las bombas a su máxima capacidad en caso de emergencia. (Exceptuando la bomba de reserva).
- Cuando el caso lo requiera se proveerá una fuente eléctrica de emergencia.

● Motores.

Los motores eléctricos serán del tipo jaula de ardilla, de eje hueco y las capacidades de uso estándar elaborados por los fabricantes son:

3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150, 200 HP.



● **Potencia requerida.**

La potencia neta requerida del motor estará gobernada por:

- La potencia neta demandada por la bomba.
- Pérdidas por fricción mecánica en rotación del eje.
- Pérdidas en el cabezal de descarga.
- Las pérdidas por fricción en el eje, para $v = 1760$ rpm y/o $\frac{3}{4}$ ", $1 \frac{1}{2}$ " varían entre 0.30 y 1.15 HP/100' de columna.
- Se tiene por norma usar un factor de 1.15 para calcular los HP del motor en base a los HP de la bomba. Este factor cubre ampliamente las pérdidas mecánicas por fricción en el eje y cabezal de descarga de la bomba.

● **Energía.**

De acuerdo a la capacidad de los motores se recomienda el siguiente tipo de energía:

- Para motores de (3 a 5) HP usar 1/60/110
- Para motores mayores de 5 HP y menores de 50 HP se usará 3/60/220.
- Para motores mayores de 50 HP, usar 3/60/440

1.4.2.3. Diseño hidráulico del sistema de conducción y distribución del agua.

1.4.2.3.1. Red de distribución.

En el diseño de la red de distribución, se requiere del buen criterio del Proyectista, sobre todo en aquellas localidades o ciudades en las que no se tienen planes reguladores del desarrollo de las mismas, que permitan visualizar el desarrollo de la ciudad al final del período de diseño.

1.4.2.3.1.1. Funciones de la red de distribución.

El ó los sistemas de distribución tienen las siguientes funciones principales que cumplir:

- Suministrar el agua potable suficiente a los diferentes consumidores en forma sanitariamente segura.
- Proveer suficiente agua para combatir incendios en cualquier punto del sistema.



1.4.2.3.1.2. Información para el diseño de la red de distribución.

- Plan regulador del desarrollo urbano, si es que existe, en el que se establecen los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población.
- Plano topográfico de la ciudad, con sus calles existentes y futuras (desarrollos futuros urbanísticos), perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad (relieve del terreno).
- Servicios públicos existentes o proyectados, tales como:
 - Alcantarillado sanitario.
 - Alcantarillado pluvial.
 - Servicio de energía eléctrica.
 - Servicio de comunicaciones.
 - Acondicionamiento de las calles: (sin recubrir, con adoquines, con asfalto, etc.).
 - Estado actual de la red existente: (Diámetros, clase de tuberías, edad de las mismas); ubicación del tanque existente con sus cotas de fondo y rebose, determinación de los puntos de entrada del agua en la red desde la fuente y desde el tanque, etc.
 - Conocimiento de la ubicación de la fuente de abastecimiento que habrá de usarse con el período de diseño, así como la ubicación del futuro tanque de almacenamiento, identificándose en consecuencia los probables puntos de entrada del agua a la red de distribución.
 - Determinación del sistema existente en cuanto a la oferta, demanda, presiones residuales y distribución del agua.
 - Determinación de las presiones necesarias en los distintos puntos de la red de distribución. Este requisito en combinación con el relieve del terreno, conducirá en algunos casos a dividir el área por servir en más de una red de distribución.



1.4.2.3.1.3. Diseño de la red.

En el diseño de la red de distribución de una localidad, se debe de considerar los siguientes aspectos fundamentales:

- El diseño se hará para las condiciones más desfavorables en la red, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño.
- Deberá de tratarse de servir directamente al mayor porcentaje de la población dentro de las viviendas, en forma continua, de calidad aceptable y cantidad suficiente.
- La distribución de los gastos, debe hacerse mediante hipótesis que esté acorde con el consumo real de la localidad durante el período de diseño.
- Las redes de distribución deberán dotarse de los accesorios y obras de artes necesarias, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas y para facilitar su mantenimiento.
- El sistema principal de distribución de agua puede ser de red abierta, de malla cerrada, o una combinación de ambas y se distribuirán las tuberías en la planimetría de la localidad, tratando de abarcar el mayor número de viviendas mediante conexiones domiciliarias.

1.4.2.3.1.4. Parámetros de diseños.

En estos se incluyen las dotaciones por persona, el período de diseño, la población futura y los factores específicos (coeficientes de flujo, velocidades permisibles, presiones mínimas y máximas, diámetro mínimo, cobertura sobre tubería y resistencia de las tuberías).



a) Coeficiente de capacidad hidráulica (C) en la fórmula de Hazen Williams.

Tabla 9: Coeficientes de capacidad hidráulica (C) para la formula de Hazen - Williams.

Estado	Nuevos	Inciertos
Material del conducto	C	C
Cloruro de Polivinilo (PVC)	150	130
Asbesto Cemento	140	130
Hierro fundido corriente (interior y exteriormente)	130	100
Hierro fundido revestido de cemento o esmalte o bituminoso	130	100
Hierro "dúctil"	130	100
Tubería de hormigón	130	120
Duelos de madera	120	120

Fuente: Normas Técnicas de ENACAL. Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003 – 99). Autores: ENACAL.

b) Velocidades permisibles.

Se permitirán velocidades de flujo en el intervalo de 0.6 m/s a 2.00 m/s.

c) Presiones mínimas y máximas.

La presión mínima residual en la red principal será de 14.00 m; la carga estática máxima será de 50.00 m. Se permitirán en puntos aislados, presiones estáticas hasta de 70.00 m, cuando el área de servicio sea de topografía muy irregular.

d) Diámetro mínimo.

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir



a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de una pulgada y media 1 ½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m.

e) Cobertura sobre tuberías.

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

f) Resistencia de la tubería y su material.

Las tuberías deberán resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete, y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico. La sobre presión por golpe de ariete se calculará con la teoría de JOUKOWSKI, u otra similar como también por fórmulas y monogramas recomendadas por los fabricantes.

g) Diseño de tuberías.

El Diseño de las tuberías comprende la selección del material, diámetro, resistencia y longitud de la misma. Para la selección de tubería de H°F°D° véase la Norma ANSI/AWWA C100 o ISO 2531-1991E. El material de los conductos estará en función de las características del terreno en su aspecto de sustentación y de agresividad.

h) Hidráulica del acueducto.

El análisis hidráulico de la red y de las líneas de conducción, permitirá dimensionar los conductos de las nuevas redes de distribución, así como los conductos de los refuerzos de las futuras expansiones de las redes existentes. La selección del diámetro es también un problema de orden económico, ya que si los diámetros son grandes, elevará el costo de la red y las bajas velocidades provocarán frecuentes problemas de depósitos y sedimentación, pero si es reducido puede dar origen a pérdidas de cargas elevadas, y altas velocidades.



El análisis hidráulico presupone, también la familiaridad con los procesos de cómputos hidráulicos. Los métodos utilizados de análisis son:

- Seccionamiento.
- Método de relajamiento o de pruebas y errores 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).
- Método de los tubos equivalentes.
- Análisis mediante computadores.

Para el análisis de una red deben considerarse los aspectos de red abierta y el de malla cerrada. En el caso de red abierta puede usarse el método de la gradiente piezométrica y caudal, usando la fórmula de Hazen-Williams u otras similares.

Para el caso de malla cerrada podrá aplicarse el método de Hardy Cross, 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 del agua.

i) Condiciones de trabajo u operación crítica de la red de distribución.

Para el análisis y diseño de la red de distribución se requiere del conocimiento de la topografía del terreno de la ciudad, la ubicación de la fuente de agua y del sitio del tanque a utilizarse; identificándose en consecuencia, los puntos de entrada de agua a la red de distribución. Los conductos y anillos principales de la red de distribución se diseñarán de acuerdo al sistema de abastecimiento estudiado considerando si es un sistema por gravedad o por bombeo.



j) Sistema por gravedad.

El diseño de la red de distribución se hará para tres condiciones de operación:

- Consumo de la máxima hora para el año último del período de diseño. En esta condición se asume una distribución razonada de la demanda máxima horaria en todos los tramos y circuitos de la red de distribución, pudiendo el caudal demandado llegar bajo dos condiciones según sea el caso.
- El 100% del caudal demandado llegará por medio de la línea de conducción, fuente o planta de tratamiento, siempre y cuando no se contemple tanque de almacenamiento.
- El caudal demandado llegará por dos puntos, la demanda máxima diaria por la línea de conducción y el resto aportado por el tanque de abastecimiento para completar la demanda máxima horaria.
- Consumo coincidente. Ese caudal corresponde a la demanda máxima diaria más la demanda de incendio ubicado en uno o varios puntos de la red de distribución.
- Demanda cero. En esta condición se analizan las máximas presiones en la red.

k) Procedimiento de diseño.

El procedimiento de diseño a seguir, cumplirá los requisitos anteriormente expuestos y contemplará los aspectos siguientes:

● Determinación del consumo o de los gastos de cálculos.

La determinación de los gastos de cálculos de una localidad, depende de los años dentro del período de diseño, de la clase de población, de las dotaciones, de las pérdidas en la red y de los factores que afectan el consumo.

Mediante esta hipótesis podrán determinarse el consumo promedio diario, el consumo máximo horario y el consumo del máximo día, que servirán para los análisis de la red.



● **Distribución de las tuberías y determinación del sistema de la red (mallas y ramales abiertos).**

Mediante el estudio de campo y del levantamiento topográfico correspondiente de la localidad, se dispondrá de los planos de planta y altimétrico de la ciudad, de la ubicación adecuada del tanque de almacenamiento y de las posibles zonas de expansión. Si existe un Plan Regulador de Desarrollo Urbano en el que se establezcan los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población, lo que habrá que verificarse es que si en el límite proyectado para la ciudad es factible distribuir la población estimada para el último año del período de diseño. De no ser así habrá que definir los límites hasta los cuales podrá alcanzar el desarrollo, en base a las tendencias existentes de los asentamientos.

Si no existe un plan actualizado de las densidades de población, el diseñador tiene que decidir sobre la magnitud de la densidad de población a usarse para toda la ciudad. En este caso es de vital importancia que se tome el conocimiento sobre las áreas prioritarias del desarrollo; del tamaño de los lotes, de las restricciones municipales, y deberá comprobarse la posibilidad de que toda la población proyectada se asiente dentro de los límites urbanos actuales. De no ser así, habrá que definirse las áreas de expansión.

● **Distribución de gastos o consumo concentrados.**

Para elaborar el plano de distribución de gastos o consumos concentrados, se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- Dividir la localidad en áreas tributarias a cada uno de los nudos de las mallas principales, tomando en cuenta la densidad de población actual y futura, como también la topografía y las posibilidades de expansión.
- Con los datos de áreas, densidades, dotaciones y factores de variación del consumo, se determinarán los caudales tributarios a cada nudo de las mallas principales.



- Para localidades pequeñas y en localidades en las cuales se pueda estimar que su desarrollo futuro sea en base a densidades uniformes, se podrán obtener los consumos concentrados en base al consumo por unidad de longitud de las tuberías.
- Evitar que las demandas concentradas se localicen en los nudos de las mallas en distancias menores a los 200 metros o mayores de 300 metros.

● **Pre dimensionamiento de las redes.**

Se recomienda usar el método de las secciones para asignar los diámetros tentativos que constituirán la red de distribución, de tal manera que ésta pueda corresponder a las diferentes condiciones de trabajo a las que estarán sometidas.

El método de las secciones es un método que puede usarse además en la comprobación de resultados obtenidos mediante otros métodos de análisis.

Se recomienda además, tomar en cuenta las siguientes observaciones:

- En las redes nuevas, será conveniente seleccionar una tubería de diámetro mayor que una el sitio de entrada a la red desde la fuente de abastecimiento con el sitio de salida de la red hacia el tanque de almacenamiento. Esta línea aislada podrá funcionar en casos de emergencias como una línea de conducción para llenar el tanque sin desviar el flujo.
- También podrán usarse dos líneas paralelas de diámetros mayores tratando de seguir el camino más corto hacia el tanque de almacenamiento.
- Generalmente resulta que los tramos transversales a la línea general de flujo del sistema acarrearán menos caudal por lo que habrá que asignarles los diámetros menores. Si equivocadamente se seleccionan diámetros mayores o menores que los más indicados, las velocidades del flujo respectivo serán menores o mayores que las recomendadas por las Normas.
- Cuando se trate de mejorar redes existentes, siempre es conveniente recordar y utilizar los conceptos de diámetros y longitudes equivalentes para usarse en aquellos tramos que combinan una nueva tubería con otra ya existente.



● **Dimensionamiento de las redes.**

En toda red nueva para ciudades mayores de los 30000 habitantes, las tuberías mayores de 12 (300mm) pulgadas de diámetro deberán diseñarse a intervalos no menores de 1500 m ni mayores de 2000 m.

Los diámetros de las tuberías secundarias a diseñarse dentro de estos diámetros mayores, estarán determinados en función de la calificación del área, del tipo ocupacional del sector y del ancho de las calles.

En barrios y sectores con densidades altas y medias, las tuberías secundarias se diseñarán de manera que las tuberías de 8 (200mm) pulgadas aparezcan con intervalos no menores de 500 m ni mayores de los 800 m. Las tuberías de 4 (100 mm) pulgadas aparecerán en intervalos no mayores de 300 m.

Las tuberías de relleno pueden diseñarse con 2 (50mm) y 1 ½ (37.5mm) pulgadas.

En los sectores en donde las calles son angostas, se instalará una sola tubería de distribución. En cambio las que tienen un ancho mayor de 20.00 m y con boulevard en medio, se instalarán dos tuberías, una a cada lado de la calle.

● **Análisis y/o balanceo de las redes.**

● **Caso de la red compuesta por circuitos o mallas.**

Para lograr el balanceo de las redes podrán emplearse tanto el método del relajamiento o de pruebas y errores controlados de Hardy-Cross; como también el método de los tubos equivalentes o el método de análisis mediante computadoras digitales.

Lo anterior podrá lograrse para cada una de las diferentes condiciones de trabajo de la red y después de haber determinado previamente lo siguiente:

- Caudales de salida para cada punto y de acuerdo con las áreas tributarias.
- Longitudes y diámetro supuestos para cada tramo.
- Elevaciones de cada uno de los puntos de concentración de caudales.



Serán aceptables errores de cierre del orden de los 0.20 m para terrenos planos y no mayores de los 0.50 m para terrenos accidentados. Deberán además respetarse las normativas correspondientes en lo que se refiere a las presiones estáticas y residuales en cada uno de los puntos de las redes.

- **Caso de red abierta.**

Podrá analizarse en base al siguiente procedimiento:

- Definir los caudales (gastos) de cálculo por cada área tributaria y para cada una de las condiciones de trabajo.
- Determinarse las longitudes de los tramos y las elevaciones de cada uno de los puntos de intersección.
- Calcúlese la gradiente hidráulica promedio disponible o resistencia por fricción, dependiendo esto de:

La presión que debe de mantenerse en el sistema, en especial la mínima sobre el punto crítico.

Las velocidades permisibles en las tuberías. La gradiente hidráulica puede estar entre el 1 y 7%.

Calcúlese la capacidad de los tramos entre los puntos de intersección sumando siempre a partir del punto más alejado y hacia el tanque de distribución.

Con la gradiente disponible y con la sumatoria de los caudales de los tramos, se selecciona el diámetro para cada uno y se revisan después tanto las velocidades como las presiones residuales.

- **Recomendaciones Generales.**

Cuando el análisis se relaciona con la condición de incendio concentrado en un punto determinado, debe procurarse que este punto se localice en las vecindades de una central de negocios, o bien en puntos cercanos a las áreas de máximas densidades de viviendas. Es recomendable siempre realizar el análisis para más de una condición y para diferentes puntos de concentración del incendio.



● **Rellenos de los circuitos principales.**

Se usarán tuberías de rellenos de 1 ½ (37.5 mm) y 2 (50mm) pulgadas cuando las tuberías de los circuitos principales sean de 3 (75 mm) pulgadas. Se usarán 2 (50 mm) pulgadas y 3 (75 mm) pulgadas, con circuitos de 4 (100 mm) pulgadas; y cuando los circuitos principales sean mayores de 6 (150 mm) pulgadas, las tuberías de relleno bien pueden ser de 2 (50 mm) 3 (75 mm) y 4 (100 mm) pulgadas.

● **Planos de curvas equipiezométricas.**

Se recomienda que el Proyectista, elabore para cada una de las condiciones de trabajo de la red, el plano de las curvas equipiezométricas o planos de las curvas de presiones residuales para todos los puntos de la red.

Esta información le permitirá conocer en forma gráfica el resultado de diseño del sistema; permitiéndole además, realizar si fuera el caso, los ajustes necesarios para lograr el mejor plano piezométrico, en base, ya sea de reforzar mejor algunos tramos de la red, como también incluir el uso de válvulas reguladoras de presión o diseñar la separación de zonas de diferentes servicios.

● **Conexiones domiciliarias.**

El diámetro mínimo de cada conexión será de ½ (12.5 mm) pulgada.

Toda conexión domiciliar deberá estar siempre controlada por su medidor correspondiente o por un regulador de flujos.

● **Anclajes.**

Es obligado el uso de los anclajes de concretos siempre en cada uno de los accesorios de la red. El diseño de los mismos será realizado para soportar las fuerzas internas producidas por la presión del agua dentro de la red.



I) Líneas de conducción.

● Ubicación.

Se usarán planos topográficos para definir su ubicación. También será necesario en algunos casos determinar las características geológicas de los suelos y subsuelos.

● Trazado.

En la selección del trazado de la línea de conducción deben considerarse los siguientes factores:

- Que la conducción sea por gravedad siempre que sea posible.
- Que sea cerrada y a presión.
- Que el trazado de la línea sea lo más directo posible desde la fuente a la red de distribución.
- Evitar que la línea atraviese por terrenos extremadamente difíciles o inaccesibles.
- Que esté siempre por debajo de la línea piezométrica un mínimo de 5 metros, y a la vez que se eviten presiones mayores de los 50 metros.
- Evitar que la línea pase por zonas de probables deslizamientos o inundaciones.
- Para proteger la tubería en el caso de paso obligado bajo carreteras, ríos, etc., efectuar obras de protección de la tubería.

● Clases de líneas de conducción.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, se distinguen dos tipos de línea de conducción:

- Conducción por gravedad.
- Conducción por bombeo.



Conducción por gravedad:

Una línea de conducción por gravedad es la que 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. Debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

- Si la conducción será a través de canales abiertos o en tuberías. Si la conducción será cerrada o abierta.
- La capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto máximo del diseño.
- La selección de la clase de los materiales y las dimensiones de los conductos a emplearse deberán ajustarse a la máxima economía.
- La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías. Deberá tomarse en cuenta además su protección y su mantenimiento.

Líneas de conducción por tuberías:

El empleo de tuberías en conducciones (caso más común), permite hacer el análisis hidráulico de los conductos a presión, dependiendo de las características topográficas que se tengan. Cuando la tubería trabaje a presión, el cálculo hidráulico de la línea consistirá en utilizar la energía disponible para vencer las pérdidas por fricción únicamente, ya que en este tipo de obras las pérdidas secundarias no se toman en cuenta por ser muy pequeñas.

Se empleará la fórmula de Hazen – Williams en la que se despeja la gradiente hidráulica, u otras similares reconocidas.

En el perfil de la conducción, se hará el trazo de la línea piezométrica que corresponde a los diámetros que satisfagan la condición de que la carga disponible sea igual a la pérdida de carga por fricción.



● **Accesorios y válvulas.**

Las líneas de conducción por gravedad requerirán de accesorios y válvulas para su debida operación, protección y mantenimiento. Deberán tomarse en cuenta las observaciones siguientes:

- Instalar cajas rompe-presión cuando las presiones estáticas sobrepasen las presiones de trabajo.
- En el caso de tuberías de acero, deberán instalarse juntas de dilatación, tipo flexible, debidamente soportado y atracado.
- Cuando la topografía sea accidentada se localizarán válvulas de aire y vacío en las cimas del perfil.
- En el caso de la topografía regular o plana, estas válvulas estarán localizadas cada 2.5 kilómetro como máximo y en las partes más altas del perfil.
- En caso de topografía plana se provocarán pendientes del 3% en el sentido positivo y 6% en el sentido negativo de la dirección del flujo y se ubicarán válvulas de aire en los puntos de inflexión.
- El diámetro de las válvulas de aire y vacío se determinará en función del diámetro de la línea de conducción. Los fabricantes generalmente recomiendan el uso de válvulas cuyo diámetro es 1½” por pie de diámetro de la línea de conducción.
- En los puntos más bajos de la línea se instalarán válvulas de limpieza con diámetro mínimo equivalente a ¼ del diámetro de la línea de conducción.
- Al inicio y al final de la línea de conducción, deberán instalarse válvulas de compuerta para regular o cortar el flujo cuando sea necesario.



● **Golpe de Ariete.**

El golpe de ariete es un fenómeno hidráulico que se presenta en las tuberías cuando se tiene un cierre brusco de válvulas, un paro de equipos de bombeo o cualquier cambio de velocidad en el flujo.

Se presenta en todas las líneas de conducción de agua cuando se tiene un paro brusco del fluido contenido en la tubería. La energía cinética que contiene el fluido debido a la velocidad de conducción, se transforma en energía potencial, que a su vez, dará origen a un incremento de la carga piezométrica original, llevándose a cabo un trabajo elástico de deformación en las paredes del conducto y el agua.

En el diseño de líneas de conducción de agua es muy importante considerar el golpe de ariete con el fin de evitar reventamientos en la tubería que podrían provocar daños personales, daños a las instalaciones hidráulicas y por ende, pérdidas económicas.

1.4.2.4. Almacenamiento.

En el proyecto de cualquier sistema de abastecimiento de agua potable, deben de diseñarse los tanques que sean necesarios para el almacenamiento, de tal manera que éstos sean todo el tiempo capaces de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además que también mantengan las reservas suficientes para hacerles frente, tanto a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento.

En los sistemas en donde existan hidrantes para combatir incendios, también será necesario almacenar los volúmenes de agua para enfrentar estas circunstancias.



1.4.2.4.1. Capacidad mínima.

Debe estar compuesta por:

1.4.2.4.1.1. Volumen compensador.

Es el agua necesaria para compensar las variaciones horarias del consumo. En este caso se debe almacenar:

- Para poblaciones menores de 20.000 habitantes, el 25% del consumo promedio diario.
- Para poblaciones mayores de 20.000 habitantes, será necesario determinar este volumen en base al estudio y análisis de las curvas acumuladas (masas) de consumo y de producción, del sistema de agua de la localidad existente o de una similar.

1.4.2.4.1.2. Reserva para eventualidades y/o emergencias.

Este volumen será igual al 15% del consumo promedio diario.

1.4.2.4.1.3. Reserva para combatir incendios.

La reserva para incendio se hará con un almacenamiento de 2 horas de acuerdo a la demanda de agua para incendio.

1.4.2.4.2. Localización.

Los tanques estarán situados en sitios lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y debe ser tal que produzca en lo posible, presiones uniformes en todos y cada uno de los nudos componentes de dicha red.

● **Altura mínima.**

La altura del fondo del tanque debe estar a una elevación tal que, una vez determinadas las pérdidas por fricción a lo largo de las tuberías entre el tanque y el punto más desfavorable en la red haciendo uso del método de Hardy Cross de los gastos compensados, resulte todavía una altura disponible suficiente para proporcionar la presión residual mínima establecida.



1.4.2.4.3. Desinfección del agua.

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

1.4.2.4.3.1. Tipo de cloro a utilizar.

El cloro usado nacionalmente para desinfección del agua puede ser como solución de Hipoclorito de Sodio (liquido) o como cloro gas. En general, el Hipoclorito se recomienda para abastecimiento de pequeñas poblaciones.

La selección del tipo de cloro a utilizar debe hacerse tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- La capacidad requerida de la estación de cloración:

$$C_a = (Q \times C) / 1000$$

Donde:

C_a = Capacidad de diseño de la estación de cloración Kg. Cloro/día

Q = Caudal de agua, máximo horario m^3 /día.

C = Dosis de cloro a aplicar mg/L.

En general se recomienda hipo cloración para capacidades menores de 1 kg./día y caudales de 130 Gpm como máximo (8.20 L/s).

Capacidad de sostén de la tecnología a instalar, una pequeña comunidad puede reparar por sus propios medios un hipoclorador de carga constante.

El tiempo de almacenamiento del hipoclorito no debe ser mayor de un mes.

Concentración de cloro en el envase; el hipoclorito tienen 120 gr/L de cloro; en el caso de los cilindros, se puede considerar que su peso neto corresponde al cloro puro.



1.4.2.4.3.2. Criterios de diseño para casetas o salas de desinfección.

El diseño de las casetas o salas de desinfección deben cumplir los siguientes requisitos:

- Deben estar ubicados lo más cerca posible al punto de aplicación del cloro.
- Deben tener fácil acceso para camiones o carretillas de mano (para cilindros cuando se usen contenedores).
- Preferiblemente debe ubicarse en una edificación totalmente independiente de las otras; si esto no es factible, las paredes comunes entre la estación de cloración y los otros cuartos deben ser herméticos. La puerta de acceso debe comunicar a un patio o local bien ventilado. Cerca de la estación de cloración no existirán fuentes externas que generen altas temperaturas o chispas.
- Se diseñará de tal forma que la ventilación natural diluya cualquier fuga de cloro sin causar daños a la estación o edificaciones cercanas. La luz solar no debe incidir directamente sobre los cilindros.
- Las paredes se deben construir de concreto, bloques, de concreto o ladrillo cuarterón, el techo de asbesto cemento, en general deben ser materiales resistentes e incombustibles. Las puertas deben poderse abrir sin dificultad desde el interior del local.
- El almacenamiento del cloro estará ubicado en un local independiente del cuarto de cloradores.
- Para estaciones grandes, de más de 50 kg. Cloro/día se requiere un sistema de ventilación forzada capaz de hacer un cambio de aire del local en 4-5 minutos y su descarga se ubicará a una altura suficiente para garantizar una buena disolución del cloro sin efectos perjudiciales en caso de fugas.
- De ser factible se colocará en la puerta de acceso una ventanilla de inspección de vidrio.



- Es deseable que a nivel de piso se proporcione un sistema de drenaje para el cloro que se puede fugar.
- El área requerida se estimará considerando los equipos a instalar, espacio para mantenimiento y manipulación, inventario de cilindros llenos, vacíos y en operación, bodega de herramientas, ampliaciones futuras, etc.

1.4.2.4.3.3. Equipos de protección.

Como condiciones mínimas de seguridad las estaciones de cloración deben poseer:

Una carretilla de mano para manipulación de cilindros o un sistema de izaje de 2 T, según el caso.

- Máscaras anticloro especiales.
- Amoniaco para detección de fugas
- Herramientas adecuadas para la operación de los recipientes y equipos
- Herramientas adecuadas para eliminar fugas de cloro.
- Extinguidor de incendios.

1.4.2.4.3.4. Tiempo de contacto.

Se recomienda que el tiempo de contacto entre el cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor; en situaciones adversas se puede aceptar un mínimo de 10 minutos. En caso de ser necesario, debe diseñarse tanques de contacto que garanticen el tiempo mínimo mencionado. La concentración de cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de distribución deberá ser 0.2-0.5 mg/L después del período de contacto antes señalado.

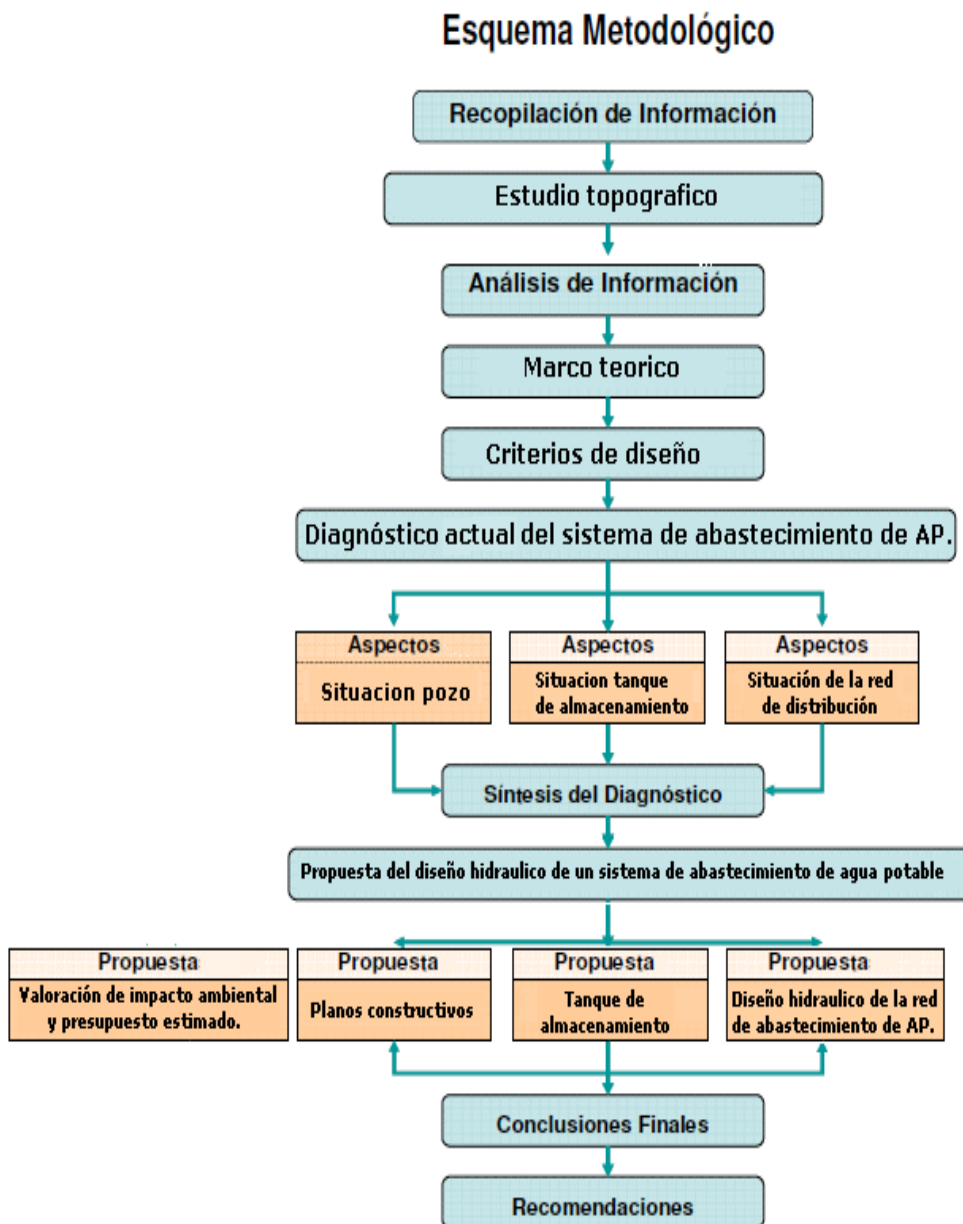
1.4.2.4.3.5. Método de dosificación de cloro.

Se recomienda el método de dosificación de cloro sobre el punto de quiebre, recomendado por análisis de laboratorio de agua.



1.5. Diseño metodológico.

El proceso metódico – metodológico desarrollado en la tesis se resume en el siguiente Esquema metodológico:





1.6. Hipótesis.

El diseño hidráulico del Sistema de Abastecimiento de Agua potable para la localidad de Momotombo será un instrumento para suplir las necesidades del consumo de agua potable y así poder satisfacer la demanda actual y futura de la población beneficiada.

CAPITULO II
DIAGNÓSTICO.



2.1. Descripción general de la Comarca de Momotombo.

2.1.1. Información general.

2.1.1.1. Datos históricos¹²

Históricamente la localidad de Momotombo, ha sido de gran importancia para el territorio, desde 1524 cuando fue fundada la antigua ciudad de León por los españoles y contenía inicialmente una gran población de indígenas.

Posterior a su colapso debido a las erupciones del Volcán Momotombo, en los años 1900's, su importancia radicó en ser un puerto estratégico para los flujos comerciales, donde trasegaba el café proveniente de Matagalpa en barcos de vapor y se trasladaba después en ferrocarril a la ciudad de León y posteriormente al puerto de Corinto para su exportación.

En la actualidad Puerto Momotombo con su muelle desaparecido, ante el descuido de las autoridades, ya no es un puerto en función. Ahora no navegan naves comerciales ni de transporte en el Lago Xolotlán, pero existe una comunidad dedicada a la pesca artesanal que hace uso de este pese a los grados de contaminación e insalubridad del agua.

Dentro del contexto municipal, la localidad es un sitio de relevancia, por ser el segundo centro urbano de importancia en el territorio, así como por su posición geográfica estratégica en la zona central del municipio. Esta podría actuar como un centro proveedor de servicios y equipamientos para la zona norte del municipio de La Paz Centro. Deben destacarse nuevamente los altos potenciales geotérmicos presentes en el sitio, de manera que se conviertan en uno de los principales ejes para el desarrollo energético de la nación.

Dentro de la localidad se localiza el Patrimonio Histórico de la Humanidad Sitio Ruinas de “León Viejo” y otros elementos de alto valor arqueológico, que ubican al municipio y a la nación en el Mapa Mundial de Sitios Patrimoniales de la UNESCO, convirtiéndose así, en un importante punto para el desarrollo turístico, científico y cultural en el País.

¹² Nicaragua, Centro de estudios y promoción social (2005). Plan de desarrollo urbano de Momotombo. La Paz Centro: Autores.



Otro elemento importante a destacar es su proximidad a áreas protegidas o de conservación natural, como las lagunas de Asososca y otras consideradas vírgenes como las de Monte Galán, Las Piedras, El Cachital y Agua Dulce, así como el complejo Volcánico los Maribios y la Isla de Momotombito, entre otros. En donde aún se encuentra cobertura boscosa que sirve de refugio a la fauna silvestre que escapa de la caza furtiva y la destrucción de su hábitat causada por la extracción de leña y los incendios que suceden en la parte baja de sus faldas.

2.1.1.2. Localización.

La localidad de Momotombo se localiza a 13 Km de la ciudad de La Paz Centro en las coordenadas 12° 23' 50" Latitud Norte y 86 ° 36' 37" Longitud Oeste, es el segundo Centro urbano de importancia en el municipio y de invaluable importancia nacional por encontrarse en su emplazamiento el Patrimonio Histórico Cultural de la Humanidad Sitio Ruinas de León Viejo fundado por los Españoles en 1524.

La localidad es de fácil acceso desde la capital y todo el país en general, ya que se accede a través de la carretera panamericana y por la carretera interurbana adoquinada, construida para la declaratoria de Patrimonio Histórico de la Humanidad para facilitar el acceso de los visitantes.

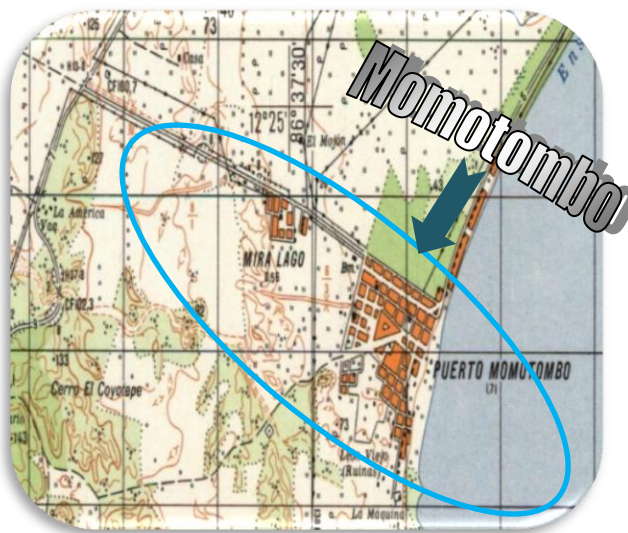


Ilustración 1: Microlocalización del sitio.



La Comarca de Momotombo pertenece al municipio de La Paz Centro, cuya capital es León.

Se encuentra a unos 45 Km. al NE de Managua, 9 Km. al Norte-Oeste de La Paz Centro.

La Comarca se desarrolla principalmente sobre la orilla Oeste del Lago de Managua, sobre una planicie con una modesta pendenza en dirección O-E.

La zona más antigua de la localidad, comprendida entre las cotas de 38 y 60 m.s.n.m, se extiende ocupando una superficie bruta de aproximadamente 80 ha, con calles planeadas según los criterios urbanísticos usual, es decir en reticulado con intersecciones ortogonales regulares.

2.1.1.3. Población y vivienda¹³

La población total de Momotombo para el 2009 es de 3767 habitantes¹⁴. Se contabilizan 676 viviendas ocupadas, es importante destacar que la localidad está compuesta por 6 barrios:

- Martín Roque.
- Patricio Arguello Ryan.
- Julio Fernández Loáisiga.
- Miralago I.
- Villa Libertad (Miralago II).
- Villa Esperanza.

La localidad de Momotombo, se cataloga como un espacio urbano debido a la conformación de su estructura urbana. Contradictoriamente, se identifican ciertas características rurales de la población como la crianza de aves de corral y animales de granja en los patios de las viviendas, observándose además una estrecha cercanía entre el área urbana y el área rural.

¹³ Nicaragua, Instituto Nacional de información de desarrollo. (2005). Publicación de indicadores desagregados a nivel de barrio, comarca, comunidad y localidad para cada uno de los 153 municipios del país.

¹⁴ Nicaragua, Alcaldía Municipal de La Paz Centro (2009), Datos de Censo realizado por el MINSa, utilizado para efectos de proyectos y programas. La Paz Centro: Autores.



2.1.1.4. Servicios públicos existentes¹⁵

Cuenta con los servicios de agua potable, energía eléctrica, escuela de enseñanza primaria, secundaria y puesto de salud.

No existe el servicio de correo y teléfono fijo.

● Red de energía eléctrica.

La localidad cuenta con el servicio de energía eléctrica y alumbrado público, servicio brindado por UNION FENOSA. Con un déficit del 3.61 % sólo en el casco urbano.

● Red de agua potable.

El servicio de agua potable es suministrado por ENACAL, a través de una estación de bombeo ubicada al nor-oeste de la localidad, de donde se extrae el agua de una fuente subterránea, se potabiliza y es finalmente distribuida en todo Momotombo y sectores aledaños. El sistema de distribución de agua cuenta a la vez con un tanque ubicado en el Barrio Martín Roque, a pocas cuadras de la cancha deportiva de Momotombo.

La problemática típica de muchos poblados y ciudades de Nicaragua es que no gozan del abastecimiento adecuado del flujo de agua, debido a la deficiencia de las bombas y al problema energético.

El 10 de agosto del 2009, el Ingeniero Evaristo Perez por parte de la empresa GEORIEGO y el centro de estudios y promoción social (CEPS), dieron inicio a la perforación de un pozo , ubicado en el empalme de Momotombo - Malpaisillo, sector conocido como las colinas, predio donado por la alcaldía de La Paz Centro.

¹⁵ Nicaragua, Centro de estudios y promoción social (2005). Plan de desarrollo urbano de Momotombo. La Paz Centro: Autores.



● 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 localidad cuenta con tres centros educativos, dos colegios de educación Preescolar-Primaria; y un Instituto de Educación Secundaria; pese a esto existe una inmensa cantidad de población, en su mayoría adultos que son analfabetos.

● Salud.

En el lugar, el equipamiento de salud da cobertura a la población a través de un Puesto Médico, ubicado en un sitio céntrico y accesible a través de la calle adoquinada. Las instalaciones del puesto médico presentan un buen estado de conservación con cobertura total a toda la localidad de Momotombo y algunos sectores rurales.

El personal médico de este Puesto de Salud está compuesto por un estudiante de medicina en el desarrollo de su servicio social, el cual da consultas 3 días a la semana, además de una enfermera y dos auxiliares que tienen presencia todos los días. Debido al poco personal médico en el Puesto de Salud la población corre el riesgo de no ser atendida, cuando la enfermera realiza otras actividades como brigadista de Salud.

Las enfermedades comúnmente atendidas por el personal médico son enfermedades respiratorias como: gripe, resfríos comunes y amigdalitis. Asimismo, se desarrollan programas de Control Natal, programa de dispensarizado para pacientes crónicos, hipertensos, artríticos y diabéticos.

En el puesto se realizan análisis preventivos a neonatos, pequeños lactantes y niños, a través de la aplicación de vitaminas y vacunas preventivas contra el Rota Virus, Meningitis y Hepatitis. En el año 2006 se registró un solo caso de dengue en la localidad, este paciente fue trasladado al Centro de Salud de La Ciudad de La Paz Centro y posteriormente fue transferido al Hospital de León.



2.1.1.5. Vías de comunicación.

La Comarca de Momotombo presenta una articulación directa con la Ciudad de La Paz Centro, Cabecera Municipal y la Carretera Panamericana por estar comunicados a través de la carretera intermunicipal adoquina construida para la declaración de Patrimonio Mundial a las Ruinas de León Viejo.

Esta carretera adoquinada comienza en la intersección con la Carretera Panamericana, en el empalme conocido como entrada a León Viejo, continúa hasta un segundo empalme que une al camino que comunica a La Paz Centro y Malpaisillo y penetra finalmente en el área urbana de la localidad de Momotombo.

2.1.1.6. Actividades económicas¹⁶

Es considerada una comunidad eminentemente agropecuaria y pesquera. La actividad agropecuaria es muy importante en la localidad, existen varias haciendas que se dedican a la producción lechera, entre estas: La Providencia, El Socorro y La California que proveen de materia prima a las industrias lácteas a nivel nacional.

● La Agricultura.

A causa de sus ricos suelos, las actividades agropecuarias son consideradas la base económica de la localidad de Momotombo. Se contabiliza una cantidad de 70 productores, los cuales se dedican principalmente a la producción agrícola de maíz y sorgo. Según el Diagnóstico Situacional de Riesgos de la localidad de Momotombo, realizado en el marco de la ejecución del proyecto “Manejo de Riesgos para el Desarrollo Local Sostenible”, el productor agrícola promedio de Momotombo tiene alrededor de 10 manzanas de tierra.

¹⁶ Nicaragua, Centro de estudios y promoción social (2005). Plan de desarrollo urbano de Momotombo. La Paz Centro: Autores.



Se estima que unas 120 familias cultivan alrededor de 150 manzanas de maíz, con un rendimiento promedio de entre 50 y 30 qq/mz. En el caso del sorgo 40 familias cultivan unas 200mz con un rendimiento promedio de 40 qq/mz. También se siembran musáceas y otros cultivos no tradicionales a pequeña escala.

Algunos productores realizan la agricultura de humedad aprovechando las áreas cercanas al lago donde se conservan altos niveles de humedad durante el verano. Al igual que estos productores, ciertas familias han descubierto la potencialidad del llano y riego del lago a fin de producir hortalizas. Por otro lado, la producción de frutales (principalmente cítricos y pitahayas) en los patios genera algunos ingresos a las familias.

● **La Ganadería.**

En la localidad de Momotombo y su entorno se ubican tres grandes haciendas: La California, hacienda ganadera de 8, 000 mz, la cual genera trabajo a unas 40 familias. El Obraje, hacienda agropecuaria de 1,500 mz, cuyas tierras son arrendadas a familias campesinas y productores, los cuales al final del ciclo productivo dejan el pasto para alimento de los animales de la hacienda. Los Orozco, hacienda ganadera de 2,000 mz que emplea a unas 10 personas. Se considera que aproximadamente unos 40 productores poseen alrededor de 200 cabezas de ganado, a las cuales se les dificulta alimentar durante el verano por la existencia de pocas áreas de pastoreo.

● **La Pesca.**

De acuerdo al Diagnóstico de la Actividad Pesquera Artesanal de Momotombo, realizado en el año 2002, 120 familias, las cuales cuentan con 15 botes y una lancha se dedican a la pesca artesanal. Estas extraen apenas un promedio de 20 a 25 libras de mojarra, para luego ser comercializadas en León, La Paz Centro y Managua.



2.1.1.7. Condiciones higiénico sanitarias.

● Red de drenaje sanitario.

Las estructuras hidráulicas de drenaje sanitario son inexistentes, representando un déficit para el desarrollo de la comunidad. Tal situación obliga a la población a construir sumideros en los patios de sus viviendas y depositar aguas servidas en pilas que frecuentemente alcanzan su máxima capacidad, hasta rebalsarse.

Los sistemas sanitarios utilizados por los pobladores son; la letrina del tipo húmedo – seca y el inodoro.

● Red de drenaje pluvial.

Las estructuras hidráulicas de drenaje Pluvial son inexistentes. La carencia de esta estructura provoca la erosión de las vías de circulación, debido a las corrientes pluviales que atraviesan el poblado hasta desembocar en el Lago de Managua.

● Recolección y disposición de la basura.

La recolección y tratamiento de los desechos sólidos de la localidad es responsabilidad de la Alcaldía Municipal de La Paz Centro, constituyéndose para esta institución en un gran gasto de combustible y labor. Los trabajos de recolección se realizan dos veces por semana, a través de un tráiler halado por un tractor Belarus. El tren de aseo colecta la basura en los puntos de acopio local para luego trasladarlos hasta el basurero municipal de La Paz Centro.

La principal problemática en cuanto a los desechos sólidos, es la carencia de un basurero local para el acopio de la basura, lo que sumado a las malas costumbres de la población propicia el establecimiento de basureros clandestinos.



2.2. Descripción del sistema de abastecimiento de agua potable existente.

La Comarca de Momotombo cuenta con un Sistema de agua potable, el servicio de agua es suministrado por ENACAL – Región II, a través de una estación de bombeo ubicada al noroeste de la localidad, de donde se extrae el agua de una fuente subterránea, se potabiliza y es finalmente distribuida en toda la comarca de Momotombo y sectores aledaños.

El Sistema de distribución de agua cuenta a la vez con un tanque ubicado en el Barrio Martín Roque, a pocas cuadras de la cancha deportiva de Momotombo.

Por medio de sondeos en la zona y el reciente estudio topográfico que se efectuó en el mes de Agosto por la UNAN – Managua (estudiantes egresados de la carrera de Ingeniería Civil, sus servidores) se realizó un informe estimado de la situación actual del Sistema de agua potable en la zona, el cual se desglosa en pozo, tanque y red.

2.2.1. Operación del Sistema de abastecimiento de agua potable.

Existen serios problemas con el abastecimiento de agua potable en general de la población. Se tienen grandes sectores donde el agua solamente llega por algunas horas durante el día, debido a la deficiencia de la bomba y el racionamiento de la energía eléctrica.

Es por esta razón que su distribución se divide en zonas, en un horario establecido para el Abastecimiento:

- Zonas de Miralago: 6.00 am – 12.00 md.
- Zonas de Momotombo: 12.00 md – 6.00 pm.

El almacenamiento, aunque tiene mucho tiempo de que no le llega el agua, es de muy poca capacidad para la población a la cual debería de atender, perjudicando en el abastecimiento a los usuarios. Además de que no se cuenta con la cantidad suficiente de micro medidores a instalar a cada uno de los usuarios.



2.2.2. Situación de la captación o pozo.

El agua que se suministra a la población, es agua subterránea, extraída a través de un pozo con las siguientes características:

Pozo No	= N – 4 – 93
Profundidad total	= 257 pies
NEA	= 67.5 pies
Método	= percusión
Diámetro perforado	= 16 pulgadas
Diámetro del ADEME	= 8 pulgadas
Caudal de prueba	= 90 Gpm
Rebajamiento	= 4.80 pies (24 horas)
Coordenadas UTM	= N1224.814, W8637.753
Año de construcción	= 1,993.

En éste momento la explotación del pozo es de 185 Gpm, no satisfaciendo la demanda de la población. A inicios del año 2000, se estuvo explotando a razón de 225 Gpm; presentado la bomba, problemas de achicamiento.

2.2.3. Calidad del agua producida.

La calidad del agua es generalmente buena para uso potable, según las normas de calidad del agua para consumo humano (CAPRE). El total de los sólidos disueltos es de 520 ppm. La dureza se mantiene siempre a bajo de 280 ppm de carbonato de calcio; los valores de nitratos están siempre inferiores a 4 ppm.

Los análisis bacteriológicos son hechos periódicamente por los laboratorios de ENACAL de León.

El agua que se extrae del pozo para el suministro de la población, se desinfecta con la aplicación de cloro gas en dosis de 7.00 libras/día para obtener concentraciones en la red de cloro residual libre entre 0.9 mg/lit a 0.5 mg/lit.



2.2.4. Situación de la línea de conducción.

Para la distribución del agua a la Comarca se cuenta con una longitud de 1,966 metros de tubería de PVC en buen estado con las siguientes descripciones:

Tabla 10: Diámetros y longitudes de la línea de conducción.

DIAMETRO(pulgadas)	LONGITUD (metros)
3	287
4	1584

2.2.5. Situación del tanque de almacenamiento.

El acueducto cuenta con un tanque de acero sobre torre con capacidad de almacenamiento de 5,000 galones. El cual, es de muy poca capacidad para la población a la cual le da el servicio, funciona como tanque de cola y sus especificaciones son las siguientes:

Tabla 11: Características del tanque existente.

Ubicación	Volumen		Año	Tipo	Altura	Altura	Diámetro
	m ³	Gal			tanque	torre	
Oeste de la ciudad	19	5000	1969	S.T.	(m) 3.65	(m) 10.55	(m) 3.0

Actualmente, por la alta demanda de la población, tanto legal como ilegal, el tanque tiene mucho tiempo de no almacenar agua a pesar de ser de baja capacidad.



2.2.6. Situación de la red de distribución.

Para la distribución del agua a la Comarca se cuenta con una combinación de tubería de PVC y asbesto cemento que requiere reemplazo. Debido a que no se cuenta con planos de la tubería existente se utilizó un estudio de sondeo de la zona, que realizó Enacal- León para obtener los siguientes datos estimados:

Tabla 12: Diámetros y longitudes de la red de distribución.

DIÁMETRO	PVC	AC
37,5 mm	3,500 m	
50 mm	1,300 m	2,360 m
75 mm		

2.2.7. Análisis hidráulico de la red.

Para realizar el análisis hidráulico del sistema existente se utilizó el método asistido por computadora (el programa de Epanet), analizando la red de distribución bajo la condición de consumo máxima hora (factor CMH = 2.5) de los cuales se obtuvo como presión mínima: 18.58 m en el nodo N₃; y presión máxima: 31.64m en el nodo X, presentándose pérdidas moderadas, lo que provocó cambios en los diámetros. Se trabajó de acuerdo a las normas urbanas de Enacal, la mayoría de las velocidades se encuentran dentro de lo permisible.



2.2.8. Información de la perforación del pozo a explotar.

La perforación del pozo se inicio el 10 de agosto y finalizó el 6 de septiembre del 2009, fue donado por el centro de estudios y promoción social (CEPS), la empresa contratada fue GEORIEGO, la encargada de realizar la perforación, utilizando el método de percusión con cable.

2.2.8.1. Localización.

El pozo fue perforado en el empalme (carretera adoquinada), sector conocido como, Las Colinas, intersección La Paz Centro – Malpaisillo – Momotombo, el terreno fue donado por la alcaldía de La Paz Centro. El pozo se localiza en la provincia geomorfológica conocida como cordillera volcánica del pacífico, con las coordenadas UTM N1372.606, W5386.64.



Ilustración 2: Mapa de ubicación de pozo perforado



2.2.8.2. Datos de prueba de bombeo.

La empresa encargada de realizar la perforación y prueba de bombeo del pozo fue GEORIEGO y los resultados se presentan en la siguiente lista:

Pozo No	= N – 5 – 09
Profundidad total	= 300 pies
NEA	= 160 pies
Ademe	= 180 pies
Tamiz	= 120 pies
Método	= percusión
Diámetro perforado	= 14 pulgadas
Diámetro de bomba	= 6 pulgadas
Diámetro de revestimiento	= 10 pulgadas
Caudal de prueba	= 220 Gpm
Columna de bombeo	= 210 pies
Coordenadas UTM	= N1372.606, W5386.64
Abatimiento	= 30 pies
Año de construcción	= 2,009.

2.2.8.3. Tubería de revestimiento ciega y ranurada.

El pozo fue revestido con tubería hasta 160 pies con tubería ciega de 10 pulgadas de PVC, de 160 hasta 240 tubería ranurada de 10 pulgadas PVC, 240 a 250 tubería ciega de 10 pulgadas (cámara de bombeo) 250 a 290 tubería ciega y de 290 a 300 tubería ciega de 10 pulgadas PVC (cámara de depósito).

2.2.8.4. Filtro de grava.

El pozo fue engravado con un volumen de 5m³ de grava de río con cantos rodados, la que fue colocada en el espacio anular entre la pared del pozo y la cara exterior de la tubería de revestimiento, la granulometría utilizada fue de ½” a ¼”.



2.2.8.5. Limpieza de pozo y prueba de bombeo.

Se utilizó una bomba de 6 pulgadas con motor perkin de diesel de 4 cilindros y la secuencia fue de 6 horas en 4 días, con un caudal de prueba de 220 galones por minuto, el nivel estático se encontró a 160 pies, columna de la bomba 210 pies, diámetro de revestimiento de 10 pulgadas y una profundidad del pozo de 300 pies.

El pozo tiene capacidad específica de 7.33 galones por pie y su recuperación es en 15 minutos, su nivel estático (NEA a 160 pies y su nivel de bombeo a 190 pies).

2.2.8.6. Sello sanitario.

El sello sanitario fue de 20 pies de profundidad y fue construido de una mezcla fluida de arena, cemento y agua, con una consistencia tal que se colocó en el espacio anular entre la pared del pozo y la cara exterior de la tubería de revestimiento. La función de este sello sanitario es evitar la penetración superficial de agua contaminada que puede alcanzar el nivel estático del pozo (NEA). Debajo de este sello sanitario se colocó el filtro de grava, el que se describió en el numeral.

2.2.8.7. Perfiles Estratigráfico.

El pozo fue perforado en el área de las colinas, propiedad del señor Lupe Orozco, esta propiedad fue adquirida por la alcaldía de La Paz Centro y donada al proyecto, se encuentra en la cordillera Volcánica del Pacífico.

En toma de muestra se encontró al inicio de la perforación a los quince pies pomas, de los 15 a los 45 pies, poma con talpetate, de 45 a los 55 pies, poma con talpetate, de los 55 a los 70 pies se encontró limo, de los 70 a 80 pies, talpetate combinado con poma, de 80 a 95, poma combinado con bolones, de 140 a 190, arena gruesa, 190 a 215 se encontró poma, limo con bolones, 215 a 240 se encontró poma con limo, de 255 a 265, poma con talpetate de 265 a 280 talpetates con arena y de 280 a 300 limo con bolones y arena.

Como se pudo observar el comportamiento de las formaciones, desde punto técnico e hidrológico de factibilidad es favorable. Se efectuaron pruebas de verticalidad cada quince pies de profundidad.



2.2.8.8. Calidad del agua.

La calidad del agua es generalmente buena para uso potable, según el certificado del análisis de agua que se le practico en el centro de investigación y estudios en medio ambiente (CIEMA), los parámetros están dentro de las normas de calidad del agua para consumo humano (CAPRE).

Tabla 13: Resultados del certificado de análisis de agua.

Ensayo realizado Parámetro	Unidad	Valor de concentración	Valor limite permisible
		Muestra 1	NORMA
Aspecto	*	Clara	NE
Potencial de hidrogeno	pH	7,30	6,5 – 8,5
Conductividad eléctrica	µS/cm	180,00	400
Turbiedad	NTU	0,34	5
Color verdadero	UC	4,00	15
Alcalinidad	mg/l	84,00	NE
Carbonatos	mg/l	0,00	NE
Bicarbonatos	mg/l	84,00	NE
Nitratos	mg/l	1,19	50
Nitritos	mg/l	0,02	0,1
Cloruros	mg/l	17,40	250
Hierro total	mg/l	0,087	0,3
Sulfatos	mg/l	8,80	250
Dureza total	mg/l	81,52	400
Dureza cálcica	mg/l	56,16	NE
Calcio	mg/l	22,51	100
Magnesio	mg/l	6,16	50
Manganeso	mg/l	<0,02	0,5
Sodio	mg/l	7,00	200
Potasio	mg/l	8,11	10
Flúor	mg/l	0,337	0,7

NE= no especificada por la norma

CAPITULO III
DISEÑO DEL SISTEMA.



3. Memoria de diseño.

3.1. Período de diseño.

Considerando la vida útil de las estructuras y equipos componentes del sistema de agua, crecimiento de la población como posibles desarrollos o cambios en la comunidad que dificulten realizar ampliación del proyecto, comportamientos de las obras en los primeros años de operación, se estima se alcanzará en un periodo de 20 años.

El periodo de diseño de 20 años concierne desde el año 2009 hasta el año 2029, realizándose así un análisis técnico de cada una de las partes del sistema para dicho periodo, exceptuando el equipo de bombeo que se analizó su operación técnica para 10 años.

3.2. Proyección de población.

De acuerdo con la información suministrada por la Alcaldía municipal de La Paz Centro y el Programa de erradicación del dengue del Minsa en dicha localidad de Momotombo se tiene registrado un valor de 3767 habitantes para el año 2009. A partir de este año se procede a proyectar la población para el año 2029

Datos:

- Se utilizará la tasa de crecimiento rural establecido por Enacal – Departamento de León, en la Comarca de Momotombo; la cual es utilizada en la elaboración de proyectos en esta zona.
- La población actual de la Comarca es proporcionada por el censo mas reciente realizado por la Alcaldía de La Paz Centro.
- Se utilizará un periodo de diseño de 20 años para la población (2009 – 2029).

Población actual $(_{2009}) = 3767$ habitantes.

Tasa de Crecimiento poblacional = 3%.

La población futura se determinara utilizando el método geométrico:



Fórmula

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

Donde:

P_n = Población del año “n”.

P_o = Población al inicio del período de diseño ó actual.

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

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

Procedimiento:

$$P_{2029} = P_{2009}(1 + 0.03)^{20} = 3767 \times (1.03)^{20} = 6804 \text{ habitantes}$$

Para proyectar la población se utilizo el método Geométrico, obteniendo como resultado una población proyectada de 6804 habitantes.

3.3. Estimado de consumo.

Se utilizará un valor de consumo unitario de 25 gppd para el nivel de servicio con conexiones domiciliarias. Para el consumo público o institucional y el comercial, se tomará el 7% del consumo doméstico y un 2 % para el industrial.

Se considerará una dotación de agua contra incendios, tomando como parámetro un caudal de 150 Gpm concentrado en una toma.

3.3.1. Consumos.

3.3.1.1. Consumo máximo día.

El caudal de máximo día, se estimó utilizando el factor de variación diaria de 1.5 con respecto al consumo promedio diario.

3.3.1.2. Consumo máximo hora.

Para establecer el caudal de máxima hora, se utilizó el factor de máxima hora, igual a 2.5 con respecto al consumo promedio diario.



3.4. Cálculo del caudal de diseño.

Datos:

Población actual (2009) = 3,767 habitantes.

Población futura (2029) = 6804 habitantes.

Dotación = 25 gppd (según Normas Urbanas.)

● **Consumo Doméstico (CD).**

CD = (Población futura y/o actual) x (Dotación).

Para el año 2009.

$$CD_{2009} = (3767 \text{ hab.} \times 25 \text{ gppd}) = 94,175 \text{ Glns/días}$$

Para el año 2029.

$$CD_{2029} = (6804 \text{ hab.} \times 25 \text{ gppd}) = 170,100 \text{ Glns/días}$$

● **Consumo público/Institucional (CP).**

CP = (consumo doméstico) x (7%).

Para el año 2009

$$CP_{2009} = (94,175 \text{ Glns/días} \times 0.07) = 6,592.25 \text{ Glns/días}$$

Para el año 2029

$$CP_{2029} = (170,100 \text{ Glns/días} \times 0.07) = 11,907 \text{ Glns/días}$$

● **Consumo Comercial (CC).**

CC = (consumo doméstico) x (7%).

Para el año 2009

$$CC_{2009} = (94,175 \text{ Glns/días} \times 0.07) = 6,592.25 \text{ Glns/días}$$

Para el año 2029

$$CC_{2029} = (170,100 \text{ Glns/días} \times 0.07) = 11,907 \text{ Glns/días}$$



● **Consumo Industrial (CI).**

$$CC = (\text{consumo doméstico}) \times (2\%)$$

Para el año 2009

$$CC_{2009} = (94,175 \text{ Glns/días} \times 0.02) = 1,883.5 \text{ Glns/días}$$

Para el año 2029

$$CC_{2029} = (170,100 \text{ Glns/días} \times 0.02) = 3,402 \text{ Glns/días}$$

● **Consumo por pérdidas y/o Fugas (P/F).**

$$P/F = (CD + CP + CC + CI) \times 20\%.$$

Para el año 2009

$$\begin{aligned} P/F_{2009} &= ((94,175 + 6,592.25 + 6,592.25 + 1,883.5) \text{ Glns/días} \times 0.2) \\ &= \mathbf{21,848.6 \text{ Glns / días}} \end{aligned}$$

Para el año 2029

$$\begin{aligned} P/F_{2029} &= ((170,100 + 11,907 + 11,907 + 3,402) \text{ Glns/días} \times 0.2) \\ &= \mathbf{39,463.2 \text{ Glns / días}} \end{aligned}$$

● **Consumo Doméstico Promedio Total (CDPT).**

$$CDPT = [CD + CP + CC + CI + (P/F)].$$

Para el año 2009

$$CDPT = (94,175 + 6,592.25 + 6,592.25 + 1,883.5 + \mathbf{21,848.6}) \text{ Glns / días}$$

$$CDPT = 131,091.6 \text{ Glns/días} = \mathbf{5.74 \text{ L / s}}$$

Para el año 2029

$$CDPT = (170,100 + 11,907 + 11,907 + 3,402 + 39,463.2) \text{ Glns / días}$$

$$CDPT = 236,779.2 \text{ Glns/días} = \mathbf{10.37 \text{ L / s}}$$



● **Consumo máximo Día (CMD).**

$$CMD = FMD \times CDPT = 150\% \times CDPT$$

Para el año 2009.

$$CMD = (1.5 \times 131,091.6 \text{ Glns/días}) = 196,637.4 \text{ Glns/días}$$

$$CMD = 136.55 \text{ Gpm} = 8.61 \text{ L / s}$$

Para el año 2029

$$CMD = (1.5 \times 236,779.2 \text{ Glns/días}) = 355,168.8 \text{ Glns/días}$$

$$CMD = 246.65 \text{ Gpm} = 15.56 \text{ L / s}$$

● **Consumo máximo Hora (CMH).**

$$CMH = FMH \times CDPT = 250\% \times CDPT.$$

Para el año 2009

$$CMH = (2.5 \times 131,091.6 \text{ Glns/días}) = 327,729 \text{ Glns/días}$$

$$CMH = 227.59 \text{ Gpm} = 14.36 \text{ L / s}$$

Para el año 2029

$$CMH = (2.5 \times 236,779.2 \text{ Glns/días}) = 591,948 \text{ Glns/días}$$

$$CMH = 411.08 \text{ Gpm} = 25.93 \text{ L / s}$$

Resultado:

- El caudal para el diseño de la bomba, línea de conducción, tanque de almacenamiento es:

$$\text{Para el 2009 } CMD = 136.55 \text{ Gpm} = 8.61 \text{ L / s}$$

$$\text{Para el 2029 } CMD = 246.65 \text{ Gpm} = 15.56 \text{ L / s}$$

- El caudal para el diseño de la red de abastecimiento es:
- Para el 2009 $CMH = 227.59 \text{ Gpm} = 14.36 \text{ L / s}$
- Para el 2029 $CMH = 411.08 \text{ Gpm} = 25.93 \text{ L / s}$



3.5. Estación de bombeo.

3.5.1. Características del equipo de bombeo.

Los controladores eléctricos serán protegidos en una caseta destinada para este propósito, la cual se ubicará a unos pocos metros de la superficie del pozo, previendo que esta no interfiera en la operación y maniobras de equipos perforadores y grúas mecánicas.

La caseta de controles y protecciones eléctricas está constituida de una estructura de techo metálica, con cubierta de zinc calibre 26 y piso de concreto simple de 2,500 psi. Con sus dimensiones correspondiente mostradas en los planos.

Adicional a la caseta de controles eléctricos, se propone una caseta de vigilancia y protección para el operador de la estación de bombeo. La caseta tendrá las mismas características físicas de la anteriormente descrita.

El equipo dosificador y sus accesorios serán protegidos mediante la misma caseta descrita para la protección de controles eléctricos. La ubicación de esta caseta, como se dijo anteriormente, donde se proyecta la instalación de la línea de conducción.

La energía a suministrar será principalmente para accionar los equipos de bombeo sumergible, los dosificadores de solución de cloro y la alimentación de baja tensión para la caseta, así como para la iluminación exterior de la estación de bombeo.

El perímetro del predio, será protegido mediante un cerco de malla ciclón de 8' de alto, con marco de tubo $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ " HG. Se construirá un portón de malla ciclón con marco de tubo HG $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ ", de cinco metro de ancho libre; el portón estará soportado por medio de dos columnas y una viga asísmica de concreto reforzado de 3,000 psi.

Se construirá una letrina para satisfacer las necesidades fisiológicas del personal encargado de la operación y el mantenimiento del sistema de agua potable. La letrina será del tipo VIP de fosa semi elevada, la utilizada en los diseños de ENACAL.



3.5.2. Calculo de la potencia de bomba y el motor.

Según los parámetros de diseño en las Normas Urbanas, se diseñará la estación de bombeo para 10 años; por lo tanto se tomó de la tabla proyección de población y consumo, la demanda máxima diaria para 10 años, obteniendo el siguiente caudal, posteriormente presentado. La bomba que se instalará es de tipo sumergible.

$$Q_{\text{diseño}} = 183.53 \text{ Gpm} \cong 11.58 \text{ l/s} \cong 12 \text{ l/s} = 0.012 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Datos:

$$Q_{\text{diseño}} = 12 \text{ l/s} = 0.012 \text{ m}^3 / \text{s}$$

(Ver tabla proyección de población y consumo en anexos).

Datos según prueba de bombeo:

Pozo No	= N – 5 – 09
Profundidad total	= 300 pies
NEA	= 160 pies
Ademe	= 180 pies
Tamiz	= 120 pies
Método	= percusión
Diámetro perforado	= 14 pulgadas
Diámetro de bomba	= 6 pulgadas
Diámetro de revestimiento	= 10 pulgadas
Caudal de prueba	= 220 Gpm
Columna de bombeo	= 210 pies
Coordenadas UTM	= N1372.606, W5386.64
Abatimiento	= 30 pies
Año de construcción	= 2,009.



Cálculo del diámetro de la descarga.

Según Bresse:

$$X(m) = \frac{\text{Número.de.horas.de.bombeo.por.día}}{24h} = \frac{16h}{24h} = 0.67$$

$$\phi(m) = 1.3 * X^{\frac{1}{4}} * \sqrt{Q(m^3 / s)} = 1.3 * (0.67)^{0.25} * \sqrt{0.012} = 0.1288m = 5.1" = \phi_{\text{económico}}$$

$$\phi = 6" = 0.1524m \approx \phi_{\text{diseño}}$$

Revisión de la velocidad descarga por la ecuación de la continuidad.

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

$$V_{\text{descarga}} = \frac{4 \times 0.012}{\pi(0.1524)^2} = 0.66 \text{ m/seg}$$

$$0.6 \text{ m/seg} \leq V_{\text{descarga}} \leq 1.5 \text{ m/seg} \quad \text{ok.}$$

Cálculo de la carga total dinámica (CTD).

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

Donde:

NB = Nivel más bajo del agua durante el bombeo.

CED = Carga Estática de la Descarga.

hf_{columna} = pérdidas en la columna dentro del pozo.

hf_{desc} = pérdidas en la descarga.

- Cálculo del nivel de bombeo (NB).

NB = NEA + Variación + Abatimiento

NB = 190 pies. (Según datos de la prueba de bombeo)



- Cálculo de la carga estática de la descarga (CED).

CED= Diferencia de Elev. (N. de Rebose tanque – N. suelo Pozo)

$$\mathbf{CED} = 56.118 \text{ m} - 63.5 \text{ m} = 7.38 \text{ m}$$

- Cálculo de Pérdidas en la columna (por norma).

$$hf_{\text{columna}} = 5\% \times L_c$$

Donde:

L_c = longitud de la columna.

L_c = NB + Sumergencia

$$L_c = 190' + 20' = 210' (64.008 \text{ m})$$

$$hf_{\text{columna}} = 5\% \times (64.008 \text{ m}) = 3.2004 \text{ m}$$

$$hf_{\text{columna}} = 3.2004 \text{ m}$$

- Cálculo hf_{descarga}

Pérdidas en la descarga con hf_{descarga} con una tubería de descarga de diámetro de 6 pulgadas = 0.1524 m.

Se utilizará tabla de perdidas localizadas en longitudes equivalentes (verla en anexos)

Tabla 14: Longitud equivalente.

Accesorios	Cantidad	Le (longitud equivalente) m	Total (m)
Válvula check	1	19.3	19.3
Válvula compuerta	1	1.1	1.1
Válvula de pase	1	39	39
C-90° radio medio	2	4.3	8.6
Cruz 6"x6"	1	10.40	10.40
C-90° radio Largo	1	3.4	3.4
C-45° radio corto	2	2.3	4.6
Medidor de Caudal	1	10	10
Manómetro	1	10	10



Tee de Paso directo	1	3.4	3.4
Salida al Tanque	1	5	5
Σ		LeTotal	114.8

$$L_{\text{total}} = L_{\text{tubería de descarga}} + L_{\text{e total}}$$

$$L_{\text{total}} = 1743 \text{ m} + 114.8 \text{ m} = 1857.8 \text{ m}$$

$$(hf)_{\text{descarga}} = 10.67 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \frac{L_{\text{total}}}{\phi^{4.87}}$$

$$(hf)_{\text{descarga}} = 10.67 \left(\frac{0.012}{150} \right)^{1.852} \frac{1857.8}{(0.1524)^{4.87}}$$

$$(hf)_{\text{descarga}} = 4.88 \text{ m}$$

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

$$CTD = 57.912 \text{ m} + 7.38 \text{ m} + 3.2004 \text{ m} + 4.88 \text{ m}$$

$$CTD = 73.37 \text{ m} \approx 241 \text{ pies}$$

Revisar la carga neta positiva.

Entonces:

$$CNPSd = \text{sumergencia} = 20 \text{ pies}$$

$$CNPSr = 12.90 \text{ pies}$$

Se dice que sí:

$$CNPSd > CNPSr \text{ No se presenta cavitación.}$$

Determinación de la Potencia de la Bomba y potencia del motor.

Potencia de la bomba (Pot)

$$Pot = \frac{(CTD \times Q \times \gamma)}{75n}$$

$$Pot = \frac{(73.37 \times 0.012 \times 1000)}{75 \times 0.774}$$



$$\text{Pot} = 15.16\text{CV} \frac{0.986\text{Hp}}{1\text{CV}} \approx 15 \text{ Hp}$$

Potencia del motor (Pmotor)

$$P_{\text{motor}} = 1.3 \times \text{Pot}$$

$$P_{\text{motor}} = 1.3 \times 15 \text{ Hp} \approx 20\text{Hp}$$

Por razones económicas se utilizará una bomba de uso estándar elaborada por los fabricantes:

$$\text{Potencia de la bomba} = 15 \text{ HP}$$

$$\text{Potencia del motor} = 20 \text{ HP.}$$

3.6. Línea de conducción.

Se proyecta una línea de conducción, la cual conducirá el vital líquido mediante gravedad con una Tubería PVC-SDR26 ø6" en un tramo de 1743m, que va del pozo hasta el tanque de almacenamiento.

Se proponen 5 válvulas de aire y vacío de 1" HF y 2 válvulas de limpieza de 6" HF, a fin de garantizar el flujo adecuado del líquido y facilitar las labores de operación y mantenimiento.

3.7. Red de distribución.

La red estará compuesta de 13089 m de tuberías nuevas de PVC SDR-26, desglosadas en 1609ml de 1/2", 8228ml de 2", 1943ml de 4", 1309ml de 6".

Se propone la instalación de un (1) hidrante distribuido en un sector de mayor concentración, a fin de contar con una protección inmediata contra posibles conatos de incendios.



3.8. Tanque de almacenamiento.

El tanque propuesto es de acero sobre suelo, con una capacidad de 113000 galones, con altura total de 11.5 m y diámetro de 7 m con una altura de rebose de 11.2m. El nivel de fondo será emplazado en el nivel topográfico 44.918 según levantamiento topográfico.

La tubería de entrada será de 6" HF, la de rebose de 4" HF y la tubería de salida de 6" HF.

A fin de proteger esta estructura, será necesario construir un andén y un canal de drenaje perimetral con delantal de descarga, para evacuar el agua pluvial y el agua excedente de derrames.

El predio destinado al emplazamiento del tanque será protegido con una cerca de malla ciclón de 8 pies de alto, con marco de tubo HG de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ ". La malla será instalada a partir de un bordillo perimetral de piedra cantera.

Se construirá un portón de 5 m de acceso libre, con malla ciclón y tubos de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ " HG, soportados por elementos de concreto reforzado de 3,000 psi, consistentes en dos columna y una viga asísmica.

3.8.1. Diseño del almacenamiento.

Dimensionamiento del tanque de almacenamiento:

Tipo: Tanque sobre suelo (superficial).

- Sección: Circular
- Material: Acero

Datos:

$$CDPT_{20\text{años}} = 236,779.2 \text{ Glns/días} = 10.37 \text{ L/s} = 896.3068 \text{ m}^3/\text{día}$$



Con los datos presentados anteriormente se procede a determinar los siguientes parámetros de capacidad mínima que de acuerdo a las Normas Técnicas de Abastecimiento de Agua Potable para una zona urbana debe estar compuesto del siguiente Volumen el tanque de Almacenamiento:

● Volumen compensador (V_c).

$$V_c = CDPT_{20\text{años}} \times 25\% \text{ dia}$$

$$V_c = 896.3068 \text{ m}^3/\text{dia} \times 0.25 \text{ dia}$$

$$V_c = 224.08 \text{ m}^3$$

● Volumen de Reserva para Eventualidades y/o Emergencia (V_E).

$$V_E = CDPT_{20\text{años}} \times 15\% \text{ día}$$

$$V_E = 896.3068 \text{ m}^3/\text{dia} \times 0.15 \text{ día}$$

$$V_E = 134.45 \text{ m}^3$$

● Volumen de Reserva para combatir Incendio (V_I).

$$V_I = 2 \text{ horas} \times \text{dotacion caudal contra incendio.}$$

$$V_I = (2 \text{ horas} \times 150 \text{ Gpm} \times 60 \text{ minutos/h} \times 3.785 \text{ L/GL}) \times \left(1 \text{ m}^3/1000\text{L}\right).$$

$$V_I = 68.14 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen Total del Tanque} = V_c + V_E + V_I = 224.08 + 134.45 + 68.14 = 426.67 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total del Tanque} = 426.67 \text{ m}^3.$$



Con un Volumen Total del Tanque= 426.67 m³ y una altura propuesta de 11.2m de rebose, se procede a determinar el diámetro.

$$V = A \cdot h$$

$$V = \pi r^2 \cdot h$$

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi h}}$$

$$r = \sqrt{\frac{426.67 \text{ m}^3}{\pi \times 11.2 \text{ m}}}$$

$$r = 3.48 \text{ m} \cong 3.50 \text{ m}$$

Por lo tanto se considera una propuesta de dimensionamiento para el Tanque de almacenamiento con un diámetro $\varnothing = 7 \text{ m}$ (22.97 pies) y con una altura total (incluyendo un borde libre de 0.30 m) = 11.50 m (37.73 pies).

3.9. Conexiones domiciliarias.

Se propone la instalación de 600 conexiones de servicio domiciliario, que corresponden al 89% de la población.

3.10. Tratamiento del agua.

Para el tratamiento del agua se utilizara la siguiente dosificación para el 2009 de 2,064.30 gotas/min y para el 2029 una de 3,728.57 gotas/min.

CAPITULO IV
EVALUACIÓN AMBIENTAL.



4. Evaluación ambiental.

4.1. Requisitos legales para la evaluación ambiental.

En la actualidad el control y la normación de los Estudios y las Evaluaciones de Impacto Ambiental para los proyectos de desarrollo están asignados a el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) por medio de la Ley creadora de MARENA 1-94, La Ley 290 de la organización del estado, la Ley General del Ambiente (Ley 217) y su Reglamento y el Decreto para la administración de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y Permisos Ambientales (Decreto 45-94), en coordinación con las unidades ambientales de los sectores involucrados.

Para garantizar que los proyectos de infraestructuras social de Agua y Saneamiento Rural que se ejecuten en los municipios sean ambientales sostenibles, MARENA cuenta actualmente con una Gestión Ambiental coordinada y participativa, basada en la prevención de impactos negativos al ambiente y precaución en caso que exista duda acerca de las consecuencias ambientales de una acción determinada y mitigación de daños incorporado al ciclo del proyecto.

Consecuentemente con lo anteriormente expuesto, se han diseñado, aprobado y oficializado instrumentos que rigen el accionar del MARENA, en materia de gestión ambiental, mismos que se han constituido en modelo de referencia nacional, ya que aportan al fortalecimiento de la gestión ambiental en los municipios. Estos instrumentos son:

- **Una política ambiental**, que retoma los principios rectores y lineamientos de carácter ambiental que rigen las acciones del Estado y la sociedad civil en todo el proceso de desarrollo del país con una visión de sustentabilidad. Adaptándose entorno de la misión, visión y accionar del nuevo fondo de Inversión social de Emergencia de Nicaragua.
- **Un sistema de Gestión Ambiental**, mediante el cual se procura un equilibrio entre el crecimiento económico, mejoramiento de vida de la población y protección de los recursos naturales y la calidad ambiental, lo que contribuye a la disminución



progresiva de la pobreza y al mejoramiento de las condiciones de vida de la población, principalmente de los grupos sociales más vulnerables.

4.2. Instrumentos ambientales del sistema de gestión ambiental con el marco legal nacional¹⁷

En Nicaragua mediante el Decreto 76-2006, se establecen las bases que rigen el sistema de Evaluación Ambiental en el país. Dicho Decreto de acuerdo a las incidencias ambientales que tienen los proyectos, establece 3 categorías ambientales a saber. Que son resultados de un tamizado o cribado. Las categorías ambientales son las siguientes:

- a) **Categoría Ambiental I:** Proyectos, obras, actividades e industrias que son considerados como Proyectos Especiales y serán administrado por el MARENA Central a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, en coordinación con las Unidades Ambientales Sectoriales pertinentes, las Delegaciones Territoriales del MARENA y los Gobiernos Municipales, según el caso y el tipo de obra, proyecto, industria o actividad. En el caso de las Regiones Autónomas, el Consejo Regional respectivo en coordinación con las Alcaldías Municipales y comunidades involucradas, emitirán sus consideraciones técnicas a MARENA expresadas en Resolución del Consejo Regional, para ser incorporadas en la Resolución Administrativas correspondiente.
- b) **Categoría Ambiental II:** Proyectos, obras, actividades e industrias, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Alto Impacto Ambiental Potencial y será administrado por el MARENA, y con la diferencia que en el caso de las Regiones Autónomas, el sistema será administrado por los Consejos Regionales a través de las Secretarías de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SERENA), en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales

¹⁷ Ministerio de ambiente y recursos naturales (2006). SISTEMA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DECRETO No. 76-2006 (Publicado en La Gaceta No. 248 del 22 de Diciembre del 2006). Managua, Nicaragua.



- c) **Categoría Ambiental III:** Proyectos, obras, actividades e industrias, que en función de la naturaleza del proceso y los potenciales efectos ambientales, se consideran como de Moderado Impacto Ambiental Potencial y será administrado igual que la categoría II.

Según el Decreto 76-2006, se menciona que los proyectos que no estén contemplados en estas 3 categorías anteriormente mencionadas, se consideran **Proyectos de Bajo Impacto Ambiental potencial** y por lo tanto no están sujetos a un Estudio de impacto Ambiental para el otorgamiento de un permiso Ambiental, ni requieren de la autorización ambiental del MARENA, quedando bajo la responsabilidad de las alcaldías Municipales el otorgamiento de sus respectivos permisos, pudiendo establecer sus propios procedimientos para tal efecto. Es este grupo que se incluyen la mayoría de los proyectos de Agua y saneamiento Rural.

En Nicaragua la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL) y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), son los responsables del manejo y valorización ambiental del sector de Acueductos y Alcantarillado recae principalmente sobre la empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario (ENACAL) de acuerdo con el reglamento de permisos y evaluación de impacto ambiental.

El estudio de impacto Ambiental (EIA) es un proceso formal que predice las consecuencias ambientales causadas por un proyecto. Este también se concentra en los problemas, conflictos o restricciones que podrían afectar el éxito de un proyecto y como puede verse afectada la población. Por otro lado, identifica las medidas para contrarrestar los problemas y propone mejoras para hacer más viable el proyecto.



En esta unidad se evaluará, el proyecto de construcción y operación del sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la localidad de Momotombo. En el mismo se tratará los siguientes puntos:

- Descripción general y situación ambiental del área de influencia del proyecto para la construcción del sistema de agua potable en la localidad de Momotombo.
- Identificación, Evaluación y Análisis de impactos ambientales, en la situación actual que se encuentra la ciudad de Momotombo sin el proyecto del sistema de abastecimiento de Agua Potable.
- Identificación, Evaluación y análisis de impactos ambientales, que generaría en la construcción y operación del sistema abastecimiento de agua potable en la ciudad de Momotombo.

4.3. Descripción del proyecto.

El proyecto de Mejoramiento y Ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable se llevará a cabo en Momotombo, que es una Comarca del Municipio de la Paz centro, del Departamento de León. Los habitantes de la ciudad en mención ya cuentan con el servicio de agua potable, pero debido al incremento poblacional en la localidad y sumándole a este factor el deterioro de algunos componentes de la infraestructura del sistema actual (es decir ya venció su periodo de diseño), requieren de que la red actual se amplíe y se mejore reemplazando tuberías de asbesto cemento por PVC, como reemplazar el pozo actual por uno que se perforo en el mes de Agosto - Septiembre del 2009 y la construcción de un tanque de mayor capacidad que el actual, para que pueda abastecer la demanda actual y futura de la población en dicha localidad.

Este proyecto es de gran importancia, ya que con la nueva propuesta del diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua; se beneficiará al sector agropecuario, agrícola y pequeños microempresarios del sitio. El proyecto consistió en el análisis de un sistema Tanque – Red de distribución que abastecerá el suministro de agua a todas las viviendas de la Comarca en estudio. Durante el proceso de construcción y operación



se podrán presentar beneficios y daños al medio ambiente, a la población y los recursos naturales.

Para los impactos negativos generados en cada una de las etapas se sugieren medidas de mitigación con el fin de reducir dichos impactos. Lamentablemente cuando se construye este tipo de proyecto, se corre con el riesgo de los siguientes aspectos:

- Que el sistema en general funcione bien e indefinidamente ayudando de una vez por todas a la detención de la contaminación de los recursos hídricos.
- Que el sistema no funcione correctamente o que funcione parcialmente.

En ambos casos el resultado sería de triste e insostenible contaminación, esta vez a una escala mayor y acelerada de nuestros recursos hídricos. Cabe señalar que aunque el sistema de abastecimiento de Agua sea bien diseñado y construido se debe desarrollar prácticas adecuadas de operación y mantenimiento para asegurar:

- Un alto grado de funcionalidad y eficiencia en la operación de los equipos y estructuras.
- La prestación de un buen servicio a los usuarios.
- Reducir los gastos debidos a la realización de acciones de mantenimiento con carácter de emergencia.

4.4. Descripción general del área de influencia del proyecto.

Se define como área de influencia todos los espacios geográficos donde se manifestarán los efectos negativos de las acciones sobre los factores ambientales que se localizan en la zona. Normalmente el área de influencia se determinó de acuerdo a la topografía y la geografía del terreno donde se ubicará el sitio a explorar.

Se puede diferenciar lo que es el área de influencia directa y lo que es el área de influencia indirecta, entendiéndose la primera como aquella que recibe directamente los efectos negativos que implica la ejecución de todas las actividades del proyecto en



tanto que la segunda a menudo es de mayores dimensiones y corresponde a aquellos espacios que resisten efectos negativos de forma indirecta.

El proyecto de construcción de la Red de agua potable, el área directamente a ser afectada tiene un alcance de 80 ha que incluye a los 6 barrios de la localidad de Momotombo. El proyecto de la Red estará compuesto de 13089 ml de tuberías nuevas de PVC SDR-26; para el suministro del vital líquido que beneficiará toda la población en estudio.

El área de influencia indirecta estará comprendida por las zonas aledañas a localidad donde existen haciendas que no se permitirá la conexión al sistema de agua potable.

4.5. Identificación de recursos naturales y humanos afectados.

4.5.1. Con proyecto.

4.5.1.1. Etapa de Construcción.

● Impacto a la calidad del aire.

La maquinaria para el movimiento de tierra, extracción de los materiales y compactación de zanjas generará gases de combustión e incrementará el material particulado (polvo), con lo cual disminuirá la calidad del aire contaminándolo, lo cual puede traducirse en enfermedades a los habitantes de la localidad y los mismos trabajadores del proyecto.

● Ruido.

El uso de la maquinaria producirá fuertes ruidos, los cuales podrán ocasionar perturbaciones e incidir en la salud de la población.

● Relieve y geodinámica.

El terreno correrá riesgo de inestabilidad sobre todo en el área donde se abrirán las zanjas y se colocará la tubería.



● **Suelos.**

- a) La composición del suelo será alterado debido a la adición de arena y material selecto para la protección de la tubería de descarga de aguas subterráneas.
- b) Todo el material suelto debido a la excavación de zanjas será compactado siendo este un beneficio para el suelo.

● **Paisaje.**

El paisaje natural se verá beneficiado debido a la limpieza final, ya que se retirará todo material excedente.

● **Socioeconómicos.**

- a) Las actividades cotidianas de los pobladores se verán afectadas por las condiciones físicas de las calles.
- b) Se generaran empleos temporales por la contratación de mano de obra.
- c) Generalmente en la etapa de excavación se rompen tuberías de agua potable por lo que no se dispone de este servicio durante algunas horas.
- d) Debido al movimiento de tierra y la acumulación de material las calles estéticamente se ven mal.
- e) Debido al incremento de material particulado y los gases de combustión generados por el uso de la maquinaria son muy comunes las enfermedades alérgicas y respiratorias tanto de los operarios como los pobladores.



4.5.1.2. Etapa de Operación.

● Impacto a la calidad del aire.

Una vez que se haya realizado el relleno y compactación de las tuberías instaladas para el funcionamiento de la Red en el sistema de agua potable no existirá ninguna perjudicación al aire.

● Ruido.

No se producirá ruido alguno durante el funcionamiento de la Red.

● Relieve y geodinámica.

No habrá ninguna alteración del terreno durante la operación del sistema.

● Paisaje.

El paisaje no sufrirá ningún daño.

● Recursos Hídricos.

Las aguas subterráneas pueden verse afectada si la población no realiza el debido uso del agua potable suministrado por la fuente subterránea (es decir No mal gastar las fuentes subterráneas de agua con esta acción).

● Suelo.

No se producirá ninguna alteración al suelo con el buen funcionamiento del sistema.

● Socioeconómico.

- a) El funcionamiento del sistema generará demanda de personal para efectuar el mantenimiento, la operación y la vigilancia de las obras ejecutadas.
- b) Con respecto a la salud las enfermedades de origen hídrico disminuirán considerablemente.
- c) Mejores condiciones de vida a los pobladores.



d) Aumento en la plusvalía de las propiedades (viviendas).

4.5.2. Sin proyecto.

Para evaluar los daños causados al medio ambiente, a los recursos naturales y a los seres humanos sin proyecto; se ha supuesto la no realización del proyecto mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable en la localidad; es decir la situación actual que están viviendo los pobladores de la ciudad de Momotombo en cuanto al suministro de agua potable.

Analizándolo en esta situación; perjudicaría más al sector poblacional , provocando en primer instancia más reducción en el suministro de agua para los pobladores por el deterioro que presenta todos los componentes del sistema actual (tuberías, tanque, Bomba) que se encuentran en operación y en cuanto a la obra de captación (pozo) ya no suministra un caudal de explotación que pueda abastecer a toda la población y sumándole a éste que la calidad de agua que proporciona ya no es de buena calidad para el consumo humano de toda la población de Momotombo, debido a esto provocaría más enfermedades del tipo bacteriológicas como es la diarrea, los parásitos entre otras..

4.6. Evaluación del impacto ambiental (E.I.A.).

Consiste en la comparación del comportamiento de los impactos identificados durante la etapa de predicción, con criterios de calidad ambiental o normas técnicas ambientales. Con esto se pretende determinar la significancia de los impactos potenciales con el propósito de definir las medidas de mitigación adecuadas, que eviten, que reduzcan, controlen o compensen estos impactos, así como para determinar el nivel de estas medidas.

- El proceso de evaluación de impactos consiste de las siguientes tarea:

Identificación de las actividades o acciones del proyecto que puedan resultar en impactos negativos o positivos al medio ambiente.

- Evaluación de la magnitud e intensidad de cada impacto.



4.6.1. Métodos para la identificación y evaluación de proyectos.

4.6.1.1. Matrices de interacción.

Estas matrices tienen el principio de causa-efecto y se construye para identificar y evaluar los impactos ambientales. se diseñan como una lista de control bidimensional, disponiendo a lo largo de su eje vertical (los factores ambientales) y horizontales (las actividades de las diferentes etapas del proyecto). Las celdas donde se interceptan las líneas y columnas sirven para identificar y valorar los respectivos componentes ambientales y sus actividades.

Completadas las matrices se puede apreciar el conjunto de impactos generados por el proyecto y su ponderación, apreciándose las acciones o etapas que provocan mayor número de impactos y por consiguiente, deben ser objeto de mayor atención o más relevantes.

4.6.1.2. Construcción de matrices.

Para la construcción de matrices de evaluación de impactos ambientales, se realizó una identificación de las actividades o acciones que se realizan durante las diferentes etapas de ejecución y operación del proyecto, que son susceptibles de provocar impactos.

Estas actividades son resumidas para la confección de la matriz de identificación y evaluación de impactos.

Para identificar los componentes del ambiente a evaluar, hay que conocer las particularidades del medio donde se desarrolla el proyecto. Los componentes de ambientes que se consideran para este proyecto se definen en la tabla además se detallan las afectaciones (positivas P o Negativas N) que pueden alterar el ambiente, las que se definen considerando los componentes o actividades que pueden afectar negativa o positivamente al ambiente.



Se listaron las principales actividades para la ejecución del proyecto de abastecimiento de agua potable, sin embargo se encontró que algunas de ellas no presentan impactos negativos o positivos considerables.

Una vez definidos los componentes ambientales y actividades, se elaboraron las matrices para la identificación y valoración de los impactos ambientales. Las matrices integran las actividades del proyectos con los componentes ambientales, de esta forma se pueden determinar cuáles son las acciones que contribuyen a producir algún impacto negativo en dichas actividades, y modificarlas, si es posible para neutralizar o minimizar el impacto.

Tabla 15: Factores considerados para la caracterización ambiental del área de influencia.

Código Factor	Componente ambiental	Sub Componente ambiental	Factor Ambiental
ABT1	GEOBIOFÍSICO (ABIÓTICO)	Aire	<ul style="list-style-type: none"> Emisión de gases y material particulado y polvo.
ABT2		Ruido	<ul style="list-style-type: none"> Incremento en los niveles de ruido
ABT3			<ul style="list-style-type: none"> Ampliación de los periodos de duración
ABT4			<ul style="list-style-type: none"> Incremento de los puntos de generación de ruido.
ABT5		Relieve y geodinámica	<ul style="list-style-type: none"> Afectación del relieve natural
ABT6			<ul style="list-style-type: none"> Riesgo de inestabilidad del terreno
ABT7			<ul style="list-style-type: none"> Cambios en la estructura del suelo (propiedades físico-químicas)
ABT8		suelo	<ul style="list-style-type: none"> Alteración de suelos
ABT9			<ul style="list-style-type: none"> Compactación de suelos
ABT10			<ul style="list-style-type: none"> Aumento de erosión
ABT11		Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> Alteración y utilización de agua superficial o subterránea
ABT12		Flora y fauna	<ul style="list-style-type: none"> Afectación de la cobertura vegetal, Pérdida de vegetación
ABT13			<ul style="list-style-type: none"> Desplazamiento de especies de fauna terrestre
ABT14		Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> Alteración del paisaje
ANT1	SOCIOECONÓMICO (ANTRÓPICO)	Economía	<ul style="list-style-type: none"> Empleo en mano de obra
ANT2		Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> Infraestructura habitacional y urbana
ANT3			<ul style="list-style-type: none"> Cualidades estéticas y urbanística
ANT4		Humanos	<ul style="list-style-type: none"> Salud
ANT5			<ul style="list-style-type: none"> Incremento en los niveles de accidentabilidad
ANT6			<ul style="list-style-type: none"> Impacto visual
ANT7			<ul style="list-style-type: none"> Estilo y calidad de vida
ANT8			<ul style="list-style-type: none"> Demografía



4.6.1.3. Método de los indicadores.

Este es el método más utilizado por su versatilidad. Consiste en evaluar a través de indicadores los efectos previamente identificados. A cada uno se le asigna un peso y se seleccionan criterios o variables de medición. El puntaje final del impacto será el resultado de ponderar estos indicadores. . Cuando la información disponible no permite medir cambios cuantitativos, se pueden usar criterios de valoración cualitativos asignándole a cada uno determinada escala de puntaje.

Ocasionalmente se utiliza el término magnitud como un criterio de fusión de los indicadores de intensidad, extensión y duración. También cuando se evalúa un impacto puede identificarse el “carácter”, es decir, si el cambio será positivo o negativo. Una de las ventajas de este método es que requiere combinar diferentes formas de evaluación para obtener la relevancia o gravedad del impacto. Otra ventaja es que permite obtener resultados razonables para evaluar diferentes impactos de un proyecto, aun cuando los niveles de información básica sean variables entre sí, permite alcanzar resultados cuantitativos de los impactos a pesar de que ellos provienen, en algunos casos, de valoraciones de carácter cualitativo.

4.6.1.4. Criterios para la evaluación del impacto ambiental.

La evaluación de impacto ambiental debe realizarse en forma independiente para cada acción a realizar durante el proyecto y su respectivo componente ambiental afectado. Estos criterios utilizarán parámetros semi-cuantitativos, los cuales se medirán en escalas relativas. La siguiente es una lista de los criterios utilizados para evaluar el impacto de esas acciones, su rango y calificación.



Naturaleza (NA).

Hace referencia al carácter beneficioso o perjudicial del impacto.

Rango	Calificación
Positivo	(+) 1
Negativo	(-) 1

Intensidad (IN).

Expresa el grado de incidencia de la acción sobre el factor, que puede considerarse desde una afección mínima hasta la destrucción total del factor.

Rango	Calificación
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
Total	12

Extensión (EX).

Representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del proyecto que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está muy localizada el impacto será puntual, mientras que si el área corresponde a todo el entorno el impacto será total.

Rango	Calificación
Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
Total	8
Crítico	12



Momento (MO).

Se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que esta produce, puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y puede considerarse que el corto plazo corresponde a menos de un año, el medio plazo entre uno y cinco años y el largo plazo a mas de cinco años.

Rango	Calificación
Largo plazo	1
Mediano plazo	2
Inmediato	4
Crítico	8

Persistencia (PE).

Se refiere al tiempo que se espera que permanezca el efecto desde su aparición, puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que es fugaz si permanece menos de un año, temporal dentro de uno y diez y permanente si supera los diez años.

Rango	Calificación
Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4



Reversibilidad (RV).

Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medios naturales, y en caso de que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo, que si es de menos de un año se considera a corto plazo, entre uno a diez años a medio plazo y si supera los diez años se considera irreversible.

Rango	Calificación
Corto plazo	1
Medio plazo	2
Irreversible	4

Sinergismo (SI).

Se dice que dos efectos son sinérgico si su manifestación conjunta es superior a la suma de las manifestaciones que se obtendrían si cada uno de ellos actuase por separado. Puede visualizarse como el reforzamiento de los efectos simples; si en lugar de reforzarse los efectos se debilitan la valoración de la sinergia debe ser negativa.

Rango	Calificación
Sin Sinergismo	1
Sinérgico	2
Muy Sinérgico	4

Acumulación (AC).

Si la presencia continuada produce un efecto que crece con el tiempo se dice que el efecto es acumulativo.

Rango	Calificación
Simple	1
Acumulativo	4



Relación causa-efecto (EF).

La relación causa efecto puede ser directa o indirecta Es directa si es la acción misma la que origina el efecto, mientras es indirecta si es otro efecto la que la origina.

Rango	Calificación
Indirecto (Secundario)	1
Directo(Primario)	4

Periodicidad (PR).

Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, pudiendo ser periódico continuo o regular.

Rango	Calificación
Irregular	1
Periódico	2
Continuo	4

Recuperabilidad (MC).

Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medio de la intervención humana (La reversibilidad se refiere a la reconstrucción por medios naturales).

Rango	Calificación
De manera inmediata	1
A Mediano Plazo	2
Mitigable	4
Irrecuperable	8

La relevancia o gravedad de un impacto de calcula mediante la expresión:

$$I= NA (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$



4.6.2. Determinación y valoración de impactos ambientales.

En las siguientes tablas se muestra un resumen de la identificación de las afectaciones negativas que se presentan en el área de influencia al no contar con el sistema de abastecimiento de agua potable y positiva al contar con el mismo.

Tabla 16: Situaciones Negativas Generadas en el Área, sin proyecto.

Componente Ambiental	Sub Componente Ambiental	Problema	causa	efecto
Antrópico	Salud	-Afectación a la salud de la población en general.	-El consumo de aguas de pozos artesianos contaminados. -Presencia de excremento humano en el agua de consumo.	-Produce enfermedades gastrointestinales.
Antrópico	Socio económico	-Atraso en el crecimiento económico de la población en general. -Valor de la propiedad	-Ausencia de agua potable. -Compra del agua desde otro lugar. -Uso de pozos artesianos	-Disminuye el valor de la propiedad. -Tiempo perdido en la búsqueda del vital líquido. -Mayor cantidad de dinero para la obtención del agua.

FUENTE: Elaboración propia.

Los efectos con el proyecto se invierten, ya que este proyecto de Sistema de Abastecimiento de agua potable no tiene impactos negativos al medio ambiente de una manera progresiva, ni prolongada, aunque sí presenta algunas perturbaciones leves en la etapa de su construcción, las cuales se pueden reducir.

Tabla 17: Situaciones Positivas Generadas en el Área, con proyecto.

Componente Ambiental	Sub Componente Ambiental	Proyecto	Efecto
Antrópico	Salud	Sistema de Abastecimiento de agua potable	<ul style="list-style-type: none"> • Reducirán las enfermedades gastrointestinales.
Antrópico	Socio económico	Sistema de Abastecimiento de agua potable	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta el valor de la propiedad. • Ahorro de Tiempo para la búsqueda del vital líquido. • Menor cantidad de dinero para la obtención del agua.

FUENTE: Elaboración propia.



Tabla18: Identificación de Impacto negativos Durante la Etapa de Construcción del Proyecto.

Actividades del proyecto	Factor de impacto	Efecto directo de la acción sobre el factor de impacto
Preliminares	<ul style="list-style-type: none"> • Aire • Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de polvo. • Generación de ruido previo a la construcción de champa
Área de pozo y Línea de conducción	<ul style="list-style-type: none"> • Aire • Ruido • Relieve • Suelo • Transporte • Infraestructura Habitacional urbana • Cualidades estéticas y urbanística • salud 	<ul style="list-style-type: none"> • Esparcimiento de polvo durante la excavación de zanja. • Generación de gases de combustión • Generación de ruido por el uso de la maquinaria • El suelo sufre el riesgo de quedar inestable por excavación de zanja. • Enfermedades alérgicas debido a la generación de polvo. • Interrupción del transporte.
Tubería de red	<ul style="list-style-type: none"> • Aire • Ruido • Relieve • Suelo • Transporte • Infraestructura Habitacional urbana • Cualidades estéticas y urbanística • salud 	<ul style="list-style-type: none"> • Esparcimiento de polvo durante la excavación de zanja. • Generación de gases de combustión • Generación de ruido por el uso de la maquinaria • El suelo sufre el riesgo de quedar inestable por excavación de zanja. • Enfermedades alérgicas debido a la generación de polvo. • Interrupción del transporte.
Conexiones domiciliarias	<ul style="list-style-type: none"> • Aire • Ruido • Relieve • Suelo • Transporte • Infraestructura Habitacional urbana • Cualidades estéticas y urbanística • salud 	<ul style="list-style-type: none"> • Esparcimiento de polvo durante la excavación de zanja. • Generación de gases de combustión • Generación de ruido por el uso de la maquinaria • El suelo sufre el riesgo de quedar inestable debido a excavación. • Enfermedades alérgicas debido a la generación de polvo. • Interrupción del transporte.
Limpieza final y entrega	<ul style="list-style-type: none"> • Aire • Ruido • salud 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de y polvo durante la limpieza por el uso del camión volquete • Enfermedades alérgicas debido a la generación de polvo.

FUENTE: Elaboración propia



4.6.3. Medidas Ambientales.

Las medidas de mitigación están dirigidas a los impactos negativos identificados y evaluados anteriormente, con el fin de reducir o eliminar las posibles afectaciones que puedan causar al medio ambiente, a los recursos naturales y al ser humano, tanto en la etapa de construcción y operación del sistema.

Las medidas de mitigación en la etapa de construcción deben quedar bien detalladas en las especificaciones técnicas del contrato con el titular (contratista) y la supervisión del proyecto debe exigir su cumplimiento durante el tiempo de ejecución del proyecto.

Durante la etapa de operación del sistema será necesario contar con manuales de operación y mantenimiento, donde estén bien detallados las medidas de mitigación en estas etapas, la empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados ENACAL-León, es la responsable de dar seguimiento de todas estas medidas de prevención, mitigación y compensación; para su cumplimiento será necesario contar con operadores altamente capacitados en el uso de la maquinaria.

4.6.3.1. Medidas de Mitigación para impactos negativos en la fase de construcción y operación de la red de Abastecimiento de agua potable.

Aire.

- Para reducir los efectos de los gases de combustión de la maquinaria utilizada, se le exigirá, de manera que los gases generados estén bien combustionados.
- En las actividades que provoquen movimiento de tierra, principalmente la apertura de zanja, el polvo a producirse será reducido regando las superficies afectadas con un camión cisterna con sistema de rociadores.



Ruido.

- Para reducir los efectos del ruido se le exigirá al contratista que la maquinaria que utilice este en buen estado de funcionamiento y cuente con sus aditamentos para mitigar el ruido, tales como silenciadores en los sistemas de escape.
- El empleo de maquinaria pesada y/o liviana para apoyo a las distintas actividades a ser desarrolladas, deberá enmarcarse dentro horarios de trabajo normales, evitando de esta manera la generación de ruidos y contaminación acústica a los pobladores asentados en el tramo de construcción.
- El contratista deberá dotar y establecer el uso obligatorio de protectores auditivos para el personal que trabaje o se encuentre frecuentemente cerca de la maquinaria o equipo que emita ruido.

Relieve y Geodinámica.

- Las áreas donde se abrirán las zanjas sufrirán riesgo de inestabilidad del terreno para lo cual se hace necesaria la compactación de acuerdo a las especificaciones técnicas referidas en los pliegos de licitación.

Suelo.

- Controlar adecuadamente el acopio de residuos sólidos.
- La Empresa Contratista deberá disponer de contenedores cerrados para el almacenamiento de residuos sólidos.

Socioeconómicos.

- El contratista tiene que ir paralelamente abriendo las zanjas, colocando la tubería y cerrando inmediatamente al concluir el trabajo para interrumpir lo menos posible el tránsito vehicular y las actividades normales de los pobladores de los barrios afectados.



- Colocar una adecuada y completa señalización de las obras con carteles indicativos de velocidades máximas, desvíos y todo otro aspecto necesario para asegurar una clara indicación de la forma de circulación durante las obras y evitar la ocurrencia de accidentes. Además, se colocarán vallados de seguridad en excavaciones y proveerá de iluminación y señalización nocturna.
- En aquellas propiedades frentistas afectadas por la excavación y zanjas, se deberá asegurar el ingreso vehicular y peatonal por medio de pasarelas y puentes de ingreso provisorios.
- Limitar la cantidad máxima de zanjas abiertas, para evitar riesgos de accidentes.
- La ocupación de mano de obra local, es uno de los beneficios directos que la comunidad local puede recibir del proyecto. Por ello se pondrá especial atención en informar apropiadamente a la población, haciendo énfasis en la temporalidad y cantidad de plazas ofrecidas, en cada una de las etapas de construcción del proyecto.

4.6.3.2. Medidas precautorias o mitigadoras a adoptar para la excavación de zanjas para colocación de tuberías.

- El material extraído de las excavaciones se mantendrá acopiado, de tal manera que evite su desparramo y permita el Tránsito peatonal.
- Las excavaciones deberán mantenerse cercadas de modo de evitar el ingreso de personas ajenas a la obra.

4.6.3.3. Medidas de mitigación en el transporte / almacenamiento de materiales y equipos.

- No será necesario habilitar áreas de almacenamiento de combustibles, grasas y lubricantes. Todos estos insumos serán obtenidos directamente en las estaciones de servicio de la ciudad para prevenir derrames.
- Colocar y mantener adecuadamente los equipos y materiales de construcción.



- Establecer sitio de estacionamiento de la maquinaria y otros, a fin de minimizar interferencias con el tránsito.
- Programar las rutas del tránsito de camiones que transportan material de construcción por lugares alejados de las áreas sensibles al ruido.

4.6.3.4. Medidas de prevención y seguridad ocupacional.

- El campamento de la obra deberá ser provisto de sistema de saneamiento básico con la adecuada disposición de sus excretas y residuos sólidos a fin de evitar proliferación de enfermedades y la contaminación del suelo.
- Se garantizará el abastecimiento de agua potable a los trabajadores.
- El contratista deberá tomar las precauciones necesarias para resguardar la salud de su personal para lo cual deberá:
 - Realizar un chequeo del personal sobre enfermedades infectocontagiosas antes de empezar el trabajo.
 - Constatar que el personal cuenta con vacunas apropiadas.
 - Recomendar y orientar al personal sobre normas de higiene y salud.
 - En caso de epidemias el personal afectado deberá ser evacuado.
- Con la finalidad de prevenir incidentes en el personal a cargo de las obras, se llevará un control estricto sobre el empleo de ropa e implementos de seguridad (cascos, guantes, botas, protectores nasales, oculares y auditivos; etc.), el control será responsabilidad del supervisor de obras.
- Se realizará mantenimiento periódico a los equipos y vehículos, así como se verificará que los mismos cuenten con los implementos de seguridad estándar para los operarios.



4.6.4. Programa de gestión ambiental.

El programa de gestión ambiental se elaboró considerando todas las acciones que requieren ser controladas y supervisadas en este tipo de proyecto, durante sus etapas para evitar controlar y/o revertir los impactos ambientales negativos.

La ejecución de este programa está bajo la responsabilidad de entidades competentes como el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados ENACAL-León la Alcaldía Municipal de la Paz Centro, y el MINSA.

Este programa se llevará a cabo tanto en la etapa de construcción como en la de operación del proyecto. Para lo cual se efectuará monitoreo y seguimiento del proyecto el que se llevará a cabo de la siguiente manera:

● Plan de Monitoreo del Proyecto.

Este se realizará para evitar los impactos negativos sobre los diferentes componentes ambientales y conocer la efectividad de las diferentes medidas de mitigación implementadas para disminuir dichos impactos.

El plan de monitoreo se pretende verificar los eventuales cambios de los parámetros ambientales y socioeconómicos estudiados, detectar si los cambios en los componentes ambientales se deben a la ejecución del proyecto, así como evaluar la efectividad de las medidas de mitigación.



La siguiente tabla resume las diferentes medidas ambientales proyectadas para mitigar el impacto que ocasionara el proyecto al medio ambiente durante su ejecución.

Tabla 19: Medidas preventivas de Mitigación.

Afectación al Medio Ambiente	Medida Ambiental
Ejecución: Pozo – Tanque	
Desplazamiento de especies de fauna terrestre y aérea.	La maquinaria utilizada para esta actividad deberá mantenerse en las mejores condiciones, minimizando el nivel de ruido.
Afectación a las vías de comunicación durante su ejecución.	Ubicación de avisos preventivos que orienten o informen a la población, para evitar posibles accidentes.
Posibles afectaciones innecesarias al suelo con cobertura vegetal.	Evitar el paso de maquinaria fuera del área de la obra.
Ejecución Red de Distribución	
Posibles accidentes por vehículos utilizados para la obra.	Garantizar que los vehículos cuenten con alarmas de Reversa.
Contaminación con el polvo levantado producido por la actividad de zanjeo durante y después de la colocación de la tubería.	Rociar con agua las aéreas expuestas al movimiento de tierra, para evitar posibles enfermedades respiratorias.

CAPITULO V
PRESUPUESTO GENERAL



5. Presupuesto estimado.

En este acápite, se orienta específicamente a la determinación del valor de la inversión que se necesita para la realización del proyecto en la fase constructiva. El valor de la inversión requirió conocer como primera fase, las cantidades de obras que se requieren para el completamiento de la obra; y como segunda fase, saber los costos o precios unitarios de dichas obras tanto a nivel general como particular.

El costo estimado que se presenta para la obra “Mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la comarca Momotombo – la paz centro, departamento de león” corresponde a un presupuesto que contempla solamente la construcción de las siguientes obras:

- Construcción de la Estación de Bombeo.
- Línea de Conducción.
- Tanque de Almacenamiento.
- Red distribución y conexiones Domiciliares.

La siguiente tabla presenta el presupuesto y el costo total estimado de la obra para su ejecución. Obteniendo por lo tanto, que el costo total de la obra será aproximadamente de **C\$ 14,409,373.07** (catorce millones cuatrocientos nueve mil trescientos setenta y tres con siete centavos de córdobas. En este costo, como se observa no incluye el gasto o costo para la perforación del nuevo Pozo, debido a que su ejecución ya fue realizada.



Tabla 20: Presupuesto Estimado

PROYECTO: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMARCA MOMOTOMBO					
MUNICIPIO LA PAZ CENTRO DEPARTAMENTO DE LEÓN.					
PRESUPUESTO ESTIMADO					
ETAPA	DESCRIPCION	U/M	CANTD	Costo Unit Dólares	Costo Total Dólares
0	PRELIMINARES				
0,1	Construcción de champa, bodegas y rotulo del proyecto.	Glb	1	5.487,60	5.487,60
	Sub Total:				5.487,60
1	PREDIO Y ESTACION DE BOMBEO POZO MOMOTOMBO				
1,0	Suministro e instalación de equipo de bombeo sumergible con caudal de 220 GPM y CTD:241', MODELO 230S200-6, Acoplada a motor sumergible marca GRUNFOS de 20HP/3F/230V, Marca GRUNFOS; Sarta ø: 6", Tubería de Bombeo de Hierro Galvanizado Ced.40 ø 6" - 240' de longitud. Panel, sistema de controles y protecciones eléctricas y cable sumergible	Glb	1	16.744,21	16.744,21
1,1	Suministro e instalación de Banco de transformadores 3x 25 KVA 7.6/13.2KV-480/240 V, incluye poste de concreto de 40' de longitud y acometida a caseta, Panel de Distribución y circuitos derivados	Glb	1	11.737,02	11.737,02
1,2	Suministro e instalación de Línea Trifásica 7.6/13.2 KV	m	250	24,35	6.087,50
1,3	Construcción de caseta de controles eléctricos, de operador , cloración y letrina	m ²	15	400,00	6.000,00
1,4	Construcción de cerco perimetral de malla ciclón, tubo HG y portón de acceso de malla ciclón con columnas de soporte de concreto reforzado.	m	506	60,00	30.360,00
1,5	Suministro e instalación de luminaria exterior en predio de pozo. Incluye 1 poste de concreto de 30'	c/u	2	739,38	1.478,76
1,6	Equipo de cloración que consistirá en :Unidad de control de dosificación, balanza, inyector, bomba booster , conexión de 1", cilindros de gas y accesorios varios.	c/u	1	3.904,00	3.904,00
1,7	Suministro e instalación de sistema de automatización para el equipo de bombeo	Glb	1	730,43	730,43
	Sub Total:				82.529,52
2	RED DE DISTRIBUCION				
2,0	Suministro e Instalación de Tubería PVC-SDR26 ø1 1/2"	m	1.609	12,30	19.790,70
2,1	Suministro e Instalación de Tubería PVC-SDR26 ø2"	m	8.228	13,03	107.210,84
2,3	Suministro e Instalación de Tubería PVC-SDR26 ø4"	m	1.942	21,58	41.908,36
2,4	Suministro e Instalación de Tubería PVC-SDR26 ø6"	m	1.309	39,95	52.294,55
2,5	Suministro e Instalación de Válvula de Compuerta H.F.ø2"	c/u	22	299,95	6.598,90
2,7	Suministro e Instalación de Válvula de Compuerta H.F.ø 4"	c/u	1	468,18	468,18
2,8	Suministro e Instalación de Válvula de Compuerta H.F.ø 6"	c/u	2	636,60	1.273,20
2,9	Suministro e Instalación de Válvula de Limpieza H.F.ø 2"	c/u	5	472,66	2.363,30
2,10	Suministro e instalación de Hidrante de ø4"	c/u	1	3.836,71	3.836,71
2,11	Corte y taponear tubería PVCø2", incluye excavación, relleno y compactación.	c/u	8	16,87	134,96
2,13	Cortar y acoplar tubería PVCø2" existente, incluye excavación, relleno y compactación.	c/u	8	25,36	202,88
2,14	Cruce de canal	m	4	150,00	600,00
2,15	Remoción de adoquinado	m ²	210	0,30	63,00
2,16	Restaurar Adoquinado	m ²	210	4,20	882,00
	Sub Total:				237.627,58



3	LÍNEA DE CONDUCCION "PREDIO DEL POZO -TANQUE NUEVO S/SUELO"				
3,0	Suministro e Instalación de Tubería PVC-SDR26 ø 6"	m	1.927	21,58	41.584,66
3,1	Suministro e Instalación de Válvula de aire de ø 1" Hº.Fº.	c.u	5	210,86	1.054,30
3,2	Suministro e Instalación de Válvula de limpieza de ø6" Hº.Fº.	c.u	2	1.097,43	2.194,86
3,3	Suministro e Instalación de Válvula de Check de ø 6".	c.u	1	922,91	922,91
Sub Total:					45.756,73

4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 113, 000 Glns.				
4,1	Suministro e instalación de tubería HG, HF y accesorios de entrada, salida y limpieza	Glb	1	3.732,16	3.732,16
4,2	Suministro e instalación Válvula de entrada de 6" HF	C/u	1	1.296,67	1.296,67
4,3	Suministro e instalación Válvula de salida de 6" HF	C/u	1	1.296,67	1.296,67
4,4	Suministro e instalación de medidor de 6" HF en caja de mampostería	C/u	1	2.900,00	2.900,00
4,5	Suministro e instalación Válvula de Limpieza de 6" HF	C/u	1	1.097,43	1.097,43
4,6	Construcción de tanque de Acero, sobre suelo	Glb	1	73.450,00	73.450,00
Sub Total:					83.772,93

5	CONEXIONES DOMICILIARES				
5,1	Suministro e Instalación de conexiones domiciliaries ø1/2".	c/u	600	162,24	97.344,00
Sub Total:					97.344,00

6,0	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				
6,1	Limpieza final y Placa conmemorativa	Glb	1	2.520,00	2.520,00
Sub Total:					2.520,00
COSTO DIRECTOS					555.038,36
COSTO INDIRECTOS					105.457,29
UTILIDADES (10% DEL COSTO DIRECTO)					55.503,84
ADMINISTRACION (5% DEL COSTO DIRECTO)					27.751,92
SUPERVISION (4% DEL COSTO DIRECTO)					22.201,53
IMPUESTO MUNICIPAL 1%(CD+CI)					6.604,96
TOTAL					667100,605
TASA DE CAMBIO EN C\$					21,6
TOTAL EN C\$					14.409.373,07

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.



6. Conclusiones.

Para realizar la propuesta de Mejorar y ampliar el sistema de abastecimiento de agua potable en la Comarca de Momotombo (Municipio La Paz Centro) que satisfaga la demanda actual y futura de la población, para un período de diseño de 20 años (2009 – 2029), fue necesario adaptar las normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua urbana (NTON 09 003 – 99) propuesta por la empresa Nicaragüense de acueductos y alcantarillado sanitario (Enacal), a este estudio ya que no existen normas y criterios de diseño finales dirigido a la construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable para el sector rural.

Tras haber aplicado los instrumentos de recopilación de información y realizado un exhaustivo análisis de resultados se ha concluido lo siguiente:

- La necesidad de conocer las características geográficas del sitio en estudio incurrió desde luego, realizar un levantamiento topográfico, para determinar así los puntos críticos del sistema y ubicación de los mismos, tomando en cuenta que el organismo gestor para dicho proyecto ya había determinado los sitios establecidos para la perforación del pozo y tanque de almacenamiento de agua, por lo que el levantamiento topográfico permitió la verificación de los mismos y demás información necesaria para realizar el diseño, en el ANEXO D se presentan los planos topográficos y la propuesta de la red de abastecimiento.
- Dado a que en las normas técnicas de abastecimiento y potabilización del agua se le considera para el resto del país si la población incurre de 5000 – 10000 habitantes utilizar una dotación de 25G/hab/día. Se utilizó una tasa de crecimiento poblacional en base al 3%, con una población base de 3767 y una proyección de población a 20 años obteniendo una población futura de 6804 habitantes.



- El diseño de la red de tuberías que se instalaran para dar un buen servicio a la población del casco urbano de Momotombo, fue elaborado con el programa Epanet, con los datos obtenidos: cotas, demandas unitarias (obtenidas por el método de áreas tributarias), longitudes de cada tramo así como la cota del tanque.

Al correr el programa de Epanet la principal condición desfavorable que presenta el sistema tanque – red es la presencia de velocidades mínimas, es por tal razón que se instalaran 5 válvulas de limpieza para que los sedimentos no obstaculice el movimiento del vital liquido.

- Las características del sistema son las siguientes:
 - Se instalará una bomba Sumergible, velocidad de giro de 3450 rpm, con potencia de bomba de 15 HP y potencia de motor de 20 HP, con un valor de eficiencia hidráulica de del 77.4%, CNPSd de 20 pies y CNPSr de 12.9 pies, lo cual garantiza que no habrá cavitación en el sistema.
 - Tanque de almacenamiento de acero sobre suelo, 113000 galones, con diámetro de 7m con una altura total de 11.50m y borde libre 0.30m.
 - La red estará compuesta de 13089m de tuberías nuevas de PVC SDR-26, desglosadas en 1609ml de 1 1/ 2”, 8228ml de 2”, 1943ml de 4”, 1309ml de 6”. Se propone la instalación de un (1) hidrante distribuido en un sector de mayor concentración, a fin de contar con una protección inmediata contra posibles conatos de incendios.



6.1. Recomendaciones.

Establecido de acuerdo con las conclusiones mencionadas en el apartado anterior y tomando en cuenta algunas variables cuyo dominio no están a mano del diseñador, se presentan en este instante las recomendaciones siguientes para la implementación satisfactoria del sistema de abastecimiento de agua seleccionada como es “Tanque – Red”.

- Se recomienda que una vez ejecutado el proyecto se dé la debida atención de reparación y mantenimiento a todos los accesorios y componentes del sistema para tener un diseño exitoso a lo largo de todo el periodo proyectado.
- Realizar un análisis físico-químico y bacteriológico que permitirá definir el tratamiento recomendado.
- Efectuar un estudio de suelo para cimentación del tanque de almacenamiento con el objetivo de obtener los datos básicos necesarios del subsuelo, que permitan tomar las previsiones pertinentes a fin de alcanzar el desarrollo exitoso del proyecto.
- Dar una constante capacitación organizativa y administrativa a los beneficiarios, siendo esto clave en los sistemas de este tipo para asegurar su sostenibilidad.
- Garantizar una educación en salud que es un componente importante para el manejo del uso del agua.
- También se recomienda Según el Artículo 7.- Proyecto de Bajo Impacto Ambiental, de la ley ambiental que dice: son proyectos que pueden causar Bajos Impactos Ambientales Potenciales, por lo que no están sujetos a un Estudio de Impacto Ambiental. Realizar una valoración ambiental ya que este proyecto de agua no tiene impactos negativos al medio ambiente de una manera progresiva, ni prolongada, pero si presenta algunas perturbaciones leves en la etapa de su construcción, las cuales se pueden mitigar o reducir tomando medidas ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

Uriarte, J. & García, S. (2008). Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el anexo Villa Libertad. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de ciencias e Ingenierías, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua.

Nicaragua, Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, ente regulador (1989). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99). Managua: autores.

Picado V. (2005). Apuntes de la Ingeniería Sanitaria. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Facultad de Ciencias e Ingenierías.

Barrera V. (2005). Variabilidad de la calidad del agua y su impacto en los proyectos. Tesis de Maestría no publicada, Facultad de Ingeniería, Universidad Yacambú.

Nicaragua, Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario (1999). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003 – 99). Autores: ENACAL.

Nicaragua, Centro de estudios y promoción social (2005). Plan de desarrollo urbano de Momotombo. La Paz Centro: Autores

ANEXOS

ANEXO A

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN.

I. Especificaciones Técnicas de Materiales y Equipos.

a) Equipo de Bombeo.

El equipo de Bombeo será del tipo sumergible, consistiendo en una bomba centrífuga acoplada en forma ajustada a un motor eléctrico que puede funcionar de forma sumergida en el agua.

El equipo debe estar diseñado para condiciones ambientales de temperatura mayores de 40 grados centígrados en la superficie.

Los tazones de la bomba serán de Hierro dúctil de grano fino ó Acero Inoxidable y deberán cumplir con la norma ASTM A-48 clase 30 para hierro dúctil, AISI 304 SS ó sus equivalentes para Acero. Los mismos deberán tener una resistencia mínima a la tensión de 30,000 psi, y estarán libres de ampollas, picaduras y cualquier otro defecto. Deberán ser maquinados con precisión y ajustados a dimensiones exactas; los pasajes de agua deberán estar recubiertos de esmalte de porcelana para reducir al mínimo las pérdidas por fricción. La unión entre tazones será por medio de pernos de acero inoxidable de alta presión, capaz de soportar las presiones estática y dinámica a que estarán sometidas las bombas.

Los impulsores serán de Bronce y deberán cumplir con la Norma ASTM B584 ALY 836, acero AISI 304 SS con aleación C 83800 o SAE 40 ó su equivalente. Los mismos deberán estar balanceados estática y dinámicamente y deberán estar asegurados al eje de la bomba mediante bujes cónicos de bronce grafitado o de acero inoxidable clase 416 SS.

El eje de la bomba será de acero inoxidable A582, clase 416, torneado y pulido y deberá ser rectificado previo al armado de la unidad impulsora.

La eficiencia hidráulica de las bombas no deberá ser menor que 75 %.

La selección del punto de operación deberá ubicarse ligeramente a la derecha de la BEP (Punto de Mejor Eficiencia).

La curva Caudal - Carga Total, debe de ser de carga gradualmente creciente, en forma continua desde su BEP hasta el caudal cero. Cada valor de la carga deberá corresponder a un solo valor de caudal.

Los cables de alimentación del motor eléctrico sumergible serán del tipo plano (flat jacketed) propios para instalaciones en donde estará sumergido en agua permanentemente. El cable de alimentación del motor serán 4#2, tres líneas vivas para condiciones de servicio de 600 voltios y 95 grados centígrados y una línea neutro, con aislamiento resistente a la humedad.

Cada conductor del cable deberá estar forrado con un aislamiento de hule o neopreno (rubber insulated) y el conjunto de los cuatro conductores estará recubierto de un forro de PVC de alta densidad y alta resistencia mecánica y de gran aislamiento eléctrico.

– **Instalaciones eléctricas**

Debe verificarse en sitio de la obra el punto de interconexión o acometida con la red pública de energía eléctrica. La acometida a construir, deberá cumplir con las normas vigentes de la Empresa Nicaragüense de Energía Eléctrica (ENEL) y deberá ser aprobada por la misma.

– **Tuberías y accesorios.**

Tubería y accesorios HG.

La tubería de hierro galvanizado será de tipo estándar cédula 40, debiendo ajustarse a las especificaciones ASTM 120-65 y ASTM 90-39. La tubería de HG. deberá ser suministrada en longitud de 6m, con rosca estándar en cada extremo. Un acoplamiento consistirá en una camisa de hierro galvanizado con rosca estándar para roscarse en el extremo del tubo.

Los accesorios de hierro galvanizado, se ajustarán a las especificaciones ASTM, tendrá rosca hembra del tipo IRON PIPE (IP) Y deberán ser diseñados para acoplarse a tubería de HG.

– **Válvulas y accesorios.**

Válvulas de Seguridad o Alivio

Las válvulas de alivio serán de hierro fundido diseñadas para agua fría y para una presión de trabajo mínima de 200 PSI. Se operarán hidráulicamente mediante diafragma susceptible de ajustes o regulación. El rango para ajuste de presión deberá ser 50 a 200 PSI, siendo similar al modelo 106 BPS y L Y H de Singer o de la Clayton 50 Pressure Belies Valve.

Tendrán roscas o bridas en los dos extremos ANSI B.16.1 – 1960, con sus compañeros de bridas de acero.

Medidor Maestro.

Será del tipo Medidor de velocidades con hélice propulsada, de esfera seca y lectura tipo recta con rodillos de cifras saltantes. En términos generales, deberán cumplir con las normas AWWA C.794 – 70.

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" deben 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.

Válvulas de Retención Horizontal.

Serán del tipo de retención o clapeta, construcción similar a la F A – 2600 – 6 - 01 del catálogo número VV-103 ó la número G931 L E W del catálogo Stockham número 57. Llevarán colocadas en relieve el diámetro nominal, la presión nominal, el material, la marca de fábrica y la flecha indicando el sentido de la corriente, tendrán interior y exteriormente un revestimiento protector. Las bridas serán conforme las especificaciones AWWA C-27 clase 125 con sus respectivos compañeros de brida de acero.

Vendrán además provistas de palanca exterior para accionar la clapeta con contrapeso susceptible de regulación. La mínima presión de trabajo será de 175 PSI. Deberán venir provisto de By-Pass para la pre lubricación de la bomba.

Accesorios de HF con Bridas.

Deberán estar de acuerdo al American Standard for Castiron Fittings, ½ in. A 48 in., for water and other liquids designación ANSI-A 21. 10-1971 AWWA C 110 – 71 para la presión de servicio de 150 PSI. Con sus uniones de brida según ASNI B – 16.1 – 1960. Deberán traer sus respectivos compañeros de brida de HF con rosca hembra I.P de acuerdo con ANSI B.2.1 – 1960.

- **Tuberías y accesorios para líneas de conducción y redes de distribución.**

Tuberías y Accesorios de Cloruro de Polivinilo (PVC)

- **Líneas de Conducción y Redes de Distribución**

Se deberán usar tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC), correspondientes a la tubería designada por SDR-26, SDR-13.5 según la Especificación Estándar ASTM D 2241.

La tubería de mayor o igual a 50 mm de diámetro, será Clase SDR-26 del tipo de unión flexible, tipo PUSH-ON ó JUNTA RAPIDA, es decir, que en el interior de uno de sus extremos traerá incorporado un empaque de caucho o neopreno que se insertará en el extremo libre del otro tubo, haciendo un sello perfecto.

La tubería de 13 mm de diámetro, deberá ser Clase SDR-13.5 del tipo de unión cementada.

Las propiedades físicas de las tuberías serán probadas de conformidad a las Normas ASTM D2241, D1598 y D1599, para la presión sostenida, presión de estallido, integridad hidrostática, aplastamiento y calidad de la extrusión.

Los anillos de empaque elastoméricos necesarios para las juntas en la tubería mayor o igual a 50 mm deberán ser suministrados en cantidades que excedan en un 5% a las cantidades requeridas teóricamente.

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.

I. Especificaciones Técnicas de Construcción.

- **Instalación de tuberías de PVC y accesorios en líneas de conducción y redes de distribución.**

Las actividades constructivas incluyen: excavación, relleno y compactación, encofrado y arriostamiento de zanjas, remoción de agua, instalación de tubería y accesorios, remoción de aceras y otras infraestructuras y restauración de las mismas a su estado original.

Excavación.

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicados en los planos. El fondo de la zanja será conformado a mano, de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo sobre un suelo firme y uniformemente planos entre las depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas. Cuando en el fondo de la zanja se encuentren materiales inestables, basura o materiales orgánicos que en opinión del Ingeniero deban ser removidos, se excavará y se removerán dichos materiales hasta la profundidad que ordene el Ingeniero.

Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera se removerá ésta a una profundidad de 15 centímetros bajo la superficie inferior del tubo. Después la zanja se rellenará hasta el sub-rasante con material granular de la manera descrita anteriormente.

Instalación de Tubería y Accesorios.

Los tubos se colocarán de conformidad con la alineación y cortes aquí estipulados e indicados en los planos o designados por el Ingeniero, quien podrá ordenar cambios en alineación y nivel de la tubería, cuando lo considere necesario.

Salvo que se indique lo contrario en los planos, el tendido de tubería en curvas se hará flexionando la tubería en las juntas. La deflexión máxima de cada junta no deberá exceder la recomendada por el fabricante.

Instalación de Válvulas.

Válvulas de compuerta se instalarán en las tuberías y en los sitios indicados en los planos. Las válvulas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

Remoción de Agua.

Se utilizarán bombas y todo otro equipo necesario para remover el agua de las zanjas y otras excavaciones. Se requiere que toda zanja se mantenga seca y no se permitirá que algún tubo o estructura sea colocado en una zanja con agua. Se deberá disponer el agua de tal forma que no ocasione daño a la propiedad o inconveniencia al público.

Relleno y Compactación.

Salvo que el Ingeniero indique lo contrario, las zanjas no se rellenarán hasta que la tubería sea sometida a una prueba hidrostática. El relleno de zanja en carreteras, calles y aceras desde 30 centímetros sobre el tubo hasta el rasante se hará con material de la excavación colocado y apisonado en capas de 0.15 centímetros. No se permitirán piedras en el relleno alrededor del tubo y piedras de más de 0.10 centímetros serán excluidas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica. La compactación mínima aceptable para estas capas de relleno será del 95% Próctor Stándard.

Se someterá a aprobación de ENACAL, una terna de Laboratorios de Suelos, para la aprobación del mismo.

Prueba de presión hidrostática

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.

Toda junta será revisada durante la prueba y donde se manifieste filtración o derrame y se reparará las juntas hasta que éstas queden impermeables. La pérdida de agua de los tubos no debe exceder los siguientes límites por cada 100 juntas:

Tabla21: Máxima fuga permitida.

Diámetro de Tubería	Máxima Fuga Permitida (Galones/hora/100 juntas)
2"	0.8
3"	1.2
4"	1.6
6"	2.3

Desinfección.

Se procederá a la desinfección de la tubería, poniéndola en carga con solución de cloro hasta obtener un residual de la línea de 25 mg/l al final de la línea desinfectada.

La desinfección se hará de acuerdo a la norma ANSI/AWWA. C-651.

Después del ensayo la tubería será baldeada. La desinfección se efectuará llenando la tubería con agua e introduciendo una solución de cloro en suficiente cantidad para obtener en el agua un mínimo de 25 mg/l de cloro residual después de 24 horas.

Bloques de Reacción.

Bloques de reacción de concreto deben colocarse en los sitios designados por el Ingeniero incluyendo tees, codos, reductores, tapones, etc. Todo bloque de reacción se colocará contra tierra firme y las dimensiones de estos deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos.

Restauración de la Superficie.

Se deberá restaurar a su condición original, toda superficie removida o perturbada por él durante la ejecución de la obra, incluyendo restauración de aceras, cunetas, etc.

Métodos de manejo y almacenamiento

Durante el transporte y almacenamiento de la tubería, son colocados tapones en los extremos de tal manera que no entren en la tubería objetos extraños.

Los tubos y los accesorios para las juntas de los tubos deberán ser almacenados en lugares alejados de fuentes de calor. Deberán ser almacenados no en bloques demasiado altos, en lugares libres de tierra y arena, detergentes, solventes y aceites.

Los tubos y los accesorios para las juntas de los tubos deben ser almacenados en sitios techados o ser cubiertos con toldos para evitar que estén expuestos directamente a los rayos solares por mucho tiempo.

Instalación de accesorios de diferentes materiales

– Generalidades

Antes de la instalación de cada accesorio, se inspeccionará cada unidad, para constatar su buen estado, aquellas que presenten daños serán reparadas, los que presenten daños irreparables serán sustituidos. Las reparaciones de recubrimientos y revestimiento, dañados se harán en la misma forma que las reparaciones de tuberías.

– Instalación de conexiones domiciliarias.

Este concepto de obra incluye el acople a la tubería matriz, la tubería de acometida, el suministro e instalación del medidor y la caja protectora correspondiente, además de todos los suministros y trabajos de instalación de los accesorios conexos necesarios para dejar la obra completamente terminada y en funcionamiento, incluidas las pruebas de presión y desinfección de la tubería de abasto.

– **Ubicación de las Conexiones**

Se señalará la ubicación exacta de cada una de las conexiones a construir.

Excavación

El trazado de las conexiones será a 90° respecto a la tubería de alimentación de la conexión. Las excavaciones se realizarán con este alineamiento, variando la profundidad de 1.20 metros en el punto de conexión de la tubería principal y 1.0 metros en el final de la misma. Los costados de la zanja deberán ser verticales y el fondo conformado a mano de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme, continuo en toda su longitud.

El ancho de la zanja no deberá exceder de 0.60 metros.

Instalación de Tubería.

La perforación de tubería de servicios de agua potable se hará en un costado del tubo en un ángulo de 45 grados respecto al eje horizontal.

– **Tanque de acero, sobre suelo.**

Condiciones de Diseño.

Las fundaciones del tanque están formadas con dimensiones adecuadas según lo indicado en los planos correspondientes, para garantizar la estabilidad del recipiente y las fundaciones mismas.

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.

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 al indicado en el diseño del tanque.

Limpieza.

Todo material sobrante resultado de la excavación del sitio, será removido del predio.

Así mismo, todos los desperdicios y escombros resultados de estos trabajos, se removerán del sitio, el cual se entregará limpio y en condiciones aceptables.

– Concreto Reforzado.

Consiste en suministro de los materiales, mano de obra, equipo, herramientas y demás complementos para suplir el concreto reforzado para esta obra de acuerdo a las Especificaciones subsiguientes y con los detalles que aparecen en los planos.

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 pulgada cuadrada.

Normas y Especificaciones.

Se deberán cumplir las normas mínimas constructivas del Reglamento Nacional de Construcción, de Mayo de 1993.

En la fabricación, transporte y colocación del concreto deberán cumplirse todas las recomendaciones del American Concrete Institute (ACI).

Se consideran también incluidas en estas especificaciones y por consiguiente obligatorias, todas aquellas normas o especificaciones de la American Society of Testing materiales (ASTM) incluidas o simplemente mencionadas en estas especificaciones o en los códigos anteriormente citados.

Caseta.

– Construcción de casetas.

Se refiere al suministro de todos los materiales, herramientas, equipos, mano de obra necesarios para construir Casetas de Mampostería Confinada, de varios tipos tales como: caseta para operador, casetas para controles eléctricos y casetas para equipo de cloración, cuyos detalles se muestran en los planos constructivos; y lo aquí especificado, incluyendo: excavación, nivelación, fundaciones, instalación de, bloque de concreto, colado de concreto para vigas corona y asísmica, repello afinado, erección de techo, instalación de puertas y ventanas, pisos, instalaciones eléctricas, sanitarias y pluviales, pintura y todo lo necesario para dejar la obra completamente terminada. La ubicación de las casetas dentro del área del predio será la especificada en los planos, pero podrá ser modificada de acuerdo a condiciones propias del lugar, tales como calidad del suelo u otra razón, lo cual deberá ser aprobado previamente por el Ingeniero. Se deberá incluir en los costos de construcción de la (las) caseta (s) la construcción de la letrina conforme lo señalado en los planos. No todos los predios llevan letrina. También se incluyen los costos para la construcción de las cajas de registro señaladas en los planos.

– Cerca para protección de predio.

Alcances generales

Se colocarán cercas de malla ciclón o de alambre de púas, para aislar y proteger los diversos sitios de ubicación de las obras. La disposición de las cercas y la ubicación de las puertas o portones de entrada será indicada en los planos o por el Ingeniero.

El suministro de materiales, mano de obra y equipos necesarios, para la construcción de cercas en los predios según se indica en los planos.

La cerca para protección de los predios señalados en planos, será de malla ciclón de 8 pies.

En la entrada principal de los predios señalados en planos, se construirá un (1) portón de dos puertas, de tubos galvanizados y malla ciclón de 8 pies, con un ancho de 5m tal a como lo indican los planos constructivos.

ANEXO B

MEMORIA DE CÁLCULO.

a) Cálculo de la población de diseño.

Datos:

- Se utilizará la tasa de crecimiento rural establecido por Enacal – Departamento de León, en la Comarca de Momotombo; la cual es utilizada en la elaboración de proyectos en esta zona.
- La población actual de la Comarca es proporcionada por el censo mas reciente realizado por la Alcaldía de La Paz Centro.
- Se utilizará un periodo de diseño de 20 años para la población (2009 – 2029).

Población actual $(_{2009}) = 3767$ habitantes.

Tasa de Crecimiento poblacional = 3%.

La población futura se determinara utilizando el método geométrico:

Fórmula

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

Donde:

P_n = Población del año “n”.

P_o = Población al inicio del período de diseño ó actual.

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

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

Procedimiento:

$$P_{2029} = P_{2009}(1 + 0.03)^{20} = 3767 \times (1.03)^{20} = 6804 \text{ habitantes}$$

b) Cálculo del caudal de diseño.

Datos:

Población actual $(_{2009}) = 3,767$ habitantes.

Población futura $(_{2029}) = 6804$ habitantes.

Dotación = 25 gppd (según Normas Urbanas.)

Consumo Doméstico (CD).

CD = (Población futura y/o actual) x (Dotación).

Para el año 2009.

$$CD_{2009} = (3767 \text{ hab.} \times 25 \text{ gppd}) = 94,175 \text{ Glns/días}$$

Para el año 2029.

$$CD_{2029} = (6804 \text{ hab.} \times 25 \text{ gppd}) = 170,100 \text{ Glns/días}$$

Consumo público/Institucional (CP).

CP = (consumo doméstico) x (7%).

Para el año 2009

$$CP_{2009} = (94,175 \text{ Glns/días} \times 0.07) = 6,592.25 \text{ Glns/días}$$

Para el año 2029

$$CP_{2029} = (170,100 \text{ Glns/días} \times 0.07) = 11,907 \text{ Glns/días}$$

Consumo Comercial (CC).

$$CC = (\text{consumo doméstico}) \times (7\%).$$

Para el año 2009

$$CC_{2009} = (94,175 \text{ Glns/días} \times 0.07) = 6,592.25 \text{ Glns/días}$$

Para el año 2029

$$CC_{2029} = (170,100 \text{ Glns/días} \times 0.07) = 11,907 \text{ Glns/días}$$

Consumo Industrial (CI).

$$CC = (\text{consumo doméstico}) \times (2\%)$$

Para el año 2009

$$CC_{2009} = (94,175 \text{ Glns/días} \times 0.02) = 1,883.5 \text{ Glns/días}$$

Para el año 2029

$$CC_{2029} = (170,100 \text{ Glns/días} \times 0.02) = 3,402 \text{ Glns/días}$$

Consumo por pérdidas y/o Fugas (P/F).

$$P/F = (CD + CP + CC + CI) \times 20\%.$$

Para el año 2009

$$\begin{aligned} P/F_{2009} &= ((94,175 + 6,592.25 + 6,592.25 + 1,883.5) \text{ Glns/días} \times 0.2) \\ &= \mathbf{21,848.6 \text{ Glns / días}} \end{aligned}$$

Para el año 2029

$$\begin{aligned} P/F_{2029} &= ((170,100 + 11,907 + 11,907 + 3,402) \text{ Glns/días} \times 0.2) \\ &= 39,463.2 \text{ Glns / días} \end{aligned}$$

Consumo Doméstico Promedio Total (CDPT).

$$CDPT = [CD + CP + CC + CI + (P/F)].$$

Para el año 2009

$$CDPT = (94,175 + 6,592.25 + 6,592.25 + 1,883.5 + \mathbf{21,848.6}) \text{ Glns / días}$$

$$CDPT = 131,091.6 \text{ Glns/días} = \mathbf{5.74 L / s}$$

Para el año 2029

$$CDPT = (170,100 + 11,907 + 11,907 + 3,402 + 39,463.2) \text{ Glns / días}$$

$$CDPT = 236,779.2 \text{ Glns/días} = \mathbf{10.37 L / s}$$

Consumo máximo Día (CMD).

$$CMD = FMD \times CDPT = 150\% \times CDPT$$

Para el año 2009.

$$CMD = (1.5 \times 131,091.6 \text{ Glns/días}) = 196,637.4 \text{ Glns/días}$$

$$CMD = \mathbf{136.55 Gpm} = \mathbf{8.61 L / s}$$

Para el año 2029

$$CMD = (1.5 \times 236,779.2 \text{ Glns/días}) = 355,168.8 \text{ Glns/días}$$

$$CMD = \mathbf{246.65 Gpm} = \mathbf{15.56 L / s}$$

Consumo máximo Hora (CMH).

$$CMH = FMH \times CDPT = 250\% \times CDPT.$$

Para el año 2009

$$CMH = (2.5 \times 131,091.6 \text{ Glns/días}) = 327,729 \text{ Glns/días}$$

$$CMH = \mathbf{227.59 Gpm} = \mathbf{14.36 L / s}$$

Para el año 2029

$$CMH = (2.5 \times 236,779.2 \text{ Glns/días}) = 591,948 \text{ Glns/días}$$

$$CMH = \mathbf{411.08 Gpm} = \mathbf{25.93 L / s}$$

Resultado:

- El caudal para el diseño de la bomba, línea de conducción, tanque de almacenamiento es:

$$\text{Para el 2009 } \mathbf{CMD = 136.55 Gpm = 8.61 L / s}$$

$$\text{Para el 2029 } \mathbf{CMD = 246.65 Gpm = 15.56 L / s}$$

- El caudal para el diseño de la red de abastecimiento es:
- Para el 2009 $\mathbf{CMH = 227.59 Gpm = 14.36 L / s}$
- Para el 2029 $\mathbf{CMH = 411.08 Gpm = 25.93 L / s}$

c) Cálculo de la estación y equipo de bombeo.

Según los parámetros de diseño en las Normas Urbanas, se diseñará la estación de bombeo para 10 años; por lo tanto se tomó de la tabla proyección de población y consumo, la demanda máxima diaria para 10 años, obteniendo el siguiente caudal, posteriormente presentado. La bomba que se instalará es de tipo sumergible.

$$\mathbf{Q_{diseño} = 183.53 Gpm \cong 11.58 l/s \cong 12 l/s = 0.012 m^3 / s}$$

Datos:

$$\mathbf{Q_{diseño} = 12 l/s = 0.012 m^3/s}$$
 (Ver tabla proyección de población y consumo)

Datos según prueba de bombeo:

$$\text{NEA} = 160 \text{ pies}$$

$$\text{Abatimiento} = 30 \text{ pies}$$

$$\text{NB} = 190 \text{ pies}$$

$$\text{Columna de bomba} = 210 \text{ pies}$$

Cálculo del diámetro de la descarga.

Según Bresse:

$$X \left(\phi \right) = \frac{\text{Número.de.horas.de.bombeo.por.día}}{24h} = \frac{16h}{24h} = 0.67$$

$$\phi(m) = 1.3 * X^{\frac{1}{4}} * \sqrt{Q(m^3 / s)} = 1.3 * 0.67^{0.25} * \sqrt{0.012} = 0.1288m = 5.1" = \phi_{\text{económico}}$$

$$\phi = 6" = 0.1524m \approx \phi_{\text{diseño}}$$

Revisar la velocidad descarga por la ecuación de la continuidad.

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

$$V_{\text{descarga}} = \frac{4 \times 0.012}{\pi(0.1524)^2} = 0.66 \text{ m/seg}$$

$$0.6 \text{ m/seg} \leq V_{\text{descarga}} \leq 1.5 \text{ m/seg} \quad \text{ok.}$$

Cálculo de la carga total dinámica (CTD).

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

Donde:

NB = Nivel más bajo del agua durante el bombeo.

CED = Carga Estática de la Descarga.

hf_{columna} = pérdidas en la columna dentro del pozo.

hf_{desc} = pérdidas en la descarga.

– Cálculo del nivel de bombeo (NB).

NB = NEA + Variación + Abatimiento

NB = 190 pies. (Según datos de la prueba de bombeo)

- Cálculo de la carga estática de la descarga (CED).

CED= Diferencia de Elev. (N. de Rebose tanque – N. suelo Pozo)

$$\text{CED} = 56.118 \text{ m} - 63.5 \text{ m} = 7.38 \text{ m}$$

- Cálculo de Pérdidas en la columna (por norma).

$$h_{f_{columna}} = 5\% \times L_c$$

Donde:

L_c = longitud de la columna.

L_c = NB + Sumergencia

$$L_c = 190' + 20' = 210' (64.008 \text{ m})$$

$$h_{f_{columna}} = 5\% \times (64.008 \text{ m}) = 3.2004 \text{ m}$$

$$h_{f_{columna}} = 3.2004 \text{ m}$$

- Cálculo $h_{f_{descarga}}$

Pérdidas en la descarga con $h_{f_{descarga}}$ con una tubería de descarga de diámetro de 6 pulgadas = 0.1524 m.

Se utilizará tabla de perdidas localizadas en longitudes equivalentes (verla en anexos)

Tabla 16: Longitud equivalente.

Accesorios	Cantidad	Le (longitud equivalente) m	Total (m)
Válvula check	1	19.3	19.3
Válvula compuerta	1	1.1	1.1
Válvula de pase	1	39	39
C-90° radio medio	2	4.3	8.6
Cruz 6"x6"	1	10.40	10.40
C-90° radio Largo	1	3.4	3.4
C-45° radio corto	2	2.3	4.6
Medidor de Caudal	1	10	10
Manómetro	1	10	10
Tee de Paso directo	1	3.4	3.4
Salida al Tanque	1	5	5
Σ		LeTotal	114.8

$$L_{total} = L_{tubería\ de\ descarga} + L_{e\ total}.$$

$$L_{total} = 1810\ m + 114.8\ m = 1924.8\ m$$

$$(hf)_{descarga} = 10.67 \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} \frac{L_{total}}{\varphi^{4.87}}$$

$$(hf)_{descarga} = 10.67 \left(\frac{0.012}{150}\right)^{1.852} \frac{1924.8}{(0.1524)^{4.87}}$$

$$(hf)_{descarga} = 5.06\ m$$

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

$$CTD = 57.912\ m + 7.38\ m + 3.2004\ m + 5.06\ m$$

$$CTD = 73.55\ m \approx 241\ pies$$

Revisar la carga neta positiva.

Entonces:

$$CNPSd = \text{sumergencia} = 20\ pies$$

$$CNPSr = 12.90\ pies$$

Se dice que sí:

$$CNPSd > CNPSr \text{ No se presenta cavitación.}$$

d) Determinación de la Potencia de la Bomba y potencia del motor.

Potencia de la bomba (Pot)

$$Pot = \frac{(CTD \times Q \times \gamma)}{75n}$$

$$Pot = \frac{(73.37 \times 0.012 \times 1000)}{75 \times 0.774}$$

$$Pot = 15.16\ CV \frac{0.986\ Hp}{1\ CV} \approx 15\ Hp$$

Potencia del motor (P_{motor})

$$P_{\text{motor}} = 1.3 \times P_{\text{ot}}$$

$$P_{\text{motor}} = 1.3 \times 15 \text{ Hp} \approx 20 \text{ Hp}$$

Por razones económicas se utilizará una bomba de uso estándar elaborada por los fabricantes:

$$\text{Potencia de la bomba} = 15 \text{ HP}$$

$$\text{Potencia del motor} = 20 \text{ HP.}$$

e) Diseño del almacenamiento.

Dimensionamiento del tanque de almacenamiento:

Tipo: Tanque sobre suelo (superficial).

- Sección: Circular
- Material: Acero

Datos:

$$CDPT_{20\text{años}} = 236,779.2 \text{ Glns/días} = 10.37 \text{ L/s} = 896.3068 \text{ m}^3/\text{día}$$

Con los datos presentados anteriormente se procede a determinar los siguientes parámetros de capacidad mínima que de acuerdo a las Normas Técnicas de Abastecimiento de Agua Potable para una zona urbana debe estar compuesto del siguiente Volumen el tanque de Almacenamiento:

✓ Volumen compensador (V_c).

$$V_c = CDPT_{20\text{años}} \times 25\% \text{ dia}$$

$$V_c = 896.3068 \text{ m}^3/\text{dia} \times 0.25 \text{ dia}$$

$$V_c = 224.08 \text{ m}^3$$

✓ **Volumen de Reserva para Eventualidades Y/o Emergencia(V_E).**

$$V_E = CDPT_{20años} \times 15\% \text{ día}$$

$$V_E = 896.3068 \text{ m}^3/\text{día} \times 0.15 \text{ día}$$

$$V_E = 134.45 \text{ m}^3$$

✓ **Volumen de Reserva para combatir Incendio (V_I).**

$$V_I = 2 \text{ horas} \times \text{dotacion caudal contra incendio.}$$

$$V_I = (2 \text{ horas} \times 150 \text{ Gpm} \times 60 \text{ minutos/h} \times 3.785 \text{ L/GL}) \times \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000L} \right).$$

$$V_I = 68.14 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen Total del Tanque} = V_c + V_E + V_I = 224.08 + 134.45 + 68.14 = 426.67 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Total del Tanque} = 426.67 \text{ m}^3.$$

Con un Volumen Total del Tanque= 426.67 m^3 y una altura propuesta de 11.2m de rebose, se procede a determinar el diámetro.

$$V = A \cdot h$$

$$V = \pi r^2 \cdot h$$

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi h}}$$

$$r = \sqrt{\frac{426.67 \text{ m}^3}{\pi \times 11.2 \text{ m}}}$$

$$r = 3.48 \text{ m} \cong 3.50 \text{ m}$$

Por lo tanto se considera una propuesta de dimensionamiento para el Tanque de almacenamiento con un diámetro $\phi = 7 \text{ m}$ (22.97 pies) y con una altura total (incluyendo un borde libre de 0.30 m) = 11.50 m (37.73 pies).

ANEXO C

ILUSTRACIONES

Pozos existentes en la Comarca de Momotombo.

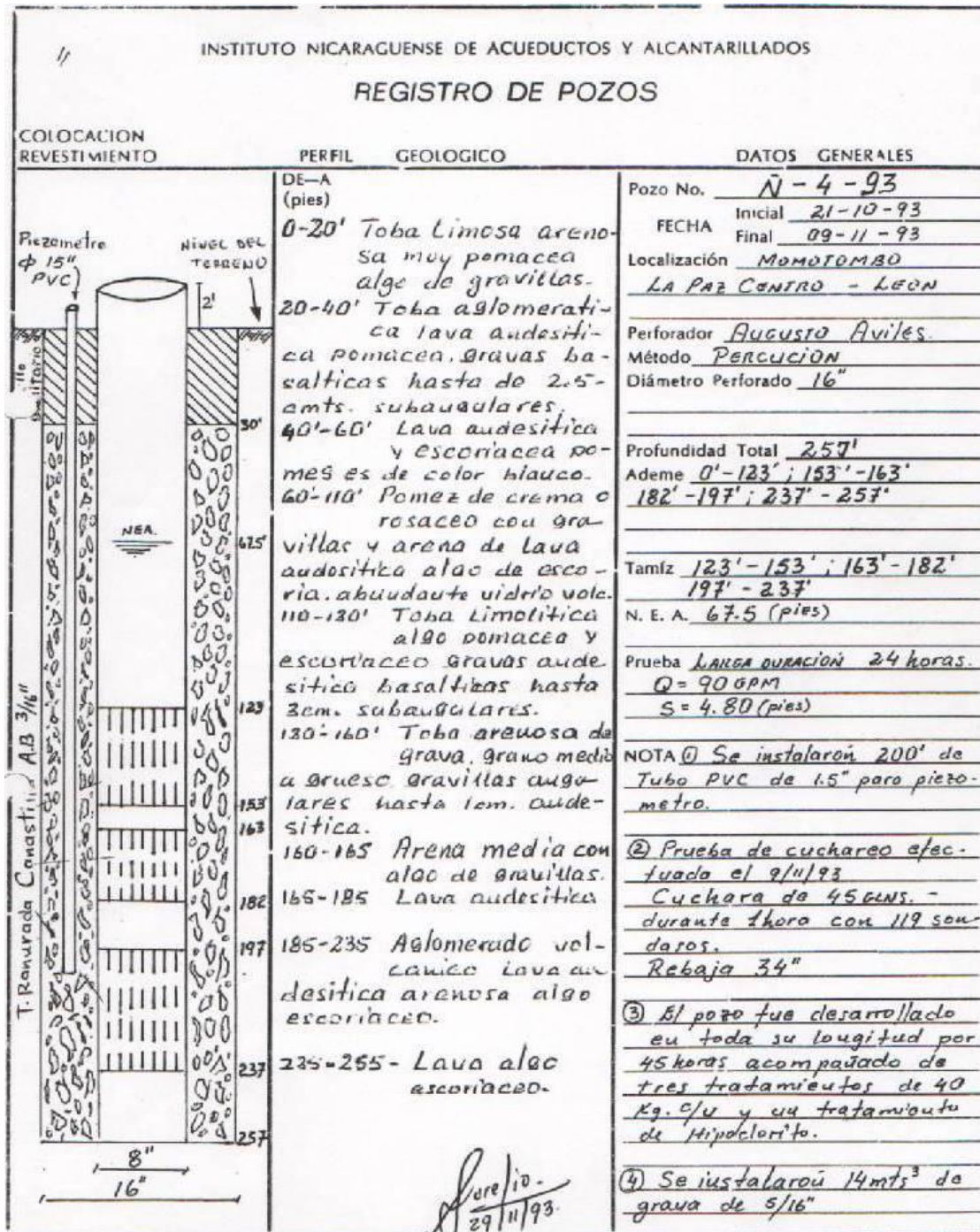


Ilustración 3: Pozo en operación, ubicado en la zona de Miralago en el año de 1993.

REGISTRO DE POZOS

COLOCACION REVESTIMIENTO	PERFIL GEOLOGICO	DATOS GENERALES
	DE-4 (pies) 0-5 CONGLOMERADO VOLCANICO 5-10 CONGLOMERADO VOLCANICO 10-20 TOBA ARENOSA DE GRANOS FINOS CON ABUNDANTE POMEZ. 20-25 LIMOLITA Y POMEZ. 25-35 ARENA FINA Y POMEZ 35-65 ARENA FINA 65-75 CONGLOMERADO VOLCANICO 75-80 PIROCLASTOS Y POMEZ 80-90 CONGLOMERADO VOLCANICO 90-100 CONGLOMERADO VOLCANICO	POZO No. <u>G-2-82</u> FECHA INICIAL <u>24-7-82</u> FECHA FINAL <u>17-8-82</u> LOCALIZACION <u>MOMOTOMBO</u> PERFORADOR <u>ANGEL LOPEZ</u> METODO <u>ROTACION DIRECTA</u> DIAMETRO PERFORADO <u>18"</u>
		PROFUNDIDAD TOTAL <u>137'</u> ADEME ϕ 8" 0'-70', 106'-110' 130'-136'
		TAMIZ ϕ 8" 70'-106', 110'-130'
		N.E.A. <u>20'</u>
		PRUEBA DURANTE 30 HRS. A RAZON DE 122 GPM, CON UN REBAJAMIENTO MAXIMO DE 10.13'
		NOTA CAUDAL DE TRABAJO: 120 GPM
		Coordenadas: 1371.1 N 541.5 E Cuadrante 2853 # 14 por Centro

Ilustración4: Pozo #3, construido en 1982.

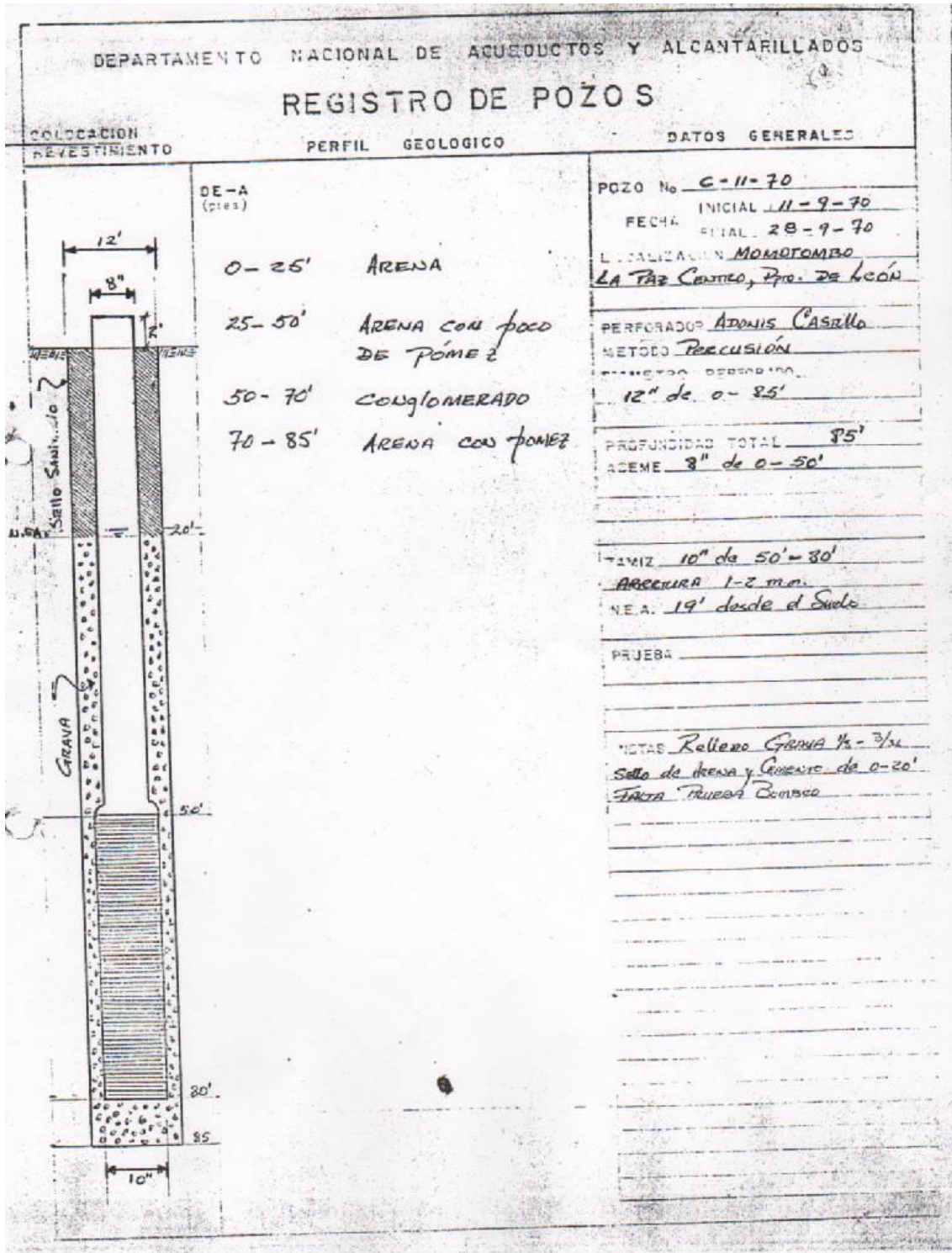


Ilustración5: Pozo #2, construido en 1970.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

REGISTRO DE POZOS

3

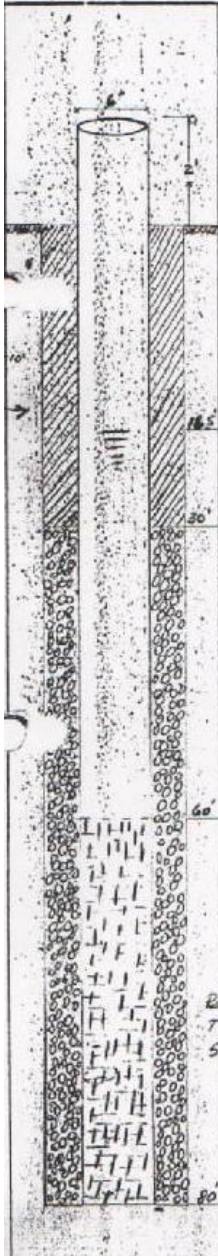
COLOCACION REVESTIMIENTO	PERFIL GEOLOGICO	DATOS GENERALES
 <p>DE — A (Pies)</p> <p>NEA</p> <p>16.5'</p> <p>30'</p> <p>60'</p> <p>80'</p> <p>Revestido Tipo Puzos 5 mm</p>	<p>0'-4' Arena suelta.</p> <p>4'-7' Tierra</p> <p>7'-11' Arena fina</p> <p>11'-16' Arena</p> <p>16'-19' Arena gruesa</p> <p>19'-48' " " con pomez</p> <p>48'-48' Arena fina</p> <p>48'-50' Tierra cafe</p> <p>50'-63' Talpetate cafe</p> <p>63'-66' Piedra cantera</p> <p>66'-68' Talpetate con arena</p> <p>68'-80' Talpetate cafe</p>	<p>POZO Nº <u>C-9-69</u></p> <p>FECHA INICIAL <u>10-6-69</u></p> <p>FECHA FINAL <u>20-6-69</u></p> <p>LOCALIZACION <u>Mamotombo, La Paz Centro, Dpto. de Leon</u></p> <p>PERFORADOR <u>Luis Duarte</u></p> <p>METODO <u>Percusion</u></p> <p>DIAMETRO PERFORADO <u>12" En toda su profundidad</u></p> <p>PROFUNDIDAD TOTAL <u>80'</u></p> <p>ADEME <u>0'-60.5' φ 6" - Se coloca con 2' mas sobre la superficie del terreno - Total 62.5'</u></p> <p>TAMIZ <u>60.5' a 80' φ 6" Total 19.5'</u></p> <p>N.E.A. <u>16.5' desde el nivel del suelo - 15-7-69</u></p> <p>PRUEBA <u>15-7-69 durante 24 h a razon de 90 gpm. y obtinimiento de 4.6'</u></p> <p>NOTAS <u>Durante la prueba de Bombeo se tomò como punto de referencia a 24" sobre el nivel del terreno.</u></p>

Ilustración 6: Pozo #1, construido en 1969.

Prueba de bombeo.

GEORIEGO, S.A.

Bello Horizonte VI Etapa Casa No. 10
 Telefax: 2440165 Correo electrónico: georiego@ibw.com.ni



PRUEBA DE BOMBEO

Fecha: 12-09-09 Columna de bomba: 210 pies
 Propietario: Mejora de las condiciones higienico sanitario Número de impulsores: 5
 Localización: La Paz Centro
 Diámetro de revestimiento: 10"
 Profundidad del pozo: 300 pies
 Nivel estático: 100 pies
 Diámetro de bomba: 6"

Tiempo en minutos		N.B. Pies	Abat. Pies	OBSERVACIONES
9	0	0	0	Inicia prueba de bombeo
	1	164.3	4.3	Agua poca sucia
	2	164.58	4.58	
	3	165	5	Presente el Sr. Hector Lopez
	4	165.2	5.2	Q= 75 GPM
	6	165.2	5.2	
	7	165.4	5.4	Agua poca sucia
	8	165.42	5.42	
	9	165.45	5.45	
	10	165.48	5.48	Q= 75 GPM
	11	165.50	5.50	
	12	165.53	5.53	
	13	165.55	5.55	
	14	165.58	5.58	
	15	165.60	5.60	
10:00a.m.	0	0	0	Continua prueba de bombeo
	1	165.63	5.63	
	2	165.67	5.67	Agua poca sucia
	3	165.70	5.70	
	4	165.72	5.72	
	5	165.76	5.76	Agua limpia y cristalina
	10	165.78	5.78	
	15	165.83	5.83	Continua prueba de bombeo
	25	166.10	6.10	
	30	166.15	6.15	Presente el Sr. Hector Lopez
	40	166.22	6.22	
	45	168.13	8.13	Se aumento el caudal Q=100 gpm
	50	170.17	10.17	Agua limpia y cristalina
	55	170.80	10.80	
11:00a.m.	0	0	0	Continua prueba de bombeo
	1	170.86	10.86	
	3	170.93	10.93	
	10	171.20	11.20	Agua limpia y cristalina
	15	172	12	

GEORIEGO, S.A.

Bello Horizonte VI Etapa Casa No.10

Telefax: 2440165 Correo electrónico: georiego@ibw.com.ni



PRUEBA DE BOMBEO

Fecha: 12-09-09
 Propietarios: Mejora de las condiciones higienico sanitario
 Localización: La Paz Centro
 Diámetro de revestimiento: 10"
 Profundidad del pozo: 300 pies
 Nivel estático: 160 pies
 Diámetro de bomba: 6"

Columna de bomba: 210 pies
 Número de impulsores: 5

Tiempo en minutos	N.B. Pies	Abat.Pies	OBSERVACIONES
20	172.10	12.10	
25	172.18	12.18	
30	172.40	12.40	Se aumento el caudal
31	175.60	15.60	Q= 125 GPM
40	176.10	16.10	Agua limpia y cristalina
45	176.18	16.18	
55	176.25	16.25	
12:00p.m.	0	0	Continua prueba de bombeo
5	176.33	16.33	Presente el Sr. Hector Lopez
15	177	17	Agua limpia y cristalina
20	177.23	17.23	
30	177.28	17.28	Se aumento el caudal
40	180.10	20.10	Q= 150 GPM
41	180.25	20.25	
50	180.40	20.40	Agua limpia y Cristalina
1:00p.m.	187.10	27.10	
15	187.20	27.20	
30	187.35	27.35	
45	187.48	27.48	Presente el Sr. Hector Lopez
2:00p.m.	187.52	27.52	Se aumenta el caudal
3	187.97	27.97	Q= 200 GPM
40	188.10	28.10	
3:00p.m.			Continua prueba de bombeo
15	188.20	28.20	Se aumenta el caudal
16	188.35	28.35	Q= 220 GPM
35	190	30	Finaliza prueba de bombeo de 06 horas

GEORIEGO, S.A.
PERFIL ESTRATIGRAFICO

Nombre del Cliente: Sres. Mejora de las Condiciones Higiénicas Sanitarias

Pozo N°: 10-2009

Fecha de Iniciación: Agosto 10, 2009.

Broca N°: 14"

Fecha de Finalización: Septiembre 06, 2009.

Perforador: Sr. Enrique Salazar

Profundidad: 300'

Maquina N°: 02 (Dando 800)

Nivel Estático: 160 pies

Localización del Pozo:

Municipio de
La Paz Centro

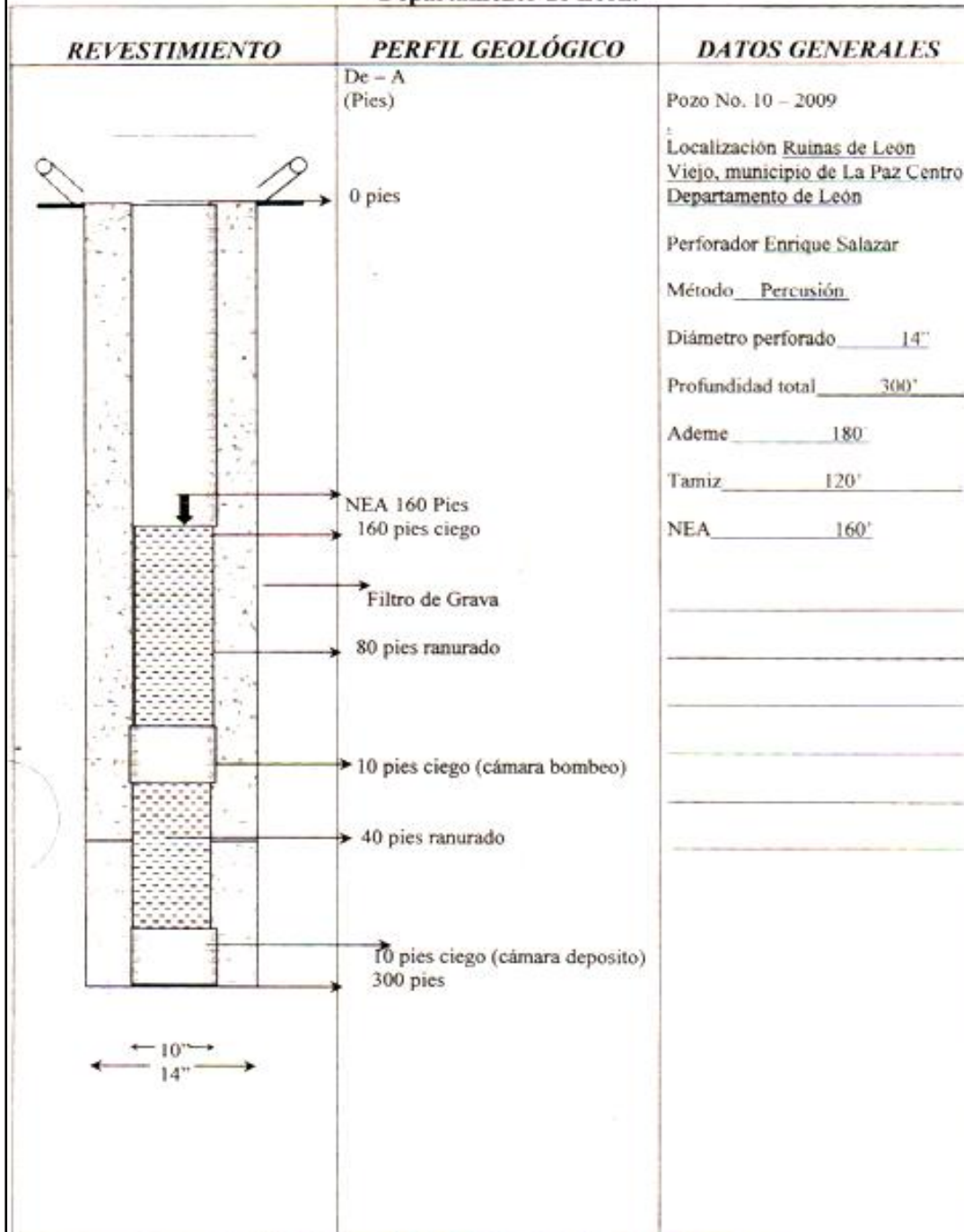
Tubería de Revestimiento:

0'-160' Tubería ciega de 10" de PVC
160'-240' Tubería ranurada de 10" PVC
240'-250' Tubería ciega de 10" PVC (Cámara de bombeo)
250'-290' Tubería ranurada de 10" PVC
290'-300' Tubería ciega de 10" PVC (Cámara depósito)

DESDE	HASTA	FORMACIONES
0	15	Poma
15	45	Poma con talpetate
45	55	Limo con poma
55	70	Limo
70	80	Talpetate con poma
80	95	Poma con bolones
95	140	Poma con bolones
140	190	Arena gruesa con bolones
190	215	Poma con limo y bolones
215	240	Limo arenoso
240	255	Poma con limo
255	265	Poma con talpetate
265	280	Talpetate con arena
280	300	Limo con bolones, poma y arena

GEORIEGO, S.A.
DISEÑO HIDRAULICO

**Pozo Mejora de las Condiciones Higiénicas Sanitarias, Municipio de La Paz Centro
Departamento de León.**



Macrolocalización.

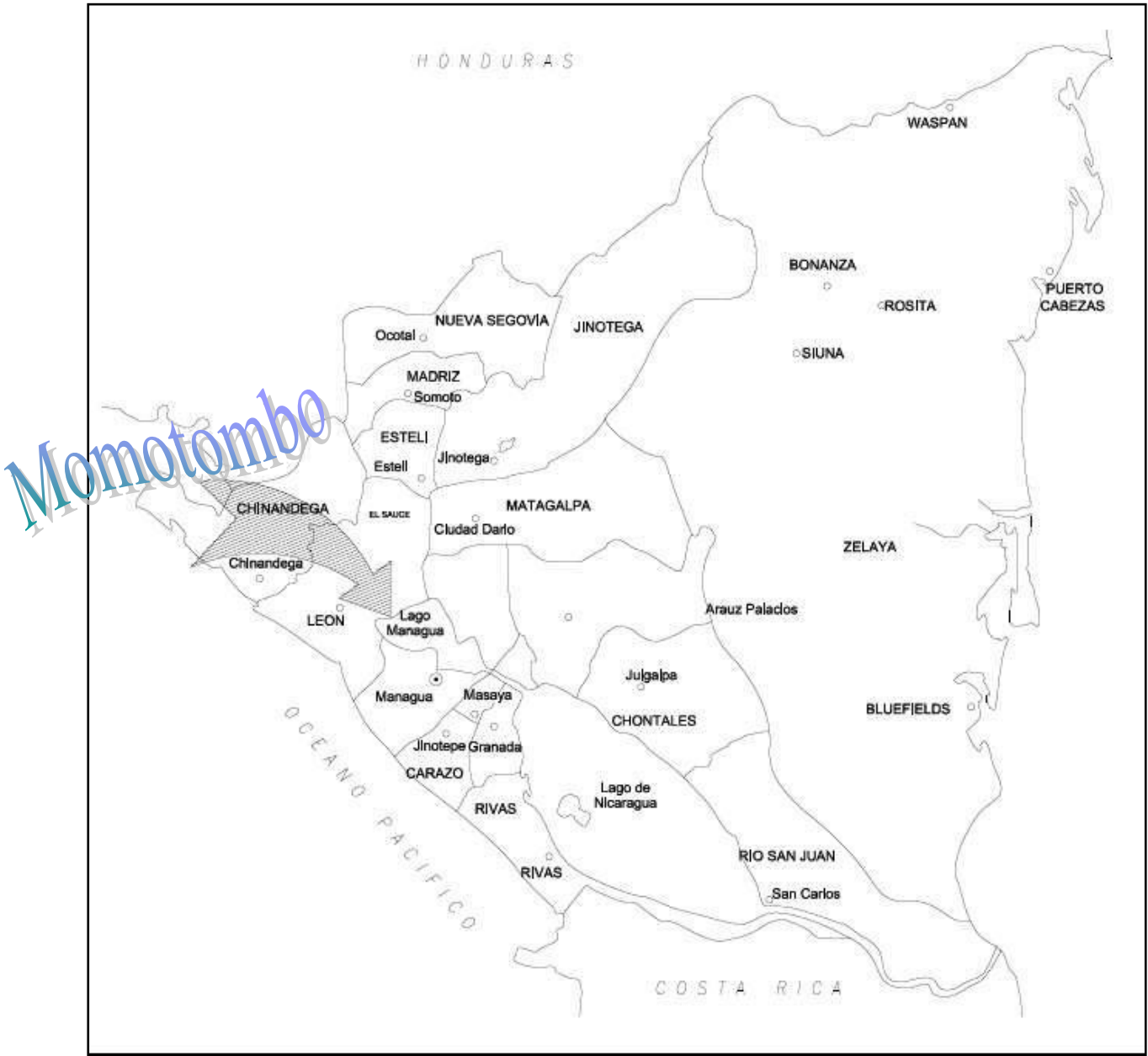


Ilustración 7: Macrolocalización del proyecto.

MICROLOCALIZACIÓN.

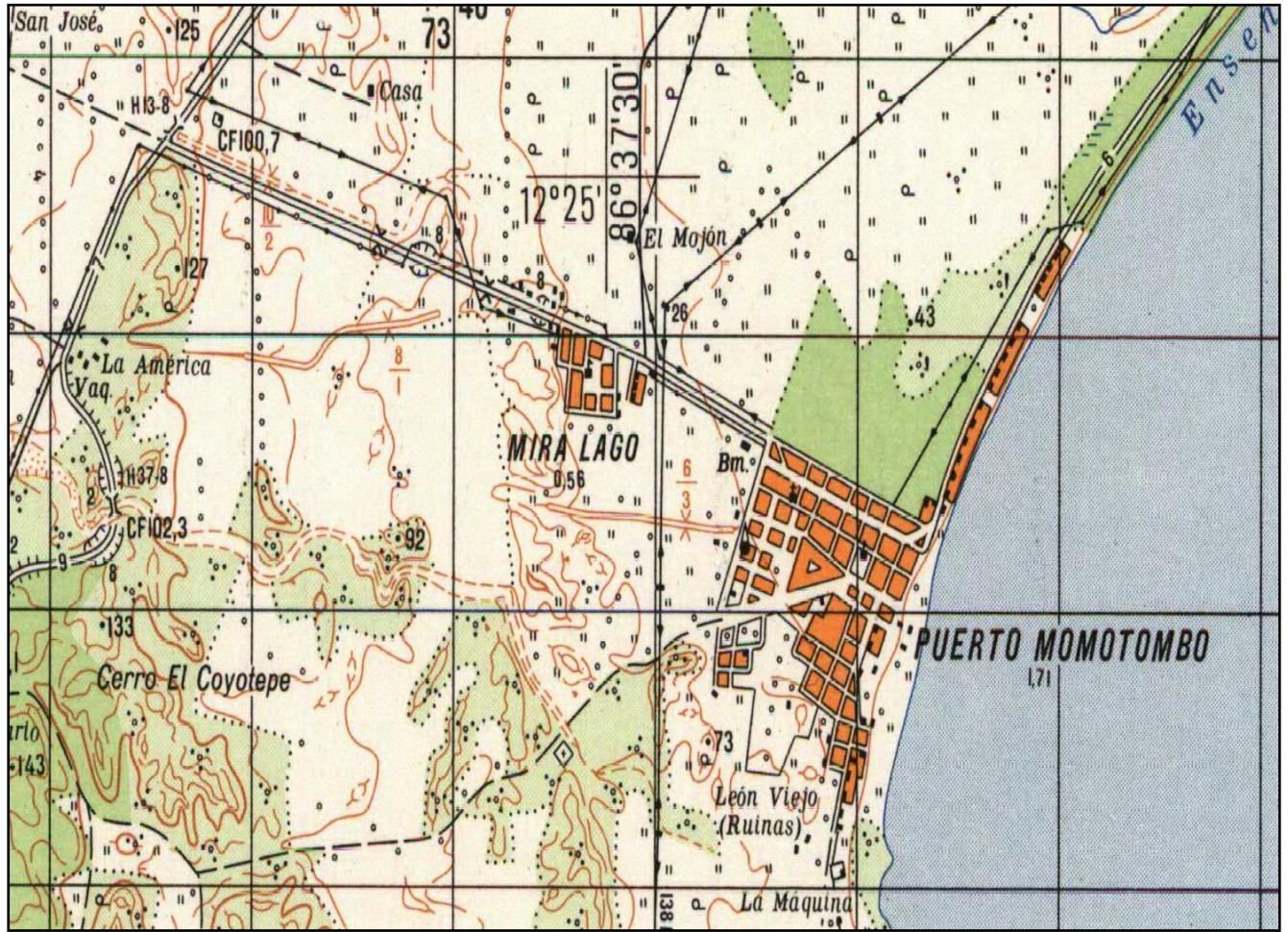


Ilustración 8: Microlocalización del proyecto.

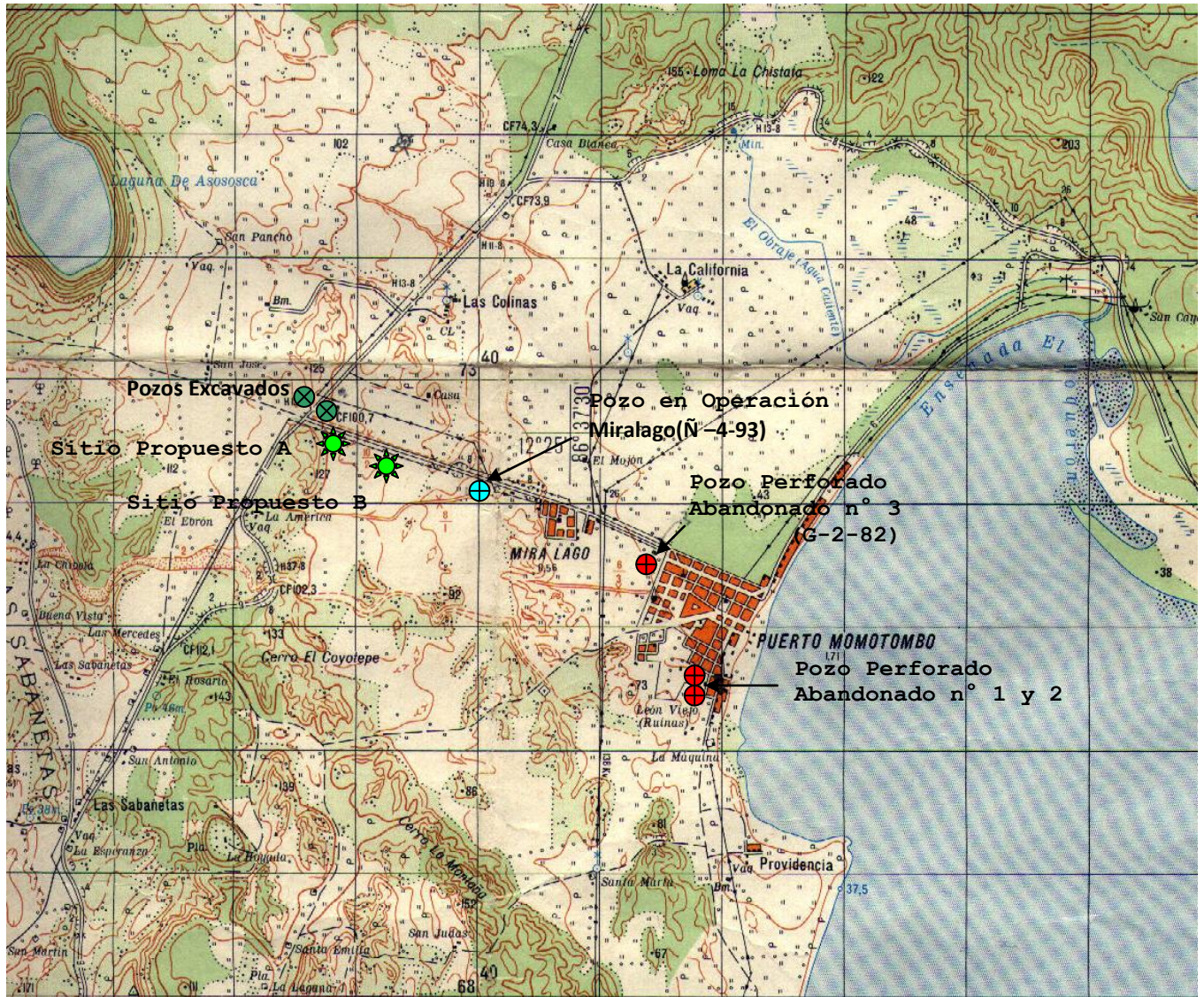


Ilustración 9: Mapa de ubicación de Pozos Perforados, excavados y sitios propuestos de futura perforación de pozos.

Fotografías

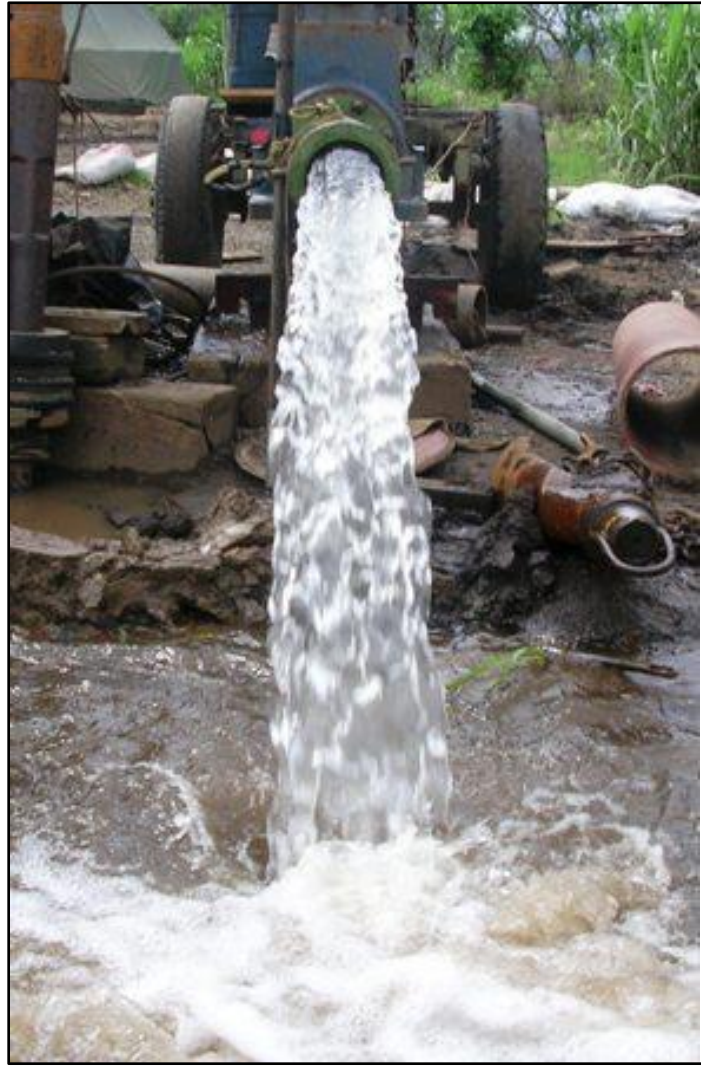


Ilustración 10: Salida del agua en la prueba de bombeo.



Ilustración 11: Instalación de maquinaria para la perforación.



Ilustración 12: Perforación del pozo.



Ilustración 13: Maquinaria para la perforación.



Ilustración 14: Perforación del pozo.

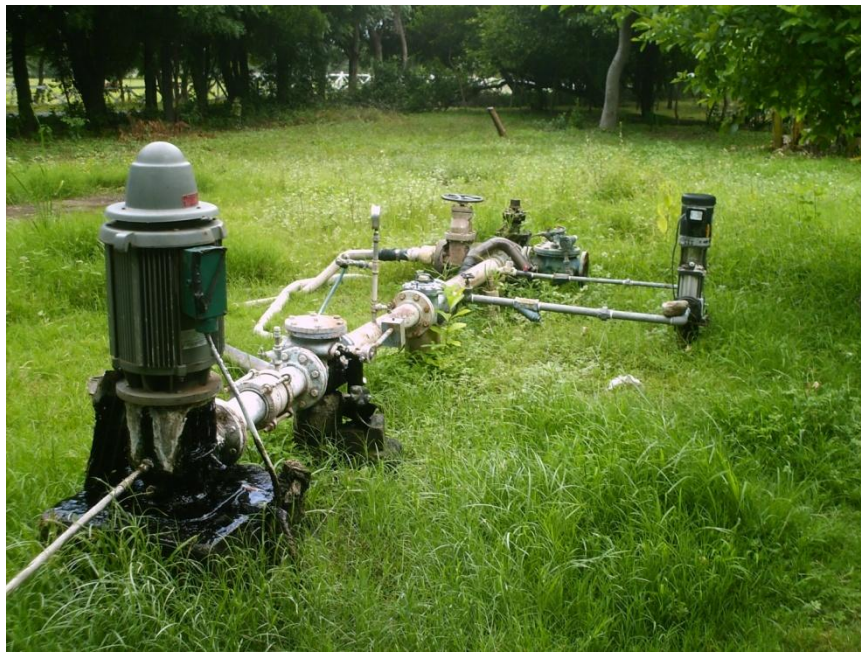


Ilustración 15: Equipo de bombeo del pozo actual.



Ilustración 16: Bomba



Ilustración 17: Tanque sobre torre, capacidad de 9000 galones, Momotombo.

ANEXO D
DATOS DE SELECCIÓN BOMBA SUMERGIBLE Y EQUIPO DE BOMBEO
SUMINISTRDO POR TECNICA McGREGOR S.A.

ANEXO E

TABLAS DE:

TABLA “D-1” PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y CONSUMO.

TABLA “D-2” CÁLCULO DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO.

TABLA “D-3” DOSIFICACIÓN.

TABLAS “D-1” RESULTADO DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO EN EPANET.

TABLA D-1: COMARCA " MOMOTOMBO" - MUNICIPIO DE LA PAZ CENTRO - DPTO. DE LEON

Proyección de población y consumo

Datos			
Año	2009	Fuente	
población	3767	Habitantes	Alcaldía
Tasa	3	%	Rural Nacional
Poblado	Momotombo		
Dotación	25	gppd	Normas

N	AÑO	POBLACIÓN	CPD (GPD)	CAUDALES ESPECIALES			PERDIDAS	CPDT (GPD)	CPDT (LPS)	CMD		CMH	
				INSTIT.	COMERC.	INDUSTRIAL				(GPM)	(LPS)	(GPM)	(LPS)
0	2009	3767	94175	6592.25	6592.25	1883.5	21848.6	131091.6	5.74	136.55	8.61	227.59	14.36
1	2010	3880	97000	6790	6790	1940	22504	135024	5.92	140.65	8.87	234.42	14.79
2	2011	3996	99900	6993	6993	1998	23176.8	139060.8	6.09	144.86	9.14	241.43	15.23
3	2012	4116	102900	7203	7203	2058	23872.8	143236.8	6.27	149.21	9.41	248.68	15.69
4	2013	4240	106000	7420	7420	2120	24592	147552	6.46	153.7	9.70	256.17	16.16
5	2014	4367	109175	7642.25	7642.25	2183.5	25328.6	151971.6	6.66	158.3	9.99	263.84	16.64
6	2015	4498	112450	7871.5	7871.5	2249	26088.4	156530.4	6.86	163.05	10.29	271.75	17.14
7	2016	4633	115825	8107.75	8107.75	2316.5	26871.4	161228.4	7.06	167.95	10.59	279.91	17.66
8	2017	4772	119300	8351	8351	2386	27677.6	166065.6	7.27	172.99	10.91	288.31	18.19
9	2018	4915	122875	8601.25	8601.25	2457.5	28507	171042	7.49	178.17	11.24	296.95	18.73
10	2019	5063	126575	8860.25	8860.25	2531.5	29365.4	176192.4	7.72	183.53	11.58	305.89	19.30
11	2020	5214	130350	9124.5	9124.5	2607	30241.2	181447.2	7.95	189.01	11.92	315.01	19.87
12	2021	5371	134275	9399.25	9399.25	2685.5	31151.8	186910.8	8.19	194.7	12.28	324.5	20.47
13	2022	5532	138300	9681	9681	2766	32085.6	192513.6	8.43	200.54	12.65	334.23	21.08
14	2023	5698	142450	9971.5	9971.5	2849	33048.4	198290.4	8.69	206.55	13.03	344.25	21.72
15	2024	5869	146725	10270.75	10270.75	2934.5	34040.2	204241.2	8.95	212.75	13.42	354.59	22.37
16	2025	6045	151125	10578.75	10578.75	3022.5	35061	210366	9.22	219.13	13.82	365.22	23.04
17	2026	6226	155650	10895.5	10895.5	3113	36110.8	216664.8	9.49	225.69	14.24	376.15	23.73
18	2027	6413	160325	11222.75	11222.75	3206.5	37195.4	223172.4	9.78	232.47	14.67	387.45	24.44
19	2028	6605	165125	11558.75	11558.75	3302.5	38309	229854	10.07	239.43	15.10	399.05	25.17
20	2029	6804	170100	11907	11907	3402	39463.2	236779.2	10.37	246.65	15.56	411.08	25.93

TABLA D-2: COMARCA " MOMOTOMBO" MUNICIPIO DE LA PAZ CENTRO - DPTO. DE LEÓN

VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO CON CAUDALES CONTRA INCENDIO

n	AÑO	Proyección de Población	Consumo Promedio Diario Total; (CPDT) (GI/día)	Vol. Compensador (0,25d*CPDT); (GI)	Vol. Emergencia (0,15d*CPDT); (GI)	Vol. Contra Incendio (GI)	Sumatoria de Vol. De Diseño Total (Galones)
0	2009	3767	131091.6	32772.9	19663.74	18000	70436.64
1	2010	3880	135024	33756	20253.6	18000	72009.60
2	2011	3996	139060.8	34765.2	20859.12	18000	73624.32
3	2012	4116	143236.8	35809.2	21485.52	18000	75294.72
4	2013	4240	147552	36888	22132.8	18000	77020.80
5	2014	4367	151971.6	37992.9	22795.74	18000	78788.64
6	2015	4498	156530.4	39132.6	23479.56	18000	80612.16
7	2016	4633	161228.4	40307.1	24184.26	18000	82491.36
8	2017	4772	166065.6	41516.4	24909.84	18000	84426.24
9	2018	4915	171042	42760.5	25656.3	18000	86416.80
10	2019	5063	176192.4	44048.1	26428.86	18000	88476.96
11	2020	5214	181447.2	45361.8	27217.08	18000	90578.88
12	2021	5371	186910.8	46727.7	28036.62	18000	92764.32
13	2022	5532	192513.6	48128.4	28877.04	18000	95005.44
14	2023	5698	198290.4	49572.6	29743.56	18000	97316.16
15	2024	5869	204241.2	51060.3	30636.18	18000	99696.48
16	2025	6045	210366	52591.5	31554.9	18000	102146.40
17	2026	6226	216664.8	54166.2	32499.72	18000	104665.92
18	2027	6413	223172.4	55793.1	33475.86	18000	107268.96
19	2028	6605	229854	57463.5	34478.1	18000	109941.60
20	2029	6804	236779.2	59194.8	35516.88	18000	112711.68

Datos según ALCALDÍA

año	2009	
población	3767	
tasa	3	%
poblado	Momotombo	
dotacion	25	gppd

TABLA D-3: CÁLCULOS BÁSICOS PARA AGUA
Dosificación con Hipoclorito de Calcio

Agua Potable "MOMOTOMBO"						MOMOTOMBO	
						LA PAZ CENTRO	
Dosis promedio		Concentración comercial			Concentración Solución		
d = 2.00 mg/lit		Cc = 0.65			Cs = 0.01		
Año	i	ii	iii	iv	v		vi
	CMD	Vol.Cloro	Vol. Hipoclorito de Calcio		Vol. de Solución		Dosificación
	gpm	lb./ día	lb./ día	gr./ día	lt./ día	GPD	gotas / min.
		0.012 x i x d	ii / Conc.	iii x 1,000 / 2.2	iv / 1,000 x 100 / 1.54		v x 1,000 x 13 / 24 / 60
2009	136.55	3.28	5.04	2,286.61	228.66	60.41	2,064.30
2010	140.65	3.38	5.19	2,355.21	235.52	62.22	2,126.23
2011	144.86	3.48	5.35	2,425.62	242.56	64.09	2,189.80
2012	149.21	3.58	5.51	2,498.46	249.85	66.01	2,255.56
2013	153.70	3.69	5.68	2,573.73	257.37	68.00	2,323.51
2014	158.30	3.80	5.85	2,650.82	265.08	70.03	2,393.10
2015	163.05	3.91	6.02	2,730.34	273.03	72.14	2,464.89
2016	167.95	4.03	6.20	2,812.29	281.23	74.30	2,538.87
2017	172.99	4.15	6.39	2,896.66	289.67	76.53	2,615.04
2018	178.17	4.28	6.58	2,983.46	298.35	78.82	2,693.41
2019	183.53	4.40	6.78	3,073.30	307.33	81.20	2,774.51
2020	189.01	4.54	6.98	3,164.96	316.50	83.62	2,857.26
2021	194.70	4.67	7.19	3,260.26	326.03	86.14	2,943.29
2022	200.54	4.81	7.40	3,357.99	335.80	88.72	3,031.52
2023	206.55	4.96	7.63	3,458.75	345.88	91.38	3,122.49
2024	212.75	5.11	7.86	3,562.55	356.26	94.12	3,216.19
2025	219.13	5.26	8.09	3,669.39	366.94	96.95	3,312.64
2026	225.69	5.42	8.33	3,779.26	377.93	99.85	3,411.83
2027	232.47	5.58	8.58	3,892.77	389.28	102.85	3,514.30
2028	239.43	5.75	8.84	4,009.31	400.93	105.93	3,619.52
2029	246.65	5.92	9.11	4,130.11	413.01	109.12	3,728.57

TABLAS D-4: RESULTADO DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN OBTENIDO POR LA APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE EPANET.

Estado de los Nudos de la Red Con Demanda cero					
	Cota	Dem Base	Dem	H	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo X	4,612	0	0	50,9	46,31
Nudo N93	5,033	0	0	50,9	45,88
Nudo N98	5,934	0	0	50,9	44,98
Nudo N102	6,38	0	0	50,9	44,54
Nudo N83	6,412	0	0	50,9	44,51
Nudo N94	6,451	0	0	50,9	44,47
Nudo N101	6,501	0	0	50,9	44,42
Nudo N91	6,543	0	0	50,9	44,38
Nudo EST3+505.3	6,553	0	0	50,9	44,36
Nudo EST3+600	6,553	0	0	50,9	44,36
Nudo N81	6,634	0	0	50,9	44,28
Nudo N92	6,678	0	0	50,9	44,24
Nudo EST3+393	6,836	0	0	50,9	44,08
Nudo N95	6,888	0	0	50,9	44,03
Nudo N72	7,111	0	0	50,9	43,81
Nudo EST3+294	7,156	0	0	50,9	43,76
Nudo N82	7,166	0	0	50,9	43,75
Nudo N84	7,232	0	0	50,9	43,69
Nudo N88	7,29	0	0	50,9	43,63
Nudo N103	7,3	0	0	50,9	43,62
Nudo N99	7,53	0	0	50,9	43,39
Nudo EST3+191	7,54	0	0	50,9	43,38
Nudo N69	7,581	0	0	50,9	43,34
Nudo N104	7,61	0	0	50,9	43,31
Nudo N73	7,671	0	0	50,9	43,25
Nudo N74	7,942	0	0	50,9	42,98
Nudo N62	8,193	0	0	50,9	42,72
Nudo N85	8,196	0	0	50,9	42,72
Nudo N86	8,283	0	0	50,9	42,63
Nudo N96	8,35	0	0	50,9	42,57
Nudo N70	8,371	0	0	50,9	42,55
Nudo N97	8,454	0	0	50,9	42,46

Estado de los Nudos de la Red Con Demanda cero					
	Cota	Dem Base	Dem	H	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo N76	8,482	0	0	50,9	42,44
Nudo N71	8,493	0	0	50,9	42,42
Nudo EST3+071	8,563	0	0	50,9	42,35
Nudo N55	8,619	0	0	50,9	42,3
Nudo EST2+868.48	9,729	0	0	50,9	41,19
Nudo N100	9,879	0	0	50,9	41,04
Nudo N64	9,916	0	0	50,9	41
Nudo EST2+800	10,07	0	0	50,9	40,85
Nudo N56	10,082	0	0	50,9	40,84
Nudo N90	10,158	0	0	50,9	40,76
Nudo EST2+735	10,322	0	0	50,9	40,6
Nudo N77	10,504	0	0	50,9	40,41
Nudo EST2+700	10,536	0	0	50,9	40,38
Nudo N44	10,592	0	0	50,9	40,33
Nudo EST2+650	10,636	0	0	50,9	40,28
Nudo N57	10,701	0	0	50,9	40,22
Nudo N79	11,011	0	0	50,9	39,91
Nudo EST2+600	11,046	0	0	50,9	39,87
Nudo N45	11,142	0	0	50,9	39,78
Nudo N50	11,225	0	0	50,9	39,69
Nudo N89	11,543	0	0	50,9	39,38
Nudo EST2+550	11,546	0	0	50,9	39,37
Nudo N80	11,734	0	0	50,9	39,18
Nudo EST2+500	11,926	0	0	50,9	38,99
Nudo N58	11,963	0	0	50,9	38,95
Nudo N51	12,083	0	0	50,9	38,83
Nudo N46	12,233	0	0	50,9	38,69
Nudo N65	12,339	0	0	50,9	38,58
Nudo N60	12,379	0	0	50,9	38,54
Nudo EST2+450	12,442	0	0	50,9	38,48
Nudo N59	12,587	0	0	50,9	38,33
Nudo N78	12,591	0	0	50,9	38,33

Estado de los Nudos de la Red Con Demanda cero					
ID Nudo	Cota	Dem Base	Dem	H	Presión
	m	LPS	LPS	m	m
Nudo N68	13,143	0	0	50,9	37,78
Nudo EST2+400	13,222	0	0	50,9	37,7
Nudo N47	13,23	0	0	50,9	37,69
Nudo N52	13,262	0	0	50,9	37,66
Nudo N53	14,57	0	0	50,9	36,35
Nudo EST2+250	14,712	0	0	50,9	36,21
Nudo EST2+179.8	15,569	0	0	50,9	35,35
Nudo N54	16,41	0	0	50,9	34,51
Nudo EST2+081,40	16,554	0	0	50,9	34,36
Nudo N43	17,329	0	0	50,9	33,59
Nudo N31	17,494	0	0	50,9	33,42
Nudo EST1+990	17,497	0	0	50,9	33,42
Nudo EST1+956	17,69	0	0	50,9	33,23
Nudo N32	17,849	0	0	50,9	33,07
Nudo EST1+920	18,076	0	0	50,9	32,84
Nudo N49	18,104	0	0	50,9	32,81
Nudo N30	18,144	0	0	50,9	32,77
Nudo N33	18,349	0	0	50,9	32,57
Nudo N19	18,352	0	0	50,9	32,57
Nudo N21	18,682	0	0	50,9	32,24
Nudo N8	18,834	0	0	50,9	32,08
Nudo EST1+857.6	18,898	0	0	50,9	32,02
Nudo N22	19,402	0	0	50,9	31,52
Nudo N34	19,457	0	0	50,9	31,46
Nudo N42	19,542	0	0	50,9	31,38
Nudo N9	20,104	0	0	50,9	30,81
Nudo N23	20,12	0	0	50,9	30,8
Nudo N35	20,209	0	0	50,9	30,71
Nudo B1	20,329	0	0	50,9	30,59
Nudo N36	20,859	0	0	50,9	30,06
Nudo N25	20,923	0	0	50,9	29,99
Nudo N10	20,988	0	0	50,9	29,93

Estado de los Nudos de la Red Con Demanda cero					
	Cota	Dem Base	Dem	H	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo EST1+742	21,076	0	0	50,9	29,84
Nudo N37	21,349	0	0	50,9	29,57
Nudo N26	21,58	0	0	50,9	29,34
Nudo N11	21,848	0	0	50,9	29,07
Nudo N39	21,942	0	0	50,9	28,98
Nudo N40	22,312	0	0	50,9	28,61
Nudo N13	22,348	0	0	50,9	28,57
Nudo N28	23,444	0	0	50,9	27,47
Nudo EST1+680	23,451	0	0	50,9	27,47
Nudo est1+613.85	23,54	0	0	50,9	27,38
Nudo N29	24,194	0	0	50,9	26,72
Nudo N16	24,38	0	0	50,9	26,54
Nudo N6	24,595	0	0	50,9	26,32
Nudo L1	24,629	0	0	50,9	26,29
Nudo M2	24,72	0	0	50,9	26,2
Nudo N17	25,013	0	0	50,9	25,9
Nudo N7	25,125	0	0	50,9	25,79
Nudo N18	26,502	0	0	50,9	24,42
Nudo L2	26,579	0	0	50,9	24,34
Nudo N2	27,45	0	0	50,9	23,47
Nudo N3	29,329	0	0	50,9	21,59
Nudo N1	29,793	0	0	50,9	21,13
Depósito TANQUE	44,918	Sin Valor	0	50,9	6

Estado de las Líneas de la Red Con Demanda cero								
ID Línea	Long m	∅ mm	ε	Q LPS	V m/s	Pérd. Unit. m/km	F. Fricc.	Estado
Tubería L226	149,47	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L225	64,54	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L224	146,54	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L33	61,13	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L219	85,87	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L220	56,57	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L221	95,34	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L223	157	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L218	51,48	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L222	58,69	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L211	113,03	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L214	60,42	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L213	114,48	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L212	118,88	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L216	69,43	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L35	59,77	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L36	38,6	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L178	76,69	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L177	29,53	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L189	52,89	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L175	42,38	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L176	51	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L173	41,23	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L172	49,73	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L170	86,59	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L169	66,71	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L196	91,98	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L174	72,42	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L195	62,82	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L167	67,27	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L166	39,29	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L165	69,12	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L188	47,68	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L162	67,05	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L155	45,4	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L168	66,71	50	150	0	0	0	0	Abierta

Estado de las Líneas de la Red Con Demanda cero								
	Long	∅	ε	Q	V	Pérd. Unit.	F. Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L164	49,37	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L210	44,64	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L209	46,49	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L208	45,28	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L201	47,52	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L200	89,27	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L204	49,48	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L203	78,1	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L199	77,62	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L183	52,17	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L182	47,68	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L180	26,93	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L179	57,01	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L159	32,39	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L160	66,22	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L186	45,35	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L38	91,76	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L156	247,88	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L39	98,41	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L154	132,02	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L153	75,58	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L152	91,24	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L151	117,92	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L150	77,16	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L149	105,12	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L148	248,31	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L138	108,3	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L139	217,26	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L141	89,44	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L143	97,31	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L145	96,66	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L137	88,54	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L136	89,49	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L135	117,2	50	150	0	0	0	0	Abierta

Estado de las Líneas de la Red Con Demanda cero								
	Long	∅	ε	Q	V	Pérd. Unit.	F. Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L134	72,8	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L133	123,69	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L132	110,68	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L131	130,03	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L130	89,01	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L129	169,81	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L128	95,52	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L127	230,42	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L124	116,39	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L104	120,21	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L106	96,01	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L79	99,36	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L67	187,62	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L50	111,89	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L49	121,84	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L48	103,08	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L47	96,6	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L46	122,56	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L123	89,36	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L110	129,36	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L109	102,42	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L78	98,9	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L69	105,12	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L75	92,44	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L70	94,7	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L111	134,63	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L121	96,9	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L54	115,39	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L53	102,36	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L51	67,47	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L58	84,29	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L59	92	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L61	77,08	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L57	93,23	37,5	150	0	0	0	0	Abierta

Estado de las Líneas de la Red Con Demanda cero								
	Long	∅	ε	Q	V	Pérd. Unit.	F. Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L56	59,51	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L52	95,63	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L55	93,47	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L21	77,08	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L116	42,01	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L115	160,07	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L98	136,68	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L97	109,18	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L95	57,7	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L94	139,46	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L83	97,69	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L90	90,72	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L66	112,16	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L74	104,39	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L73	79,62	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L65	139,2	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L84	104,28	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L92	99,85	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L87	97	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L88	128,04	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L89	83,65	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería R92	99,85	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L85	102,96	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L91	95,52	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L72	98,09	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L71	94,37	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L62	98,11	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L60	101,61	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L93	102,4	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L122	66,03	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L112	97,75	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L103	114,04	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L82	97,99	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L45	99,3	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L147	101,08	50	150	0	0	0	0	Abierta

Estado de las Líneas de la Red Con Demanda cero								
	Long	∅	ε	Q	V	Pérd. Unit.	F. Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L146	101,39	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L144	100,45	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L142	93,41	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L140	93,94	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L118	78,29	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L117	61,47	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L114	59,24	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L34	115,52	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L32	65,25	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L37	35,11	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L198	67,45	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L197	55,08	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L215	153,06	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L125	107,82	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L105	110,91	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L113	94,37	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L107	119,41	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L108	92,7	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L80	108,75	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L81	95,71	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L76	107,07	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L68	131,83	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L96	83,82	37,5	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L44	105,31	100	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L217	62,17	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L181	57,07	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L207	38,83	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L77	103,85	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L102	110,68	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L205	52,77	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L184	55,32	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L187	61,03	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L191	53,45	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L192	46,49	50	150	0	0	0	0	Abierta

Estado de las Líneas de la Red Con Demanda cero								
	Long	∅	ε	Q	V	Pérd. Unit.	F. Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L194	54,34	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L171	27,89	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L161	42,45	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L41	59,82	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L42+43	68,81	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L157	40,05	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería 158	27	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería 3	134,18	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L100,101	86,83	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L227	68,45	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L228	51,62	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L229	47,01	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L230	51,26	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L231	45	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L232	45,69	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L233	56,9	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L234	52,84	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L235	41,79	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L236	50,57	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L237	38,48	150	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L202	47,27	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería 1	64,86	150	150	0	0	0	0	Abierta

Estado de los Nudos de la Red Con CMH a 20 Años					
	Cota	Dem Base	Dem	H	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo X	4,612	0,17	0,17	36,26	31,64
Nudo N93	5,033	0,33	0,33	36,4	31,36
Nudo N98	5,934	0,13	0,13	35,66	29,72
Nudo N102	6,38	0,34	0,34	33,64	27,26
Nudo N83	6,412	0,16	0,16	36,8	30,39
Nudo N94	6,451	0,17	0,17	36,28	29,83
Nudo N101	6,501	0,53	0,53	33,58	27,07
Nudo N91	6,543	0,55	0,55	36,69	30,15
Nudo EST3+505.3	6,553	0,34	0,34	36,7	30,15
Nudo EST3+600	6,553	0,34	0,34	36,61	30,05
Nudo N81	6,634	0,4	0,4	36,99	30,36
Nudo N92	6,678	0,32	0,32	36,7	30,02
Nudo EST3+393	6,836	0,18	0,18	37,14	30,31
Nudo N95	6,888	0,38	0,38	35,9	29,01
Nudo N72	7,111	0,26	0,26	37,51	30,4
Nudo EST3+294	7,156	0,17	0,17	37,5	30,35
Nudo N82	7,166	0,16	0,16	36,97	29,81
Nudo N84	7,232	0,13	0,13	36,62	29,39
Nudo N88	7,29	0,89	0,89	36,13	28,84
Nudo N103	7,3	0,29	0,29	33,71	26,41
Nudo N99	7,53	0,12	0,12	34,15	26,62
Nudo EST3+191	7,54	0,18	0,18	37,93	30,39
Nudo N69	7,581	0,29	0,29	37,87	30,29
Nudo N104	7,61	0,32	0,32	34,22	26,61
Nudo N73	7,671	0,17	0,17	37,31	29,64
Nudo N74	7,942	0,21	0,21	37,1	29,16
Nudo N62	8,193	0,32	0,32	38,34	30,14
Nudo N85	8,196	0,21	0,21	36,46	28,26
Nudo N86	8,283	0,18	0,18	36,29	28,01
Nudo N96	8,35	0,47	0,47	35,68	27,33
Nudo N70	8,371	0,18	0,18	37,79	29,42
Nudo N97	8,454	0,12	0,12	35,88	27,42

Estado de los Nudos de la Red Con CMH a 20 Años					
	Cota	Dem Base	Dem	H	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo N76	8,482	0,13	0,13	36,82	28,34
Nudo N71	8,493	0,18	0,18	37,72	29,22
Nudo N55	8,619	0,29	0,29	38,47	29,85
Nudo EST2+971.5	9,252	0,15	0,15	39,58	30,33
Nudo N63	9,325	0,13	0,13	38,42	29,1
Nudo N87	9,619	0,16	0,16	36,19	26,57
Nudo EST2+868.48	9,729	0,3	0,3	41,06	31,33
Nudo N100	9,879	0,21	0,21	33,63	23,75
Nudo N64	9,916	0,13	0,13	38,28	28,37
Nudo EST2+800	10,07	0,13	0,13	41,22	31,15
Nudo N56	10,082	0,13	0,13	38,83	28,74
Nudo N90	10,158	0,13	0,13	36,37	26,21
Nudo EST2+735	10,322	0,1	0,1	41,36	31,04
Nudo N77	10,504	0,21	0,21	37,11	26,6
Nudo EST2+700	10,536	0,16	0,16	41,58	31,05
Nudo N44	10,592	0,09	0,09	40,84	30,25
Nudo EST2+650	10,636	0,21	0,21	41,88	31,24
Nudo N57	10,701	0,15	0,15	38,55	27,85
Nudo N79	11,011	0,15	0,15	36,89	25,88
Nudo EST2+600	11,046	0,34	0,34	42,13	31,08
Nudo N45	11,142	0,16	0,16	40,12	28,98
Nudo N50	11,225	0,16	0,16	39,13	27,91
Nudo N89	11,543	0,21	0,21	36,23	24,69
Nudo EST2+550	11,546	0,45	0,45	42,46	30,91
Nudo N80	11,734	0,24	0,24	36,88	25,15
Nudo EST2+500	11,926	0,46	0,46	42,83	30,9
Nudo N58	11,963	0,15	0,15	38,34	26,38
Nudo N51	12,083	0,18	0,18	38,97	26,89
Nudo N46	12,233	0,18	0,18	39,52	27,28
Nudo N65	12,339	0,24	0,24	38,25	25,91
Nudo N60	12,379	0,56	0,56	37,64	25,26
Nudo EST2+450	12,442	0,34	0,34	43,14	30,69

Estado de los Nudos de la Red Con CMH a 20 Años					
	Cota	Dem Base	Dem	H	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo N59	12,587	0,17	0,17	38,18	25,6
Nudo N78	12,591	0,12	0,12	36,95	24,36
Nudo EST2+400	13,222	0,36	0,36	43,45	30,23
Nudo N47	13,23	0,16	0,16	39,25	26,02
Nudo N52	13,262	0,17	0,17	38,78	25,52
Nudo EST2+350	13,712	0,33	0,33	43,82	30,11
Nudo 8	14,172	0,38	0,38	44,17	30
Nudo N48	14,475	0,62	0,62	39,04	24,56
Nudo N53	14,57	0,33	0,33	38,6	24,03
Nudo EST2+250	14,712	0,36	0,36	44,57	29,86
Nudo EST2+179.8	15,569	0,17	0,17	45,12	29,55
Nudo N54	16,41	0,73	0,73	38,29	21,88
Nudo EST2+081,40	16,554	0,28	0,28	45,93	29,38
Nudo N43	17,329	0,23	0,23	45,07	27,74
Nudo N31	17,494	0,04	0,04	47,09	29,6
Nudo EST1+990	17,497	0,09	0,09	46,73	29,23
Nudo EST1+956	17,69	0,13	0,13	47,01	29,32
Nudo N32	17,849	0,07	0,07	47,02	29,17
Nudo EST1+920	18,076	0,07	0,07	47,32	29,25
Nudo N49	18,104	1,08	1,08	38,85	20,75
Nudo N30	18,144	0,04	0,04	47,09	28,95
Nudo N33	18,349	0,07	0,07	47,07	28,72
Nudo N19	18,352	0,04	0,04	47,24	28,89
Nudo N21	18,682	0,05	0,05	47,13	28,44
Nudo N8	18,834	0,16	0,16	47,63	28,79
Nudo EST1+857.6	18,898	0,13	0,13	47,82	28,92
Nudo N22	19,402	0,09	0,09	47,11	27,7
Nudo N34	19,457	0,12	0,12	47,08	27,63
Nudo N42	19,542	0,26	0,26	45,81	26,27
Nudo N9	20,104	0,15	0,15	47,51	27,4
Nudo N23	20,12	0,05	0,05	47,12	27
Nudo N35	20,209	0,07	0,07	47,09	26,88

Estado de los Nudos de la Red Con CMH a 20 Años					
	Cota	Dem Base	Dem	H	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo B1	20,329	0,04	0,04	47,07	26,74
Nudo N36	20,859	0,09	0,09	47,08	26,22
Nudo N25	20,923	0,04	0,04	47,09	26,17
Nudo N37	21,349	0,04	0,04	47,07	25,72
Nudo N26	21,58	0,04	0,04	47,07	25,49
Nudo N11	21,848	0,04	0,04	47,1	25,25
Nudo N39	21,942	0,05	0,05	47,06	25,12
Nudo N40	22,312	0,09	0,09	47,05	24,74
Nudo N13	22,348	0,04	0,04	47,07	24,72
Nudo N4	22,361	0,1	0,1	48,24	25,88
Nudo N27	22,45	0,04	0,04	47,06	24,61
Nudo M1	22,734	0,05	0,05	47,07	24,34
Nudo N41	23,072	0,05	0,05	47,05	23,98
Nudo N14	23,203	0,04	0,04	47,06	23,86
Nudo N5	23,431	0,12	0,12	48,24	24,8
Nudo N28	23,444	0,04	0,04	47,05	23,61
Nudo EST1+680	23,451	0,13	0,13	49,45	26
Nudo est1+613.85	23,54	0,17	0,17	50,15	26,61
Nudo N29	24,194	0,07	0,07	47,05	22,86
Nudo N16	24,38	0,04	0,04	47,05	22,67
Nudo N6	24,595	0,12	0,12	47,76	23,17
Nudo L1	24,629	0,07	0,07	47,07	22,44
Nudo M2	24,72	0,07	0,07	47,06	22,34
Nudo N17	25,013	0,05	0,05	47,05	22,04
Nudo N7	25,125	0,09	0,09	47,74	22,62
Nudo N18	26,502	0,16	0,16	47,05	20,55
Nudo L2	26,579	0,05	0,05	47,06	20,48
Nudo N2	27,45	0,16	0,16	48,57	21,12
Nudo N3	29,329	0,13	0,13	47,9	18,58
Nudo N1	29,793	0,24	0,24	48,92	19,13
Depósito TANQUE	44,918	Sin Valor	-25,93	50,92	6

Estado de las Líneas de la Red Con CMH a 20 Años								
	Long	∅	ε	Q	V	Pérd. Unit.	F Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L226	149,47	50	150	1,18	0,6	8,21	0,022	Abierta
Tubería L225	64,54	50	150	0,94	0,48	5,39	0,023	Abierta
Tubería L224	146,54	50	150	-1	0,51	5,97	0,023	Abierta
Tubería L33	61,13	150	150	23,45	1,33	9,83	0,016	Abierta
Tubería L219	85,87	50	150	1,09	0,56	7,1	0,022	Abierta
Tubería L220	56,57	50	150	0,07	0,04	0,05	0,033	Abierta
Tubería L221	95,34	50	150	0,9	0,46	4,97	0,023	Abierta
Tubería L223	157	50	150	0,83	0,42	4,27	0,023	Abierta
Tubería L218	51,48	50	150	0,7	0,36	3,11	0,024	Abierta
Tubería L222	58,69	50	150	-0,19	0,1	0,29	0,029	Abierta
Tubería L211	113,03	50	150	0,59	0,3	2,25	0,025	Abierta
Tubería L214	60,42	50	150	0,77	0,39	3,7	0,024	Abierta
Tubería L213	114,48	50	150	-0,81	0,41	4,03	0,024	Abierta
Tubería L212	118,88	50	150	0,92	0,47	5,15	0,023	Abierta
Tubería L216	69,43	50	150	-0,66	0,34	2,79	0,024	Abierta
Tubería L35	59,77	150	150	21,44	1,21	8,33	0,017	Abierta
Tubería L36	38,6	150	150	20,94	1,18	7,97	0,017	Abierta
Tubería L178	76,69	50	150	-0,37	0,19	0,98	0,026	Abierta
Tubería L177	29,53	50	150	-0,91	0,46	5,04	0,023	Abierta
Tubería L189	52,89	50	150	0,57	0,29	2,11	0,025	Abierta
Tubería L175	42,38	50	150	0,35	0,18	0,87	0,027	Abierta
Tubería L176	51	50	150	0	0	0	0	Abierta
Tubería L173	41,23	50	150	0,5	0,25	1,66	0,025	Abierta
Tubería L172	49,73	50	150	-0,38	0,19	0,99	0,026	Abierta
Tubería L170	86,59	50	150	-0,14	0,07	0,16	0,03	Abierta
Tubería L169	66,71	50	150	-0,21	0,11	0,34	0,029	Abierta
Tubería L196	91,98	50	150	-0,17	0,08	0,22	0,03	Abierta
Tubería L174	72,42	50	150	-0,81	0,41	4,04	0,023	Abierta
Tubería L195	62,82	50	150	-0,14	0,07	0,15	0,031	Abierta
Tubería L167	67,27	50	150	0,25	0,13	0,45	0,028	Abierta
Tubería L166	39,29	50	150	0,13	0,06	0,13	0,031	Abierta
Tubería L165	69,12	50	150	-0,14	0,07	0,16	0,03	Abierta

Estado de las Líneas de la Red Con CMH a 20 Años								
	Long	∅	ε	Q	V	Pérd. Unit.	F Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L188	47,68	50	150	0,24	0,12	0,44	0,028	Abierta
Tubería L162	67,05	50	150	0,07	0,04	0,04	0,034	Abierta
Tubería L155	45,4	50	150	0,04	0,02	0,02	0,037	Abierta
Tubería L168	66,71	50	150	-0,05	0,03	0,02	0,036	Abierta
Tubería L164	49,37	50	150	0,18	0,09	0,25	0,029	Abierta
Tubería L210	44,64	50	150	0,81	0,41	4,05	0,023	Abierta
Tubería L209	46,49	50	150	0,3	0,15	0,65	0,027	Abierta
Tubería L208	45,28	50	150	0,2	0,1	0,31	0,029	Abierta
Tubería L201	47,52	50	150	0,05	0,02	0,02	0,036	Abierta
Tubería L200	89,27	50	150	-0,14	0,07	0,15	0,031	Abierta
Tubería L204	49,48	50	150	0,12	0,06	0,12	0,031	Abierta
Tubería L203	78,1	50	150	0,05	0,03	0,02	0,036	Abierta
Tubería L199	77,62	50	150	0,11	0,06	0,11	0,031	Abierta
Tubería L183	52,17	50	150	0	0	0	1,355	Abierta
Tubería L182	47,68	50	150	0,13	0,06	0,13	0,031	Abierta
Tubería L180	26,93	50	150	0,09	0,05	0,07	0,032	Abierta
Tubería L179	57,01	50	150	0,02	0,01	0	0,038	Abierta
Tubería L159	32,39	50	150	-0,14	0,07	0,16	0,03	Abierta
Tubería L160	66,22	50	150	-0,02	0,01	0	0,012	Abierta
Tubería L186	45,35	50	150	-0,19	0,1	0,28	0,029	Abierta
Tubería L38	91,76	150	150	21,9	1,24	8,66	0,017	Abierta
Tubería L156	247,88	50	150	0,26	0,13	0,5	0,028	Abierta
Tubería L39	98,41	150	150	21,36	1,21	8,27	0,017	Abierta
Tubería L154	132,02	50	150	0,23	0,12	0,4	0,028	Abierta
Tubería L153	75,58	100	150	6,66	0,85	6,88	0,019	Abierta
Tubería L152	91,24	100	150	7,15	0,91	7,85	0,019	Abierta
Tubería L151	117,92	100	150	5,69	0,72	5,14	0,019	Abierta
Tubería L150	77,16	100	150	4,56	0,58	3,41	0,02	Abierta
Tubería L149	105,12	100	150	3,49	0,44	2,08	0,021	Abierta
Tubería L148	248,31	100	150	2,01	0,26	0,75	0,022	Abierta
Tubería L138	108,3	50	150	0,93	0,47	5,21	0,023	Abierta
Tubería L139	217,26	50	150	-0,47	0,24	1,46	0,025	Abierta

Estado de las Líneas de la Red Con CMH a 20 Años								
	Long	∅	ε	Q	V	Pérd. Unit.	F Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L141	89,44	50	150	-0,55	0,28	1,99	0,025	Abierta
Tubería L143	97,31	50	150	-0,54	0,27	1,92	0,025	Abierta
Tubería L145	96,66	50	150	-0,5	0,26	1,69	0,025	Abierta
Tubería L137	88,54	37,5	150	-0,7	0,63	12,53	0,023	Abierta
Tubería L136	89,49	50	150	1,2	0,61	8,42	0,022	Abierta
Tubería L135	117,2	50	150	-0,64	0,32	2,6	0,024	Abierta
Tubería L134	72,8	50	150	0,78	0,4	3,82	0,024	Abierta
Tubería L133	123,69	50	150	-0,73	0,37	3,39	0,024	Abierta
Tubería L132	110,68	50	150	0,53	0,27	1,85	0,025	Abierta
Tubería L131	130,03	50	150	-0,73	0,37	3,36	0,024	Abierta
Tubería L130	89,01	50	150	0,52	0,27	1,8	0,025	Abierta
Tubería L129	169,81	50	150	-0,62	0,31	2,47	0,024	Abierta
Tubería L128	95,52	50	150	0,97	0,49	5,68	0,023	Abierta
Tubería L127	230,42	50	150	-0,66	0,34	2,79	0,024	Abierta
Tubería L124	116,39	50	150	0,41	0,21	1,14	0,026	Abierta
Tubería L104	120,21	50	150	0,79	0,4	3,88	0,024	Abierta
Tubería L106	96,01	50	150	0,78	0,4	3,77	0,024	Abierta
Tubería L79	99,36	37,5	150	0,43	0,39	5,21	0,025	Abierta
Tubería L67	187,62	50	150	0,49	0,25	1,59	0,025	Abierta
Tubería L50	111,89	50	150	-0,34	0,17	0,82	0,027	Abierta
Tubería L49	121,84	50	150	-0,76	0,39	3,65	0,024	Abierta
Tubería L48	103,08	100	150	-4,62	0,59	3,49	0,02	Abierta
Tubería L47	96,6	100	150	-5,27	0,67	4,46	0,019	Abierta
Tubería L46	122,56	100	150	-6,2	0,79	6,04	0,019	Abierta
Tubería L123	89,36	50	150	0,67	0,34	2,84	0,024	Abierta
Tubería L110	129,36	50	150	0,89	0,46	4,88	0,023	Abierta
Tubería L109	102,42	50	150	0,87	0,44	4,68	0,023	Abierta
Tubería L78	98,9	50	150	0,74	0,38	3,42	0,024	Abierta
Tubería L69	105,12	50	150	0,64	0,32	2,6	0,024	Abierta
Tubería L75	92,44	37,5	150	0,34	0,31	3,27	0,026	Abierta
Tubería L70	94,7	37,5	150	-0,39	0,35	4,29	0,025	Abierta

Estado de las Líneas de la Red Con CMH a 20 Años								
	Long	∅	ε	Q	V	Pérd. Unit.	F Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L111	134,63	50	150	-0,82	0,42	4,19	0,023	Abierta
Tubería L121	96,9	50	150	0,21	0,11	0,34	0,029	Abierta
Tubería L54	115,39	50	150	0,24	0,12	0,44	0,028	Abierta
Tubería L53	102,36	50	150	-0,29	0,15	0,59	0,027	Abierta
Tubería L51	67,47	37,5	150	-0,18	0,17	1,04	0,028	Abierta
Tubería L58	84,29	37,5	150	-0,47	0,43	6,09	0,025	Abierta
Tubería L59	92	37,5	150	-0,79	0,72	15,87	0,023	Abierta
Tubería L61	77,08	37,5	150	-0,3	0,27	2,56	0,026	Abierta
Tubería L57	93,23	37,5	150	0,28	0,26	2,37	0,026	Abierta
Tubería L56	59,51	37,5	150	1,02	0,92	25,23	0,022	Abierta
Tubería L52	95,63	37,5	150	0,44	0,4	5,42	0,025	Abierta
Tubería L55	93,47	37,5	150	0,45	0,41	5,65	0,025	Abierta
Tubería L21	77,08	50	150	0,24	0,12	0,43	0,028	Abierta
Tubería L116	42,01	50	150	-0,59	0,3	2,25	0,025	Abierta
Tubería L115	160,07	50	150	0,8	0,41	3,97	0,024	Abierta
Tubería L98	136,68	50	150	0,77	0,39	3,7	0,024	Abierta
Tubería L97	109,18	50	150	0,47	0,24	1,46	0,025	Abierta
Tubería L95	57,7	37,5	150	0,2	0,18	1,19	0,028	Abierta
Tubería L94	139,46	50	150	-0,95	0,48	5,47	0,023	Abierta
Tubería L83	97,69	100	150	3,28	0,42	1,85	0,021	Abierta
Tubería L90	90,72	50	150	-0,58	0,3	2,19	0,025	Abierta
Tubería L66	112,16	50	150	0,17	0,09	0,23	0,03	Abierta
Tubería L74	104,39	50	150	0,4	0,2	1,09	0,026	Abierta
Tubería L73	79,62	37,5	150	0,41	0,37	4,77	0,025	Abierta
Tubería L65	139,2	50	150	0,49	0,25	1,59	0,025	Abierta
Tubería L84	104,28	50	150	0,86	0,44	4,59	0,023	Abierta
Tubería L92	99,85	100	150	-1,75	0,22	0,58	0,023	Abierta
Tubería L87	97	100	150	-2,38	0,3	1,02	0,022	Abierta
Tubería L88	128,04	100	150	-2,71	0,34	1,3	0,021	Abierta
Tubería L89	83,65	100	150	-3,37	0,43	1,95	0,021	Abierta

Estado de las Líneas de la Red Con CMH a 20 Años								
	Long	Ø	ε	Q	V	Pérd. Unit.	F Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería R92	99,85	50	150	0,44	0,23	1,33	0,026	Abierta
Tubería L85	102,96	50	150	0,23	0,12	0,4	0,028	Abierta
Tubería L91	95,52	50	150	0,33	0,17	0,78	0,027	Abierta
Tubería L72	98,09	37,5	150	0,45	0,41	5,67	0,025	Abierta
Tubería L71	94,37	37,5	150	0,36	0,32	3,6	0,026	Abierta
Tubería L62	98,11	37,5	150	0,48	0,43	6,23	0,024	Abierta
Tubería L60	101,61	50	150	0,7	0,36	3,1	0,024	Abierta
Tubería L93	102,4	50	150	0,91	0,46	5,01	0,023	Abierta
Tubería L122	66,03	50	150	0,57	0,29	2,1	0,025	Abierta
Tubería L112	97,75	50	150	0,32	0,16	0,73	0,027	Abierta
Tubería L103	114,04	50	150	0,53	0,27	1,86	0,025	Abierta
Tubería L82	97,99	100	150	3,16	0,4	1,73	0,021	Abierta
Tubería L45	99,3	100	150	7,75	0,99	9,12	0,018	Abierta
Tubería L147	101,08	50	150	0,58	0,3	2,2	0,025	Abierta
Tubería L146	101,39	50	150	1,3	0,66	9,79	0,022	Abierta
Tubería L144	100,45	50	150	0,95	0,48	5,47	0,023	Abierta
Tubería L142	93,41	50	150	0,91	0,46	5,06	0,023	Abierta
Tubería L140	93,94	50	150	0,86	0,44	4,59	0,023	Abierta
Tubería L118	78,29	50	150	0,92	0,47	5,19	0,023	Abierta
Tubería L117	61,47	50	150	0,84	0,43	4,33	0,023	Abierta
Tubería L114	59,24	37,5	150	-0,12	0,11	0,48	0,03	Abierta
Tubería L34	115,52	150	150	22,23	1,26	8,9	0,017	Abierta
Tubería L32	65,25	150	150	-24,58	1,39	10,73	0,016	Abierta
Tubería L37	35,11	150	150	21,18	1,2	8,15	0,017	Abierta
Tubería L198	67,45	50	150	0,43	0,22	1,25	0,026	Abierta
Tubería L197	55,08	50	150	1,09	0,55	7,04	0,022	Abierta
Tubería L215	153,06	50	150	0,33	0,17	0,78	0,027	Abierta

Estado de las Líneas de la Red Con CMH a 20 Años								
	Long	∅	ε	Q	V	Pérd. Unit.	F Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L125	107,82	50	150	-0,7	0,36	3,12	0,024	Abierta
Tubería L105	110,91	50	150	-0,28	0,14	0,56	0,028	Abierta
Tubería L113	94,37	50	150	0,48	0,24	1,54	0,025	Abierta
Tubería L107	119,41	50	150	0,08	0,04	0,06	0,033	Abierta
Tubería L108	92,7	50	150	0,56	0,29	2,09	0,025	Abierta
Tubería L80	108,75	50	150	-0,45	0,23	1,39	0,026	Abierta
Tubería L81	95,71	100	150	3,22	0,41	1,79	0,021	Abierta
Tubería L76	107,07	50	150	0,02	0,01	0	0,04	Abierta
Tubería L68	131,83	50	150	0,06	0,03	0,04	0,034	Abierta
Tubería L96	83,82	37,5	150	0,15	0,14	0,73	0,029	Abierta
Tubería L44	105,31	100	150	9,8	1,25	14,08	0,018	Abierta
Tubería L217	62,17	50	150	0,95	0,48	5,45	0,023	Abierta
Tubería L181	57,07	50	150	0	0	0	2,203	Abierta
Tubería L207	38,83	50	150	-0,08	0,04	0,05	0,033	Abierta
Tubería L77	103,85	50	150	-0,67	0,34	2,84	0,024	Abierta
Tubería L102	110,68	50	150	-0,96	0,49	5,6	0,023	Abierta
Tubería L205	52,77	50	150	-0,05	0,02	0,02	0,036	Abierta
Tubería L184	55,32	50	150	-0,12	0,06	0,11	0,031	Abierta
Tubería L187	61,03	50	150	0,06	0,03	0,03	0,035	Abierta
Tubería L191	53,45	50	150	0,16	0,08	0,2	0,03	Abierta
Tubería L192	46,49	50	150	-0,27	0,14	0,52	0,028	Abierta

Estado de los Nudos de la Red con Caudal Contra Incendio					
	Cota	Dem Base	Dem	H	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo X	4,612	0,17	0,17	24,41	19,8
Nudo N93	5,033	0,33	0,33	24,54	19,51
Nudo N98	5,934	0,13	0,13	23,84	17,91
Nudo N102	6,38	0,34	0,34	21,82	15,44
Nudo N83	6,412	0,16	0,16	24,95	18,54
Nudo N94	6,451	0,17	0,17	24,44	17,99
Nudo N101	6,501	0,53	0,53	21,76	15,26
Nudo N91	6,543	0,55	0,55	24,82	18,27
Nudo EST3+505.3	6,553	0,34	0,34	24,82	18,27
Nudo EST3+600	6,553	0,34	0,34	24,73	18,18
Nudo N81	6,634	0,4	0,4	25,1	18,47
Nudo N92	6,678	0,32	0,32	24,82	18,15
Nudo EST3+393	6,836	0,18	0,18	25,26	18,42
Nudo N95	6,888	0,38	0,38	24,07	17,19
Nudo N72	7,111	0,26	0,26	25,59	18,48
Nudo EST3+294	7,156	0,17	0,17	25,59	18,43
Nudo N82	7,166	0,16	0,16	25,1	17,94
Nudo N84	7,232	0,13	0,13	24,78	17,55
Nudo N88	7,29	0,89	0,89	24,32	17,03
Nudo N103	7,3	0,29	0,29	21,89	14,59
Nudo N99	7,53	0,12	0,12	22,34	14,81
Nudo EST3+191	7,54	0,18	0,18	25,98	18,44
Nudo N69	7,581	0,29	0,29	25,91	18,33
Nudo N104	7,61	0,32	0,32	22,4	14,79
Nudo N73	7,671	0,17	0,17	25,45	17,78
Nudo N74	7,942	0,21	0,21	25,3	17,36
Nudo N62	8,193	0,32	0,32	26,3	18,1
Nudo N85	8,196	0,21	0,21	24,63	16,43
Nudo N86	8,283	0,18	0,18	24,48	16,19
Nudo N96	8,35	0,47	0,47	23,86	15,51
Nudo N70	8,371	0,18	0,18	25,93	17,56
Nudo N97	8,454	0,12	0,12	24,06	15,61
Nudo N76	8,482	0,13	0,13	25	16,52

Estado de los Nudos de la Red con Caudal Contra Incendio					
	Cota	Dem Base	Dem	H	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo N71	8,493	0,18	0,18	25,91	17,41
Nudo EST3+071	8,563	0,18	0,18	26,63	18,07
Nudo N55	8,619	0,29	0,29	26,39	17,77
Nudo EST2+971.5	9,252	0,15	9,61	27,29	18,04
Nudo N100	9,879	0,21	0,21	21,81	11,93
Nudo N64	9,916	0,13	0,13	26,65	16,73
Nudo EST2+800	10,07	0,13	0,13	31,9	21,83
Nudo N56	10,082	0,13	0,13	27,19	17,1
Nudo N90	10,158	0,13	0,13	24,59	14,43
Nudo EST2+735	10,322	0,1	0,1	32,26	21,94
Nudo N77	10,504	0,21	0,21	25,39	14,88
Nudo EST2+700	10,536	0,16	0,16	32,75	22,22
Nudo N44	10,592	0,09	0,09	31,37	20,78
Nudo EST2+650	10,636	0,21	0,21	33,41	22,77
Nudo N57	10,701	0,15	0,15	27,08	16,38
Nudo N79	11,011	0,15	0,15	25,2	14,19
Nudo EST2+600	11,046	0,34	0,34	33,95	22,91
Nudo N45	11,142	0,16	0,16	30,22	19,08
Nudo N50	11,225	0,16	0,16	28,26	17,04
Nudo N89	11,543	0,21	0,21	24,43	12,89
Nudo EST2+550	11,546	0,45	0,45	34,66	23,12
Nudo N80	11,734	0,24	0,24	25,22	13,49
Nudo EST2+500	11,926	0,46	0,46	35,45	23,52
Nudo N58	11,963	0,15	0,15	26,95	14,99
Nudo N51	12,083	0,18	0,18	28,12	16,04
Nudo N46	12,233	0,18	0,18	29,28	17,05
Nudo N65	12,339	0,24	0,24	26,65	14,31
Nudo N60	12,379	0,56	0,56	26,26	13,88
Nudo EST2+450	12,442	0,34	0,34	36,1	23,66
Nudo N59	12,587	0,17	0,17	26,9	14,31
Nudo N78	12,591	0,12	0,12	25,26	12,67
Nudo N68	13,143	0,15	0,15	26,09	12,94

Estado de los Nudos de la Red con Caudal Contra Incendio					
	Cota	Dem Base	Dem	H	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo N71	8,493	0,18	0,18	25,91	17,41
Nudo EST3+071	8,563	0,18	0,18	26,63	18,07
Nudo N55	8,619	0,29	0,29	26,39	17,77
Nudo EST2+971.5	9,252	0,15	9,61	27,29	18,04
Nudo N100	9,879	0,21	0,21	21,81	11,93
Nudo N64	9,916	0,13	0,13	26,65	16,73
Nudo EST2+800	10,07	0,13	0,13	31,9	21,83
Nudo N56	10,082	0,13	0,13	27,19	17,1
Nudo N90	10,158	0,13	0,13	24,59	14,43
Nudo EST2+735	10,322	0,1	0,1	32,26	21,94
Nudo N77	10,504	0,21	0,21	25,39	14,88
Nudo EST2+700	10,536	0,16	0,16	32,75	22,22
Nudo N44	10,592	0,09	0,09	31,37	20,78
Nudo EST2+650	10,636	0,21	0,21	33,41	22,77
Nudo N57	10,701	0,15	0,15	27,08	16,38
Nudo N79	11,011	0,15	0,15	25,2	14,19
Nudo EST2+600	11,046	0,34	0,34	33,95	22,91
Nudo N45	11,142	0,16	0,16	30,22	19,08
Nudo N50	11,225	0,16	0,16	28,26	17,04
Nudo N89	11,543	0,21	0,21	24,43	12,89
Nudo EST2+550	11,546	0,45	0,45	34,66	23,12
Nudo N80	11,734	0,24	0,24	25,22	13,49
Nudo EST2+500	11,926	0,46	0,46	35,45	23,52
Nudo N58	11,963	0,15	0,15	26,95	14,99
Nudo N51	12,083	0,18	0,18	28,12	16,04
Nudo N46	12,233	0,18	0,18	29,28	17,05
Nudo N65	12,339	0,24	0,24	26,65	14,31
Nudo N60	12,379	0,56	0,56	26,26	13,88
Nudo EST2+450	12,442	0,34	0,34	36,1	23,66
Nudo N59	12,587	0,17	0,17	26,9	14,31
Nudo N78	12,591	0,12	0,12	25,26	12,67
Nudo N68	13,143	0,15	0,15	26,09	12,94

Estado de los Nudos de la Red con Caudal Contra Incendio					
	Cota	Dem Base	Dem	H	Presión
ID Nudo	m	LPS	LPS	m	m
Nudo N11	21,848	0,04	0,04	44,34	22,49
Nudo N39	21,942	0,05	0,05	44,27	22,33
Nudo N13	22,348	0,04	0,04	44,29	21,94
Nudo N4	22,361	0,1	0,1	46,27	23,91
Nudo N27	22,45	0,04	0,04	44,27	21,82
Nudo M1	22,734	0,05	0,05	44,3	21,56
Nudo N41	23,072	0,05	0,05	44,27	21,19
Nudo N14	23,203	0,04	0,04	44,27	21,07
Nudo N5	23,431	0,12	0,12	46,27	22,84
Nudo N28	23,444	0,04	0,04	44,27	20,82
Nudo EST1+680	23,451	0,13	0,13	48,3	24,85
Nudo est1+613.85	23,54	0,17	0,17	49,55	26,01
Nudo N29	24,194	0,07	0,07	44,27	20,07
Nudo N16	24,38	0,04	0,04	44,27	19,89
Nudo N6	24,595	0,12	0,12	45,49	20,9
Nudo L1	24,629	0,07	0,07	44,29	19,66
Nudo M2	24,72	0,07	0,07	44,27	19,55
Nudo N17	25,013	0,05	0,05	44,26	19,25
Nudo N7	25,125	0,09	0,09	45,47	20,34
Nudo N18	26,502	0,16	0,16	44,26	17,76
Nudo L2	26,579	0,05	0,05	44,29	17,71
Nudo N2	27,45	0,16	0,16	46,9	19,45
Nudo N3	29,329	0,13	0,13	45,77	16,44
Nudo N1	29,793	0,24	0,24	47,54	17,74
Depósito TANQUE	44,918	Sin Valor	-35,39	50,92	6

Estado de los Nudos de la Red con Caudal Contra Incendio								
	Long	Ø	ε	Q	V	PérdUnit.	Fact.Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L69	105,12	50	150	0,64	0,33	2,66	0,024	Abierta
Tubería L21	77,08	50	150	-0,06	0,03	0,03	0,035	Abierta
Tubería L53	102,36	50	150	-0,29	0,15	0,59	0,027	Abierta
Tubería L54	115,39	50	150	0,24	0,12	0,44	0,028	Abierta
Tubería L121	96,9	50	150	-0,05	0,03	0,03	0,035	Abierta
Tubería L115	160,07	50	150	0,75	0,38	3,54	0,024	Abierta
Tubería L98	136,68	50	150	0,92	0,47	5,11	0,023	Abierta
Tubería L102	110,68	50	150	-0,95	0,48	5,46	0,023	Abierta
Tubería L77	103,85	50	150	-0,73	0,37	3,36	0,024	Abierta
Tubería L205	52,77	50	150	-0,04	0,02	0,01	0,037	Abierta
Tubería L187	61,03	50	150	0,11	0,06	0,11	0,031	Abierta
Tubería L184	55,32	50	150	-0,13	0,06	0,13	0,031	Abierta
Tubería L68	131,83	50	150	0,07	0,04	0,05	0,033	Abierta
Tubería L76	107,07	50	150	0	0	0	0,183	Abierta
Tubería L217	62,17	50	150	1,32	0,67	10,1	0,022	Abierta
Tubería L207	38,83	50	150	-0,07	0,04	0,05	0,033	Abierta
Tubería L181	57,07	50	150	0,01	0,01	0	0,029	Abierta
Tubería 158	27	50	150	-0,03	0,02	0,01	0,038	Abierta
Tubería L157	40,05	50	150	0,02	0,01	0	0,041	Abierta
Tubería 3	134,18	50	150	0,3	0,15	0,63	0,027	Abierta
Tubería L202	47,27	50	150	0,35	0,18	0,86	0,027	Abierta
Tubería L100,101	86,83	50	150	-0,74	0,38	3,44	0,024	Abierta
Tubería L192	46,49	50	150	-0,22	0,11	0,36	0,028	Abierta
Tubería L191	53,45	50	150	0,29	0,15	0,61	0,027	Abierta
Tubería L194	54,34	50	150	-0,98	0,5	5,8	0,023	Abierta
Tubería L161	42,45	50	150	0,11	0,06	0,11	0,031	Abierta
Tubería L171	27,89	50	150	0,31	0,16	0,67	0,027	Abierta
Tubería L80	108,75	50	150	-0,46	0,23	1,41	0,026	Abierta
Tubería L146	101,39	50	150	1,88	0,96	19,31	0,021	Abierta
Tubería L147	101,08	50	150	0,41	0,21	1,18	0,026	Abierta
Tubería L144	100,45	50	150	1,42	0,72	11,56	0,022	Abierta
Tubería L140	93,94	50	150	1,21	0,62	8,61	0,022	Abierta

Estado de los Nudos de la Red con Caudal Contra Incendio								
	Long	Ø	ε	Q	V	PérdUnit.	Fact.Frict.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L142	93,41	50	150	1,32	0,67	10,11	0,022	Abierta
Tubería L93	102,4	50	150	1,02	0,52	6,22	0,023	Abierta
Tubería L60	101,61	50	150	0,7	0,36	3,13	0,024	Abierta
Tubería L112	97,75	50	150	0,17	0,09	0,24	0,029	Abierta
Tubería L105	110,91	50	150	-0,3	0,15	0,66	0,027	Abierta
Tubería L125	107,82	50	150	-0,7	0,36	3,1	0,024	Abierta
Tubería L113	94,37	50	150	0,28	0,14	0,56	0,028	Abierta
Tubería L108	92,7	50	150	0,47	0,24	1,51	0,025	Abierta
Tubería L107	119,41	50	150	0,05	0,02	0,02	0,036	Abierta
Tubería L117	61,47	50	150	1,09	0,56	7,07	0,022	Abierta
Tubería L118	78,29	50	150	1,08	0,55	6,96	0,022	Abierta
Tubería L198	67,45	50	150	0,31	0,16	0,68	0,027	Abierta
Tubería L215	153,06	50	150	0,31	0,16	0,7	0,027	Abierta
Tubería L197	55,08	50	150	1,55	0,79	13,47	0,021	Abierta
Tubería L165	69,12	50	150	-0,23	0,12	0,4	0,028	Abierta
Tubería L166	39,29	50	150	-0,08	0,04	0,05	0,033	Abierta
Tubería L188	47,68	50	150	0,24	0,12	0,42	0,028	Abierta
Tubería L155	45,4	50	150	0,04	0,02	0,02	0,037	Abierta
Tubería L162	67,05	50	150	0,13	0,07	0,14	0,031	Abierta
Tubería L196	91,98	50	150	0,09	0,04	0,06	0,031	Abierta
Tubería L169	66,71	50	150	-0,23	0,11	0,38	0,028	Abierta
Tubería L174	72,42	50	150	-1,29	0,66	9,67	0,022	Abierta
Tubería L167	67,27	50	150	0,31	0,16	0,69	0,027	Abierta
Tubería L195	62,82	50	150	-0,4	0,2	1,11	0,026	Abierta
Tubería L168	66,71	50	150	-0,32	0,16	0,73	0,027	Abierta
Tubería L204	49,48	50	150	0,12	0,06	0,12	0,031	Abierta
Tubería L200	89,27	50	150	-0,18	0,09	0,25	0,029	Abierta
Tubería L203	78,1	50	150	0,05	0,03	0,02	0,035	Abierta
Tubería L183	52,17	50	150	0,05	0,02	0,02	0,036	Abierta
Tubería L199	77,62	50	150	0,12	0,06	0,12	0,031	Abierta
Tubería L210	44,64	50	150	1,06	0,54	6,7	0,023	Abierta
Tubería L164	49,37	50	150	0,06	0,03	0,04	0,034	Abierta

Estado de los Nudos de la Red con Caudal Contra Incendio								
	Long	∅	ε	Q	V	PérdUnit.	Fact.Frict.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L209	46,49	50	150	0,38	0,19	0,99	0,026	Abierta
Tubería L201	47,52	50	150	0,01	0,01	0	0,042	Abierta
Tubería L208	45,28	50	150	0,22	0,11	0,38	0,028	Abierta
Tubería L170	86,59	50	150	-0,42	0,22	1,23	0,026	Abierta
Tubería L223	157	50	150	1,1	0,56	7,23	0,022	Abierta
Tubería L221	95,34	50	150	1,18	0,6	8,2	0,022	Abierta
Tubería L218	51,48	50	150	0,97	0,5	5,74	0,023	Abierta
Tubería L211	113,03	50	150	0,84	0,43	4,34	0,023	Abierta
Tubería L222	58,69	50	150	-0,22	0,11	0,38	0,028	Abierta
Tubería L225	64,54	50	150	1,31	0,66	9,86	0,022	Abierta
Tubería L226	149,47	50	150	1,55	0,79	13,47	0,021	Abierta
Tubería L224	146,54	50	150	-1,28	0,65	9,53	0,022	Abierta
Tubería L220	56,57	50	150	-0,02	0,01	0	0,04	Abierta
Tubería L219	85,87	50	150	1,38	0,7	10,93	0,022	Abierta
Tubería L214	60,42	50	150	1	0,51	6,04	0,023	Abierta
Tubería L175	42,38	50	150	0,63	0,32	2,54	0,024	Abierta
Tubería L189	52,89	50	150	0,59	0,3	2,28	0,025	Abierta
Tubería L176	51	50	150	0,28	0,14	0,57	0,027	Abierta
Tubería L172	49,73	50	150	-0,66	0,34	2,79	0,024	Abierta
Tubería L173	41,23	50	150	0,7	0,36	3,12	0,024	Abierta
Tubería L212	118,88	50	150	1,3	0,66	9,79	0,022	Abierta
Tubería L213	114,48	50	150	-1,11	0,56	7,28	0,022	Abierta
Tubería L216	69,43	50	150	-0,72	0,37	3,26	0,024	Abierta
Tubería L177	29,53	50	150	-1,22	0,62	8,71	0,022	Abierta
Tubería L178	76,69	50	150	-0,76	0,39	3,63	0,024	Abierta
Tubería L182	47,68	50	150	0,13	0,06	0,13	0,031	Abierta
Tubería L135	117,2	50	150	-1,26	0,64	9,17	0,022	Abierta
Tubería L136	89,49	50	150	0,41	0,21	1,17	0,026	Abierta
Tubería L134	72,8	50	150	0,46	0,23	1,41	0,026	Abierta
Tubería L132	110,68	50	150	0,41	0,21	1,16	0,026	Abierta
Tubería L133	123,69	50	150	-1,2	0,61	8,39	0,022	Abierta
Tubería L139	217,26	50	150	-0,47	0,24	1,49	0,025	Abierta

Estado de los Nudos de la Red con Caudal Contra Incendio								
	Long	∅	ε	Q	V	PérdUnit.	Fact.Frict.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L138	108,3	50	150	1,19	0,61	8,31	0,022	Abierta
Tubería L141	89,44	50	150	-0,52	0,26	1,79	0,025	Abierta
Tubería L145	96,66	50	150	-0,46	0,24	1,44	0,026	Abierta
Tubería L143	97,31	50	150	-0,51	0,26	1,71	0,025	Abierta
Tubería L50	111,89	50	150	-0,34	0,17	0,82	0,027	Abierta
Tubería L67	187,62	50	150	0,48	0,24	1,53	0,025	Abierta
Tubería L130	89,01	50	150	0,3	0,15	0,65	0,027	Abierta
Tubería L131	130,03	50	150	-1,14	0,58	7,69	0,022	Abierta
Tubería L129	169,81	50	150	-0,93	0,47	5,28	0,023	Abierta
Tubería L127	230,42	50	150	-0,93	0,47	5,27	0,023	Abierta
Tubería L128	95,52	50	150	1,06	0,54	6,72	0,023	Abierta
Tubería L160	66,22	50	150	-0,06	0,03	0,03	0,034	Abierta
Tubería L179	57,01	50	150	0,01	0,01	0	0,033	Abierta
Tubería L154	132,02	50	150	0,23	0,12	0,4	0,028	Abierta
Tubería L159	32,39	50	150	-0,12	0,06	0,12	0,031	Abierta
Tubería L186	45,35	50	150	-0,18	0,09	0,26	0,029	Abierta
Tubería L180	26,93	50	150	0,08	0,04	0,06	0,033	Abierta
Tubería L156	247,88	50	150	0,26	0,13	0,5	0,028	Abierta
Tubería L82	97,99	100	150	2,97	0,38	1,54	0,021	Abierta
Tubería L45	99,3	100	150	6,54	0,83	6,65	0,019	Abierta
Tubería L46	122,56	100	150	-5,78	0,74	5,29	0,019	Abierta
Tubería L47	96,6	100	150	-5,02	0,64	4,07	0,02	Abierta
Tubería L48	103,08	100	150	-4,42	0,56	3,22	0,02	Abierta
Tubería L89	83,65	100	150	-3,27	0,42	1,84	0,021	Abierta
Tubería L92	99,85	100	150	-1,76	0,22	0,58	0,023	Abierta
Tubería L87	97	100	150	-2,35	0,3	1	0,022	Abierta
Tubería L88	128,04	100	150	-2,6	0,33	1,21	0,022	Abierta
Tubería L153	75,58	100	150	8,9	1,13	11,79	0,018	Abierta
Tubería L81	95,71	100	150	3,03	0,39	1,6	0,021	Abierta
Tubería L152	91,24	100	150	9,23	1,17	12,6	0,018	Abierta
Tubería L148	248,31	100	150	2,27	0,29	0,94	0,022	Abierta
Tubería L149	105,12	100	150	4,1	0,52	2,81	0,02	Abierta

Estado de los Nudos de la Red con Caudal Contra Incendio								
	Long	∅	ε	Q	V	PérdUnit.	Fact.Fricc.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km		
Tubería L83	97,69	100	150	3,15	0,4	1,72	0,021	Abierta
Tubería L151	117,92	100	150	7,19	0,92	7,94	0,019	Abierta
Tubería L44	105,31	100	150	17,18	2,19	39,85	0,016	Abierta
Tubería L150	77,16	100	150	5,59	0,71	4,97	0,019	Abierta
Tubería L229	47,01	150	150	29,68	1,68	15,21	0,016	Abierta
Tubería L232	45,69	150	150	28,65	1,62	14,25	0,016	Abierta
Tubería L231	45	150	150	28,99	1,64	14,57	0,016	Abierta
Tubería L230	51,26	150	150	29,35	1,66	14,9	0,016	Abierta
Tubería L237	38,48	150	150	27,03	1,53	12,79	0,016	Abierta
Tubería L37	35,11	150	150	30,16	1,71	15,67	0,016	Abierta
Tubería 1	64,86	150	150	35,39	2	21,07	0,015	Abierta
Tubería L236	50,57	150	150	27,19	1,54	12,94	0,016	Abierta
Tubería L233	56,9	150	150	28,19	1,6	13,83	0,016	Abierta
Tubería L234	52,84	150	150	27,74	1,57	13,42	0,016	Abierta
Tubería L235	41,79	150	150	27,4	1,55	13,12	0,016	Abierta
Tubería L39	98,41	150	150	30,82	1,74	16,31	0,016	Abierta
Tubería L34	115,52	150	150	30,75	1,74	16,25	0,016	Abierta
Tubería L38	91,76	150	150	31,36	1,77	16,85	0,016	Abierta
Tubería L36	38,6	150	150	29,53	1,67	15,07	0,016	Abierta
Tubería L35	59,77	150	150	29,91	1,69	15,43	0,016	Abierta
Tubería L32	65,25	150	150	-33,68	1,91	19,22	0,016	Abierta
Tubería L227	68,45	150	150	30,42	1,72	15,92	0,016	Abierta
Tubería L228	51,62	150	150	30,06	1,7	15,58	0,016	Abierta
Tubería L33	61,13	150	150	32,26	1,83	17,76	0,016	Abierta
Tubería L41	59,82	150	150	18,03	1,02	6,04	0,017	Abierta
Tubería L42+43	68,81	150	150	17,9	1,01	5,96	0,017	Abierta

ANEXO F

CALCULO DE GOLPE DE ARIETE

DETERMINACIÓN DEL GOLPE DE ARIETE (SOBREPRESIÓN).

Datos

Se utilizara un caudal de diseño ($Q_{\text{diseño}}$) igual a 184 Gpm ($0.012\text{m}^3/\text{s}$)

Longitud total de la línea de conducción (Pozo- Tanque) igual a 1924.8 ml con diámetro de 6" (150mm).

Material de la tubería PVC, con número de Cedula SDR-26

La fórmula usual para el cálculo de la máxima sobre presión por golpe de ariete según La de Joukowski es:

$$\Delta h = \frac{v \times a}{g} \quad \text{Ecuación de Joukowski}$$

Donde:

Δh = Incremento de la sobrepresión (m.c.a.)

a = Velocidad de propagación de las ondas de presión (m/seg)

g = aceleración de la gravedad ($9.81\text{m}/\text{s}^2$)

v = velocidad del agua en condiciones normales (m/seg)

Para la determinación de la velocidad de propagación de onda de presión (a) se aplicara la siguiente ecuación, según la fórmula de Allievi:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{K \times D}{e}}}$$

Donde:

K =Coeficiente constante que toma en cuenta el modulo de Elasticidad del material del tubo.

D = Diámetro del tubo (mm)

e = Espesor de las paredes del tubo (mm)

Tabla valores de K para cada tipo de material

Material	K
Tubo de Acero	0.5
H. fundido	1.0
Plano y concreto	5.0
Madera	10.0
Plástico	18.0

Entonces tomando $K= 18$, y utilizando un espesor ($e= 6.5\text{mm}$); se obtiene el siguiente valor para (a)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{18 \times 150mm}{6.5}}}$$

$$a = 459.75m/s$$

Por continuidad se determina la velocidad

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

$$V = \frac{4 \times 0.012m^3 /s}{\pi \times (0.150m)^2} = 0.679m/s$$

Ahora bien se determinará la Sobrepresión ocasionada por golpe de ariete (Δh)

$$\Delta h = \frac{0.679m/s \times 459.75m/s}{9.81m/s^2} = 31.82m. c. a (45.18psi)$$

El golpe de ariete tiene dos fases, una directa y una inversa, ambas con una duración $t = 2L/a$, entonces es el tiempo crítico donde la sobrepresión llega a su máximo, se determina mediante la siguiente ecuación.

$$T = \frac{2 \times L}{a}$$

$$T = \frac{2 \times 1924.8m}{459.75m/s} = 8.37seg.$$

ANEXO G

INFORME DE TOPOGRAFIA

Proyecto: “Mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la Comarca de Momotombo – La Paz Centro.”

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Localización del sitio.

La Comarca de Momotombo pertenece al municipio de La Paz Centro, cuya capital es León. Se encuentra a unos 45 Km. al NE de Managua, 9 Km. al Norte-Oeste de La Paz Centro. La localidad de Momotombo se localiza a 13 Km de la ciudad de La Paz Centro en las coordenadas 12° 23' 50" Latitud Norte y 86 ° 36' 37" Longitud Oeste, sistema geográfico con referencia WGS84.

Es el segundo Centro urbano de importancia en el municipio y de invaluable importancia nacional por encontrarse en su emplazamiento el Patrimonio Histórico Cultural de la Humanidad Sitio Ruinas de León Viejo fundado por los españoles en 1524.

1.2. Objetivo.

- Caracterización altimétrica de la zona con propósitos de diseños hidráulicos para un sistema de agua potable.
- Levantamiento de detalle de un tramo de carretera.
- Levantamiento topográfico de predios técnicos para la nueva fuente y almacenamiento.

1.3. Equipo utilizado:

- Camioneta Mitsubishi 4x4.
- GPS navegador de mano marca Garmin Ventura.
- Libreta de campo, clavos de acero, Estadía, Cinta métrica, cámara fotográfica, Nivel, trípode u otros accesorios.
- Programas de computadora para corrección diferencial y pos proceso de la información: Civil 3D Land Desktop, Microsoft Excel, Microsoft Word.

2. TRABAJO DE CAMPO.

La Ciudad de Momotombo se encuentra en la parte este del departamento de León a una altura de alrededor de 50 m.s.n.m.

Para la nivelación se tomo como referencia esta elevación en la que se encuentra la Comarca.

Se ubico la estación base en el bordillo de la carretera pavimentada, el cual sirvió para instalar una estación de referencia temporal para todos los levantamientos posteriores (topográficos y niveles de nodos) ubicada en el BM1.

Estación de referencia temporal

Nombre: BM1

Hoja cartográfica: 2853 II

Ubicación: costado nor – oeste de la carretera pavimentada.

Coordenadas: N1225.035, W8638.457, 50.

Sistema de coordenadas: proyectado UTM.

Datum Horizontal: WGS de 1984.

Datum Vertical: Nivel medio del mar (msnmm).

Todas las mediciones se hicieron en el sistema de coordenadas antes mencionado. Primero se instalo una estación base temporal, únicamente para nuestros levantamientos, a un costado del bordillo de la carretera pavimentada. Esta sirvió de referencia para rectificar los levantamientos geodésicos de los nodos y georeferenciar los levantamientos topográficos de detalle. A este punto se le denomino BM1.

Para la ciudad de Momotombo se levantaron un total de 452 puntos en las intersecciones de calles y puntos de interés para el modelamiento de la red. Este levantamiento se hizo con la tecnología MapSource, Garmin empresa proveedora de **GPS**.

Posteriormente una cuadrilla experimentada realizo los trabajos de levantamiento planialtimétrico de detalle en los sitios de predios técnicos, carretera y línea de conducción y un tramo de aducción.

Se levantaron un total de 2 predios, los dos de formas irregular, uno de 86.77mx85.40mx82.73mx82.26m y otro de 41.79mx42.30mx43.66mx42.11m y 1920 metros lineales para modelar perfiles longitudinales de las líneas de conducción y aducción y detalles de interés.

3. TRABAJO DE OFICINA O POS – PROCESO.

Los datos de todos los levantamientos se almacenaron en GPS marca Garmin ventura, de la cual se paso a una computadora de procesador AMD Turion 64x2 mobile technology, utilizando el software, MapSource se procedió a exportar la información a un formato compatible con Land desktop 2009 y autocad, la cual se utilizo para base de datos de los puntos y aplicarlos en el software, donde se le dio el trato y forma final para integrarse al plano catastral.

Para corregir las elevaciones se utilizo un nivel y la estadía tomando puntos en el bordillo de la carretera y 1m de referencia en el área verde.

4. CONCLUSIONES.

Según el recorrido en los nodos se identificaron puntos bajos hasta con valores de altura de 4m y puntos altos con valores de altura de hasta 60m. En los sitios para predio técnicos se registraron alturas entre 44m y hasta 60m en el predio tanque y pozo. Se integro un modelo de alturas confiable que permite tomar decisiones sobre las presiones hidrostáticas presentes en la red.

Topografía						
Levantamiento Planimétrico de Calles en la Comunidad de Momotombo						
Miralagos						
Estación	NA (+)	AI	ND (-)	Lectura	Elevación (m)	Observación
1+613,85	3,966	27,506			23,54	LC-1
TP	2,562	30,026	0,042		27,464	
N1				0,233	29,793	(Tope)
1+680	3,867	27,318			23,451	LC-2
TP	3,838	31,05	0,106		27,212	
N2						
TP	0,604	31,252	0,402		30,648	
N3				1,923	29,329	
1+742	3,405	24,481			21,076	LC-3
N4				2,12	22,361	
N5				1,05	23,431	
TP	2,443	26,165	0,759		23,722	
N6				1,57	24,595	
N7				1,04	25,125	
1+859	2,126	21,024			18,898	
1+857,6				2,106	18,918	LC-4
N8				2,19	18,834	
N9				0,92	20,104	
N10				0,036	20,988	
PT	3,76	24,748	0,036		20,988	
N11				2,9	21,848	
N12				3,01	21,738	
N13				2,4	22,348	
N14				1,58	23,168	
N15				1,51	23,238	
N16				0,368	24,38	
TP	2,303	26,683		0,368	24,38	
N17				1,67	25,013	
N18				0,47	26,213	
NII	2,996	24,844			21,848	
MI				2,11	22,734	
LI				0,215	24,629	
TP	2,28	26,909	0,215		24,629	
L2				0,33	26,579	
M1	3,591	26,325			22,734	
M2				1,605	24,72	
L3				1,49	24,835	Tope; Intersección
TP(M2)	3,19	27,91			24,72	
				1,12	26,79	

1+920	2,186	20,262			18,076	LC-5
N19				1,91	18,352	
N20				1,91	18,352	
N21				1,58	18,682	
N22				0,86	19,402	
TP	3,047	22,65	0,659		19,603	
N23				2,57	20,08	
N24				2,49	20,16	
N25				1,727	20,923	
N26				1,07	21,58	
N27				0,2	22,45	
N28				1,69	20,96	
N29				0,98	21,67	
1+920	1,008	19,084			18,076	LC-5a (1+956)
1+956				1,394	17,69	
N30				0,94	18,144	
N31				1,59	17,494	
1+990	2,343	19,839			17,496	LC-6 (1+990)
N32				1,99	17,849	
N33				1,49	18,349	
N34				0,382	19,457	
TP	2,442	21,899	0,382		19,457	
N35				1,69	20,209	
N36				1,04	20,859	
N37				0,55	21,349	
N38				0,52	21,379	
TP	2,363	23,742	0,52		21,379	
N39				1,8	21,942	
N40				1,43	22,312	
N41				0,67	23,072	
N38	0,6	21,979			21,379	
B1				1,65	20,329	
TP	1,435	18,151			16,716	
2+081,4				1,597	16,554	LC-7 (2+081,4) Bordillo
TP	2,478	20,492	0,137		18,014	
N42				0,95	19,542	
2+150	1,967	17,809			15,842	
2+179,80				2,24	15,569	LC-8 (2+179,8) Bordillo
N43				0,48	17,329	
Momotombo						
2+735	2,11	12,432			10,322	LC-9 (2+735)
N44				1,84	10,592	
N45				1,29	11,142	

N46				0,199	12,233	
TP	2,952	15,185	0,199		12,233	
N47				1,955	13,23	
N48				0,71	14,475	
TP	2,873	17,646	0,412		14,773	
TP	2,454	20,059	0,041		17,605	
N49				1,955	18,104	
BM			1,565		18,494	
2+860	1,401	11,221			9,82	Curva Calle - Principal
2+868,48				1,492	9,729	Vuelta
2+971,5	1,897	11,149			9,252	LC-10 (2+971,5)Calle - Principal
N55				2,53	8,619	
N56				1,067	10,082	
TP	3,325	13,407	1,067		10,082	
N57				2,706	10,701	
N58				1,444	11,963	
N59				0,82	12,587	
N56	2,747	12,829			10,082	
N50				1,604	11,225	
N51				0,746	12,083	
TP	2,629	14,712	0,746		12,083	
N52				1,45	13,262	
TP	3,068	17,74	0,04		14,672	
N53				3,17	14,57	
N54				1,33	16,41	
3+071	1,79	10,353			8,563	LC-11(3+071)
N62				2,16	8,193	
N63				1,028	9,325	
TP	2,471	11,796	1,028		9,325	
N64				1,88	9,916	
TP	1,847	13,541	0,102		11,694	
N65				1,898	11,643	
N66				1,001	12,54	
TP	1,205	13,745	1,001		12,54	
N60				1,64	12,105	Piscina
N61				1,093	12,652	Tope
N66	1,663	14,203			12,54	
N67				1,37	12,833	
N68				1,06	13,143	
3+191	2,121	9,661			7,54	LC-12 (3+191)
N69				2,08	7,581	

N70				1,29	8,371	
TP	2,042	10,413	1,29		8,371	
N71				1,92	8,493	
3+294	1,975	9,131			7,156	LC-13 (3+294)
N72				2,02	7,111	
N73				1,46	7,671	
N74				1,189	7,942	
TP	2,09	10,032	1,189		7,942	
N75				2,26	7,772	
N76				1,55	8,482	
3+393	1,769	8,605			6,836	LC-14 (3+393)
N81				1,971	6,634	
N82				1,439	7,166	
TP	1,491	8,657	1,439		7,166	
N83				2,245	6,412	
N84				1,425	7,232	
TP	1,589	9,465	0,781		7,876	
N85				1,269	8,196	
N86				1,182	8,283	
TP	1,425	10,701	0,189		9,276	
N87				1,082	9,619	
N88				3,411	7,29	
N86	3,561	11,844			8,283	
N90				1,686	10,158	
N89				0,301	11,543	
N80				0,11	11,734	
TP	1,705	13,439	0,11		11,734	
N78				0,848	12,591	
N79				2,428	11,011	
N77				2,935	10,504	
3+500	1,621	8,243			6,622	
3+505,3				1,69	6,553	LC-15 (3+505,3)
N91				1,7	6,543	
N92				1,565	6,678	
TP	1,36	7,66	1,943		6,3	
N93				2,627	5,033	
N94				1,209	6,451	
BM	1,56	8,85	0,37		7,29	
N95				1,962	6,888	
N96				0,5	8,35	
TP	0,3	8,915	0,235		8,615	
N97				0,461	8,454	
N98				2,981	5,934	

N99				1,385	7,53	
TP	2,97	10,5	1,385		7,53	
N100				0,621	9,879	
TP	0,98	8,12	3,36		7,14	
N101				1,619	6,501	
N102				1,74	6,38	
N103						No hay casas de Cruces
				0,82	7,3	
TP	1,335	7,715	1,74		6,38	
N104				0,105	7,61	
TP	2,328	9,9	0,143		7,572	
N96				1,726	8,174	
BM	1,552	8,842			7,29	
TP	1,059	6,41	3,491		5,351	
X				1,798	4,612	