

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

UNAN-MANAGUA.

Recinto Universitario Rubén Darío

Facultad de Ciencias e Ingenierías.

Departamento de Construcción.

Ingeniería Civil.



SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL.

Tema:

“Rediseño Hidráulico del sistema de agua potable en el casco urbano del Municipio de Catarina, Departamento de Masaya”.

Autores:

Br. Helman Alberto Ramírez López.

Br. Gonzalo Isaac Rojas Silva.

Tutor: Msc. Ingeniero Ervin Cabrera Barahona.

Asesor Metodológico: Msc. Gerardo Mendoza.

Managua, 29 Enero del 2018.



AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso y padre celestial porque es la presencia infinita que me da las fuerzas, la vida y la sabiduría, para continuar cada día y alcanzar esta meta tan importante para mi vida.

A mi padre, Freddy Ramírez Raudez por apoyarme siempre y contar con él en los momentos más difíciles.

A mi madre, Virginia López Puyera por ser mi ángel que durante toda la vida ha sido mi apoyo incondicional y el mayor ejemplo de fortaleza y fe.

A mis hermanos, y Familiares por su apoyo incondicional en todas las etapas de mi aprendizaje.

A mi tutor el Ingeniero Ervin Cabrera Barahona y nuestro asesor metodológico el Lic. Gerardo Mendoza por todo su apoyo brindado en el desarrollo de mi trabajo.

A Ingeniero Néstor José Cano por todo su apoyo y amistad incondicional en esta etapa de mi vida.

Gracias...

Helman Alberto Ramírez López.



AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso porque es la presencia infinita que me da la fuerza, el conocimiento y la sabiduría para continuar cada día

A mi padre Gonzalo Rojas por apoyarme siempre y contar con él en los momentos más difíciles

A mi madre Zenobia de Los Santos Silva por ser mi ángel que durante toda la vida ha sabido ser mi apoyo incondicional y el mayor ejemplo de fortaleza

A mis hermanas Aida, Elimar, Senobia con todo mi amor por sus consejos y ánimos que me llenaron de fortaleza en los momentos difíciles

A mi esposa Sheila Janahina por su apoyo incondicional

A mi hijo Gonzalo Ismael que es mi motor el que me impulsa a no desistir

A Ing. Néstor José Cano por su apoyo y amistad en esta etapa de mi vida

Gracias...

Gonzalo Isaac Rojas Silva



RESUMEN EJECUTIVO

Nombre del proyecto:

Rediseño Hidráulico del sistema de agua potable en el casco urbano del Municipio de Catarina, Departamento de Masaya.

Población Beneficiada: 5,082 habitantes - 2018

Población proyectada: 8,328 habitantes - 2038

Configuración sistema proyectado: Fuente –Tanque- Red

Fuente de abastecimiento: Agua subterránea
Pozo P1 (287.14gpm)
Pozo P2 (281.31gpm)
Fuente total: 568.45gpm

Tanque de Almacenamiento: Acero sobre suelo con Capacidad 100,000gln
Cantidad: 1
H: 8.11m Ø: 8.40N

Línea de conducción. Tubería existente de hierro fundido de Ø8", con una longitud de 3.23km

Línea de Distribución. Tubería PVC-SDR26, con una longitud total de 6.375 km.

Constituida con diámetros.	PVC-SDR26 Ø1"	545.57 ml
	PVC-SDR26 Ø1 1/2"	235.65 ml
	PVC-SDR26 Ø2"	1929.55 ml
	PVC-SDR26 Ø3"	2519.41 ml
	PVC-SDR26 Ø4"	535.11 ml
	PVC-SDR26 Ø6"	579.01 ml

Costo y Presupuesto: Propuesta del rediseño hidráulico del SAAP con un monto de C\$ 10,534,726.12 córdobas, equivalentes a \$351,157.54 dólares americanos.



El planteamiento de este documento es proponer un rediseño hidráulico del sistema de agua potable en el casco urbano del Municipio de Catarina, Departamento de Masaya; que preste un servicio eficiente y continuo durante su periodo de diseño de 20 años, para abastecer a 8,328 habitantes proyectados y mejorar las condiciones de vidas de los pobladores del casco Urbano del Municipio de Catarina.

Para garantizar la finalidad del Rediseño del sistema Hidráulico de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina, Departamento de Masaya, se plantea cumplir los siguientes componentes que facilitaran la ejecución del presente trabajo:

Se realizó una recopilación de datos básicos de la situación actual y demanda de la población, mediante una encuesta dirigida al casco urbano del Municipio de Catarina, tomando en cuenta las condiciones físicas y socio demográfico de la comunidad y así logrando una información vital de la población.

Se realizó una evaluación del sistema hidráulico actual de agua potable en el casco urbano del municipio de Catarina, mediante la recopilación de datos brindados por los sectores involucrados, levantamientos topográficos existentes y estudios relacionados.

Se Recopilo información topográfica para determinar y evaluar las distancias, ángulos, elevaciones y la superficie del terreno por donde se conducirá la tubería, con esta información se realizará el rediseño hidráulico de la red y planos completos en las que incluye hoja topográfica y especificaciones técnicas.

El sistema de abastecimiento de agua potable seleccionado es un acueducto con bombeo eléctrico; con ayuda de bombas eléctricas hasta el tanque de almacenamiento en el punto más alto del casco urbano de la ciudad de Catarina el cual hace la distribución hacía la red, el cual tiene una longitud de red de 6,375.69mts de tubería PVC clase SDR-26 de,6",4",3",2",1",1 ½", ¾", ½" de diámetro, el cual estará compuesto por obra de captación, tanque almacenamiento, red, conexiones domiciliare, puestos públicos y empresas privadas.

Para efectuar el cumplimiento del rediseño es necesario requerir con todos sus elementos hidráulicos que garantice la cantidad necesaria de agua durante su periodo de diseño, utilizando el programa EPANET para determinar los cálculos hidráulicos de la red y software de AUTOCAD para la elaboración de planos, cumpliendo con lo establecido según las normas técnicas establecidas por Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).



TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN EJECUTIVO	3
<u>I. ASPECTOS GENERALES</u>	<u>10</u>
1.1. INTRODUCCIÓN.	11
1.2. ANTECEDENTES	12
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	13
1.4. JUSTIFICACIÓN	14
1.5. OBJETIVOS	15
1.5.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.6. MARCO TEÓRICO	16
1.6.1. PARTES Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.	16
1.6.2. CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE	20
<u>II. DISEÑO METODOLOGICO</u>	<u>26</u>
2.1. AREA DE ESTUDIO	27
2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	27
2.3. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	27
2.4. POBLACIÓN BENEFICIARIA	27
2.5. FUENTES DE INFORMACIÓN	28
2.6. TIPO DE MUESTRA	28
2.7. MUESTREO	28
2.8. MÉTODO	29
2.9. TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	29
<u>III. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL</u>	<u>30</u>
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA EN ESTUDIO	31
3.1.1. LOCALIZACIÓN	31
3.1.2. SERVICIOS BÁSICOS	31
3.1.3. DIVISIÓN POBLACIONAL	32



3.1.4.	CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA	33
3.1.5.	HIDROLOGÍA	33
3.2.	DIAGNÓSTICO SOCIO-ECONÓMICO DEL MUNICIPIO	36
3.2.1.	POBLACIÓN	36
3.2.2.	VIVIENDAS	36
3.2.3.	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	38
3.2.4.	CONSUMO DE AGUA	38
3.2.5.	CAPACIDAD DE PAGO	39
3.2.6.	SERVICIOS BÁSICOS	39
3.3.	DIAGNOSTICO TECNICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EXISTENTE.	39
3.3.1.	FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y OBRAS DE CAPTACIÓN EXISTENTES.	39
3.3.2.	LÍNEAS DE CONDUCCIÓN EXISTENTES	42
3.3.3.	SISTEMA DE DESINFECCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EXISTENTE	45
3.3.4.	CALIDAD DEL AGUA PARA EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE CATARINA.	46
3.3.5.	ESTACIONES DE BOMBEO EXISTENTE	46
3.3.6.	EQUIPOS DE BOMBEO UTILIZADOS.	47
3.3.7.	TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN EL SITIO	48
3.3.8.	SIMULACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE	54
3.3.9.	RESULTADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE	58
IV.	PROPUESTA DE DISEÑO RED DE DISTRIBUCIÓN	74
4.1.	CALCULO DE LA DEMANDA	75
4.1.1.	CALCULO DE PROYECCIÓN DE POBLACIÓN AL AÑO CERO O AÑO INICIAL DE DISEÑO	75
4.1.2.	PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA PROPUESTA.	77
4.1.3.	RED DE DISTRIBUCIÓN	77
4.1.4.	DIMENSIONAMIENTO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN	78
4.1.5.	CALCULO DE LONGITUDES ENTRE NODOS.	81
4.1.6.	COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE NODOS	84
4.2.	SIMULACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN PROPUESTA	85
4.2.1.	DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES POR NODOS.	85
4.2.2.	RESULTADO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE	89



4.3. PLANOS DE PROPUESTA DEL REDISEÑO HIDRÁULICO.	107
4.3.1. PORTADA, INFORMACIÓN GENERAL	107
4.3.2. PLANO CATASTRAL	107
4.3.3. PLANO RED EXISTENTE	107
4.3.4. PLANO CONTROL HORIZONTAL	107
4.3.5. PLANO DERROTEROS	107
4.3.6. PLANO CON CURVAS DE NIVEL	107
4.3.7. PLANO PROPUESTA DE RED (PLANO CON DIÁMETROS DE TUBERÍAS)	107
4.3.8. PLANO PROPUESTA DE RED (LONGITUDES DE TUBERÍAS)	107
4.3.9. PLANO DETALLE DE RED PROPUESTA	107
4.3.10. PLANO DETALLE DE RED PROPUESTA	107
4.4. COSTOS DEL REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	118
4.4.1. COSTOS CONEXIÓN DOMICILIAR Y PUESTOS PÚBLICOS	118
4.4.2. COSTOS DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN.	119
4.5. CONCLUSIONES	121
4.6. RECOMENDACIONES	123
<u>V. BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>124</u>
<u>VI. ANEXOS</u>	<u>126</u>



INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR BOMBEO	18
ILUSTRACIÓN 2: RELACIÓN GASTO PERDIDA	24
ILUSTRACIÓN 3: LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE CATARINA.....	31
ILUSTRACIÓN 4: ZONA EN ESTUDIO	32
ILUSTRACIÓN 5: DELIMITACIÓN DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE CATARINA (ZONA 5)	33
ILUSTRACIÓN 7. UBICACIÓN DE LOS POZOS EXISTENTE, COORDENADAS UTM.....	35
ILUSTRACIÓN 6. FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA Y SITIOS DE MUESTREO. MODIFICADO DE KRASNY 1995.	¡ERROR!
MARCADOR NO DEFINIDO.	
ILUSTRACIÓN 8: TIPOS DE INFRAESTRUCTURA	37
ILUSTRACIÓN 9: CONDICIÓN LABORAL EN EL MUNICIPIO	38
ILUSTRACIÓN 10. TARIFA DE CAPACIDAD DE PAGO,	39
ILUSTRACIÓN 11: UBICACIÓN DE POZOS EXISTENTES P1 Y P2	40
ILUSTRACIÓN 12: ESQUEMA FUENTE VS DEMANDA,	41
ILUSTRACIÓN 13: DISTANCIAS ENTRE LÍNEAS DE CONDUCCIÓN.....	42
ILUSTRACIÓN 14: LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE 8 PULGADAS (HF) EN CASCO URBANO.....	43
ILUSTRACIÓN 15: UBICACIÓN DE ESTACIONES DE BOMBEO	46
ILUSTRACIÓN 16: UBICACIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	49
ILUSTRACIÓN 17: ESQUEMA DE COMPARACIÓN DEMANDA- HOLGURA	51
ILUSTRACIÓN 18: ESQUEMA DE UBICACIÓN DE TUBERÍAS EXISTENTES.....	53
ILUSTRACIÓN 19; ESQUEMA DE LA RED EXISTENTE DEL SECTOR URBANO	58
ILUSTRACIÓN 20: SIMULACIÓN HIDRÁULICA AÑO 2017.....	73
ILUSTRACIÓN 21: PROYECCIÓN DE POBLACIÓN 2018-2038	76
ILUSTRACIÓN 22: SIMULACIÓN HIDRÁULICA AL PRIMER QUINQUENIO.....	105

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO,	17
TABLA 2: RANGO DE POBLACIÓN PARA CAUDAL DE DISEÑO.....	21
TABLA 3. : CAUDALES DE DISEÑO CONTRA INCENDIO;.....	21
TABLA 4: CAPACIDAD DE POZOS EXISTENTES	22
TABLA 5: POBLACIÓN CASCO URBANO DE CATARINA.....	36
TABLA 6: POBLACIÓN ESTIMADA EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE CATARINA	36
TABLA 7: USO DE EDIFICACIONES.....	37



TABLA 8. DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS POZOS	40
TABLA 9: CAPACIDADES DE CAUDAL DE POZOS	41
TABLA 10. CARACTERÍSTICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO EXISTENTES,	49
TABLA 11: DEMANDA ACTUAL DE SUMINISTRO DE AGUA.	51
TABLA 12: PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN PARA AÑO 2017	75
TABLA 13. TABLA DE PROYECCIÓN DE POBLACIÓN	76
TABLA 14. TABLA DE COORDENADAS,	84

INDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFÍA 1. LÍNEA DE CONDUCCIÓN EN P2.	43
FOTOGRAFÍA 2, LÍNEA DE CONDUCCIÓN.	44
FOTOGRAFÍA 3.SARTA METÁLICA DE TUBERÍA DE 8 PULGADAS.	44
FOTOGRAFÍA 4, LÍNEA DE CONDUCCIÓN EN P1	44
FOTOGRAFÍA 5. DOSIFICADOR EN USO.....	45
FOTOGRAFÍA6: CASETA EN ESTACIÓN DE REBOMBEO P2	47
FOTOGRAFÍA 7: EQUIPOS DE BOMBEO EXISTENTES EN P2 (60HP).	47
FOTOGRAFÍA 8: EQUIPOS DE BOMBEO TANQUE DE 200,000 GLNS (30HP).....	48
FOTOGRAFÍA 9. TANQUE DE 100,00 GALONES.	50
FOTOGRAFÍA 10: TANQUE DE 200,000 GALONES.	50
FOTOGRAFÍA 11: LÍNEA DE CONDUCCIÓN EN TANQUE DE 200 MIL GLN;.....	51
FOTOGRAFÍA 12. TANQUE EXISTENTE	128

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. ESQUEMA DEL ÁREA DONDE SE EFECTUÓ EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	126
ANEXO 2. TABLA DE PRESUPUESTO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN	127
ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS SITUACIÓN ACTUAL.....	128
ANEXO 4. ABREVIATURAS.	131
ANEXO 5. ACRÓNIMOS.	132



I. ASPECTOS GENERALES



1.1. INTRODUCCIÓN.

Con el presente seminario proponemos un rediseño hidráulico del sistema de agua potable para mejorar las condiciones y calidad de vida de las personas que habitan en el Casco Urbano del Municipio de Catarina Departamento de Masaya. Los datos y recopilación de información se obtuvieron de estudios proporcionados por la alcaldía de Catarina, encuestas realizadas a la población del municipio y de visita de campo e inspección a todo el sistema de agua potable que abastece el casco urbano, desde sus fuentes de agua, tanques de almacenamiento, estaciones de rebombeo y funcionalidad del sistema de abastecimiento de agua potable de este municipio.

Las Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización de agua potable (NTON 09 003-99) donde se obtuvieron los parámetros de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable fueron tomadas de Instituciones gubernamentales como: Alcaldía de Catarina, Ministerio de salud (Minsa) y la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).

El municipio de Catarina presenta condiciones propicias que ayudan al crecimiento económico del Departamento de Masaya, tal como es el turismo debido al mirador de Catarina, Laguna de apoyo que está ubicada en la zona alta y sin quedar atrás la artesanía que ocupa un segundo lugar en los ingresos económicos ya que debido a la gran cantidad de turistas estas se venden con gran facilidad, lo cual trae consigo un crecimiento en la demanda de servicio de agua potable y de buena calidad.

Solo el 88% cuentan con este servicio, es decir que un 12% de la población no cuentan con este servicio. Este trabajo desarrolla los siguientes Capítulos;

Capítulo I. **Introducción**, abordamos conceptos básicos de los componentes de una Red de distribución de agua potable y criterios a utilizar en el diseño.

Capítulo II. **Diseño Metodológico** utilizado en la investigación.

Capítulo III; **Diagnostico de la situación actual**, en este capítulo abordamos la caracterización del Casco Urbano del Municipio de Catarina, Diagnostico Socioeconómico del Municipio y Diagnostico técnico del sistema actual.

CAPITULO IV; **Propuesta de rediseño de la red de distribución de agua potable para el Casco Urbano del Municipio de Catarina.**



1.2. ANTECEDENTES

Desde tiempos pasados el agua ha constituido un factor fundamental para el desarrollo político, social y económico de un país, por lo tanto el agua es un elemento fundamental para la vida del ser humano.

En el municipio de Catarina del departamento de Masaya para el año 1998 al 2000 se construyó dos fuentes subterráneas llamados pozo número uno, pozo número dos y dos tanques de almacenamiento metálico sobre suelo bajo el mandato de Arnoldo Alemán el cual fue donado por el gobierno de Japón como una muestra de amistad y cooperación con el país de Nicaragua, según (ENACAL 2017).

Actualmente el casco urbano del municipio de Catarina se abastece de dos fuentes subterráneas las cuales se les realiza mantenimiento, así como a la línea de conducción y red de distribución, sin embargo, no se tiene previsto la construcción o mejoramiento de una nueva fuente.

Al hurgar en las fuentes bibliográficas observamos que se han realizados numerosos estudios de rediseño del sistema hidráulico de agua potable entre los cuales se encuentran.

Seminario de graduación SM, ING, 378.242 LOP 2016 “Propuesta de Diseño Hidráulico nivel de pree factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable en la comarca “CUAJACHILLO” N02 del Municipio de Ciudad Sandino Departamento de Managua.

Seminario de graduación SM, ING, 378.242 Agua2010” Mejoramiento y Ampliación de Sistema de Abastecimiento de Agua potable en la Comarca MOMOTOMBO-LA PAZ CENTRO, departamento de León.”.

Tesis monográfica TM, ING, 378.242 Mend 2013:” Rediseño del sistema de agua potable de la ciudad de Nandaime, Departamento de granada, con un periodo de diseño de julio 2011 – Julio 2031”.

Seminario de graduación SM, ING, 378.242 Esp 2006;” Evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de el Sauce, departamento de León”.

Informe final “Sustitución de Tuberías de Asbesto Cemento Existentes en la Ciudad por PVC para la Mejora del Suministro de Agua Potable del Municipio de Catarina”, Consultora Rocha Obras civiles y Sanitarias.



1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El sistema de abastecimiento de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina, en la actualidad se encuentra en malas condiciones debido a que más del 60 por ciento de la red existente son de Asbesto Cemento (AC) por lo cual las tuberías se encuentran obsoletas en vista que ya dieron su vida útil, esta situación no permite una distribución eficiente del servicio de agua potable, el cual presenta déficit en las presiones de la tubería y pérdidas de agua (ANC) en todo el sistema de distribución de agua potable.

La población ha realizado conexiones domiciliarias de maneras incorrectas provocando pérdidas de agua (ANC) que se convierten en cuantiosas pérdidas económicas en el sistema por la falta de medidores domiciliarios.



1.4. JUSTIFICACIÓN

En la presente investigación nos proponemos realizar un Rediseño del sistema hidráulico de agua potable del casco urbano que cumpla con los criterios NTON – 09003-99, Normas para el diseño de sistema de abastecimiento y potabilización del agua (Sector Urbano) de nuestro país aportando al bienestar y un mejor nivel de vida de las personas que habitan en el casco urbano del municipio de “Catarina” departamento de Masaya.

Por lo cual a través del presente seminario de graduación estaremos proponiendo un rediseño hidráulico de la red de abastecimiento con un periodo de diseño de 20 años, cumpliendo con la demanda actual y futura, así mismo tiene la finalidad de brindar una solución a este municipio en pro de la mejora de condición de vida de la población en el casco urbano, mediante esta propuesta de rediseño hidráulico se podrá realizar los correctivos que sean necesarios para dar solución a la problemática.

Además, es vital realizar un mejoramiento que preste un buen servicio de buena calidad a los habitantes, acción que beneficia a este municipio en conjunto al mejorar la administración de servicios públicos de agua potable, esto tiene un gran alcance social, pues se trata de una problemática de vital importancia.

La puesta en práctica de la propuesta de rediseño hidráulico del sistema de agua potable que se hace en este estudio será importante para resolver el problema práctico del servicio de agua potable. Lo que generara muchos beneficios y contribución al casco urbano del municipio de Catarina.



1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

- Rediseñar hidráulicamente el sistema de agua potable en el casco urbano del municipio de Catarina, departamento de Masaya.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del sistema de agua potable del casco urbano del municipio de Catarina.
- Proponer el rediseño hidráulico del sistema de agua potable para casco Urbano del municipio de Catarina, del departamento de Masaya.
- Elaborar planos constructivos del rediseño hidráulico de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina.
- Elaborar el presupuesto del sistema hidráulico propuesto.



1.6. MARCO TEÓRICO

Se conoce como red de abastecimiento de agua potable al sistema de obras de ingeniería que permite que llegue el agua desde el lugar de captación al punto de consumo en condiciones correctas, tanto en calidad como en cantidad.

Es importante tener en cuenta que esta agua antes de ser enviadas a las viviendas se transformará en agua potable, dependiendo el origen de estas, se le hará un proceso de saneamiento y desinfección. Ahora bien, el sistema que utiliza aguas superficiales consta de cinco partes principales como son la captación, el almacenamiento de agua bruta, el tratamiento, almacenamiento de agua tratada y red de distribución. Este sistema se considera como la red de abastecimiento de agua potable más completa. **Fuente: Revista ARQHYS. 2012, 12. Red de abastecimiento de agua potable. Equipo de colaboradores y profesionales de la revista ARQHYS.com. Obtenido 01, 2018, de <http://www.arqhys.com/contenidos/red-agua.html>.**

1.6.1. Partes y Características del sistema de abastecimiento de agua potable.

Se puede establecer que el sistema de abastecimiento de agua potable consta esencialmente de:

1. Fuentes de abastecimiento y obras de captación
2. Líneas de conducción
3. Almacenamiento
4. Tratamiento
5. Estación de Bombeo
6. Red de distribución

1.6.1.1. Fuentes de abastecimiento y Obras de captación

Las fuentes de abastecimiento deben ser permanentes y suficientes, pudiendo ser superficiales o subterráneos suministrando el agua por gravedad o bien mediante estaciones de bombeo.

La captación del agua puede ser tomada de fuentes superficiales o en fuentes subterráneas dependiendo de las condiciones o disponibilidad de las aguas superficiales (lagos, ríos, etc.) o subterráneas (pozos). Las fuentes de abastecimiento de agua constituyen el elemento primordial de carácter condicionante para el diseño de los demás elementos de un sistema de agua potable, de forma tal que para proceder a la secuencia de diseño de todos los elementos se



requiere haber establecido previamente su localización, tipo, capacidad, y la caracterización cualitativa del agua a ser entregada.

- **En la zona en estudio el origen del agua es agua subterránea**, captada a través de pozos; en este caso para transformarla en agua potable deberá ser sometida a tratamientos, que van desde la simple desinfección y filtración, hasta la desalinización.

Ventajas y desventajas del tipo de fuente de abastecimiento.

VARIABLES	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUBTERRANEA
Disponibilidad de caudal	Mayor disposición	Medio bajo
Variación de caudal	Muy variado	Poca variable
Localización	Casi siempre sitúan largos del sitio de consumo	Existe más libertad para ubicar la captación más cerca
Extracción	no siempre requiere bombeo	siempre se requiere de bombeo
Costos de bombeo	más bajo	Más altos
Características físicas	Presentan mayor turbidez en invierno	Menor
Grado de Mineralización	Variable	En función de las características de los estrato
Contaminación	Alta posibilidad de contaminación bacteriológica sobre todo en época de invierno	Poca posibilidad de contaminación
Tratamiento		Casi siempre es más bajo a veces solo requiere cloración

Tabla 1: Ventajas y desventajas de las Fuentes de abastecimiento,

Fuente: Normativas técnicas para el abastecimiento y potabilización del agua (INAA), 1999.

1.6.1.2. Líneas de conducción

Las aguas captadas deben en general ser conducidas al sitio de consumo para lo cual se requieren las líneas de conducción estos pueden ser por gravedad o por bombeo; poder ser a través de canales abiertos o conductores cerrados a presión dependiendo de la topografía del terreno.

Una línea de conducción está constituida por la tubería q conduce el agua desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento o red de distribución, así como los accesorios,

dispositivos o válvulas integradas a ellas. La capacidad debe ser suficiente para transportar el gasto de diseño para el fin de periodo de diseño, según su ubicación puede ser:

FUENTE-RED / TANQUE-RED / FUENTE-TANQUE

De acuerdo a la naturaleza y ubicación de la fuente de abastecimiento en la zona en estudio podemos definir un sistema de Líneas de conducción por bombeo, para una mejor comprensión del mismo hacemos una breve descripción del mismo.

Líneas de conducción por bombeo; A diferencia de una línea de conducción por gravedad donde la carga disponible es un criterio lógico de diseño que permite la máxima economía, al elegir diámetro cuyas pérdidas de carga sean máxima, en el caso de líneas de conducción por bombeo la diferencia de elevación es la carga a vencer, será incrementada de acuerdo a la selección de diámetros menores, existirá relación inversa de costo entre potencia requeridas y diámetro de la tubería.

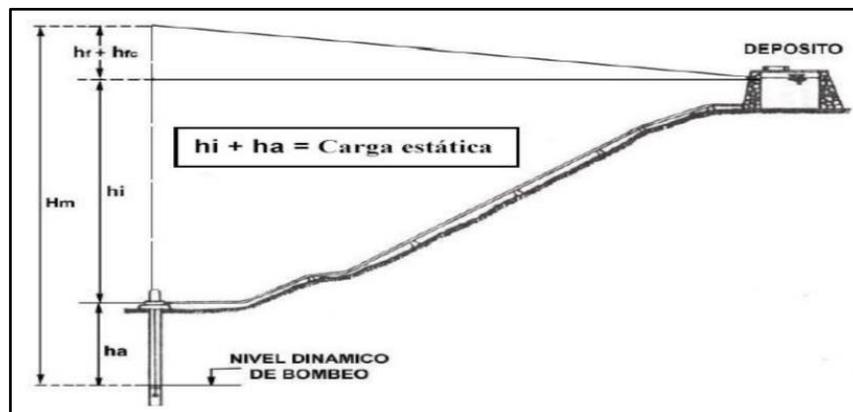


Ilustración 1: Línea de conducción por Bombeo

Fuente: Normativas técnicas para el abastecimiento y potabilización del agua (INAA), 1999.

1.6.1.3. Almacenamiento

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua tanto desde el punto de vista económico si como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente. Los almacenamientos realizan las funciones de:

- Compensar las variaciones de consumo diario
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
- Atender situaciones de emergencia, tales como incendios.



Pueden ser constituidos directamente sobre la superficie del suelo o sobre torres estos cuando por razones de servicio haya que elevarlos, en casos de estar construidos sobre suelo deben ser construidos en concreto armado, y en casos de estar elevados serán metálicos o de concreto, en el área en estudio se dispone de Tanques metálicos construidos sobre la superficie del suelo.

1.6.1.4. Tratamiento

La mayoría de las aguas seleccionadas requerirán de mayor o menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia la mayoría de los sistemas de agua potable poseen pozo de tratamiento (como mínimos de cloración) dependiendo de la calidad del agua.

1.6.1.5. Estación de Bombeo

La mayoría de los casos los S.A.A.P necesitan de las estaciones de bombeo para elevar o darle presión suficiente al agua para abastecer satisfactoriamente a los distintos sectores de la ciudad.

1.6.1.6. Red de Distribución

Distribuye el agua a todos los puntos de consumo, su importancia radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en calidad y presión adecuada durante todo el periodo de diseño (20-25 años). Las cantidades de agua están definidas por los consumos estimados en base a las dotaciones de agua.

Dependiendo de la topografía, de la vialidad, y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribución.

Tipos ramificados: Son redes de distribución construidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueda constituir pequeñas mallas o constituidas por ramales ciegos. Este tipo de red es usado cuando la topografía dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

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



Las redes malladas estarán constituidas por la matriz de distribución de las tuberías principales, tuberías secundarias o de relleno y ramales abiertos. Las tuberías principales constituyen las mallas cuyos tramos se definen con los nodos que lo comprenden, para ellos se definen un nodo en base a lo siguiente:

- Intersección de dos tuberías principales
- Todo punto de alimentación
- Tramos no mayores de 500m (100-300)

1.6.2. Criterios de diseño para sistemas de agua potable

1.6.2.1. Periodo de Diseño

El criterio de diseño es de 20 años, sin embargo, los componentes del sistema se dimensionarán en etapa, esto desde el punto de vista técnico, para ser más viable la función de las mismas y ser susceptibles de ampliaciones de acuerdo a la demanda.

1.6.2.2. Criterio para proyección la Población.

La proyección de la población de diseño se hizo mediante el método geométrico utilizando la expresión:

$$P_n = P_o (1 + r)^n; \quad \text{Donde:}$$

P_n: Población proyectada al año n

P_o: Población inicial

R: Tasa de crecimiento poblacional

N: Año de proyección

1.6.2.3. Variaciones de consumo

Para estimar la demanda de máximo día (CMD) se utilizará el factor 1.5 aplicando a la demanda promedio diario (CPD). Para la demanda de máximo hora (CMH), se adoptará un factor de 2.5.

1.6.2.4. Criterios para Determinación del caudal (Q) de diseño.

La proyección poblacional del periodo de diseño se determinó por año. Presentando las cantidades de agua que se requieren para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de la



población proyectada. El consumo doméstico, se usó en base a la siguiente tabla; correspondiente a dotaciones de agua.

Rango de población	Dotación de agua	
	Gl/Hab/Día	Lt/Hab/Día
0-5000	20	75
5000 -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 a 100,00 y mas	50	189

Tabla 2: Rango de población para Caudal de diseño.

Fuente: Normativas técnicas para el abastecimiento y potabilización del agua (INAA), 1999.

El consumo doméstico (CD) de agua por habitante será de 25 g/día, lo cual equivale a 95 litros por día, este parámetro planteado por la normativa. Existe otros parámetros establecidos para determinar el caudal de diseño, tales como:

El consumo comercial = 7%*CD; El consumo público = 7%* CD; El consumo industrial = 2%*CD.

Las normas técnicas para el abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99) y establece que para una población mayor de 5000 habitantes se debe tomar en cuenta un volumen de agua para incendios, también establece la dotación de agua que varía según el rango de la población a proyectar.

Caudales contra incendio				
Intervalos de población		Caudales		Caudales por toma
0	5000	no se considera		
5000	10000	80 gpm	200 gpm	1 toma de 150 gpm
10000	15000	200 gpm	550 gpm	1 toma de 250 gpm
15000	20000	350 gpm	550 gpm	2 tomas de 250 gpm c/u
20000	30000	550 gpm	1000 gpm	3 tomas de 250 gpm c/u
30000	50000	1000 gpm	1500 gpm	2 tomas de 500 gpm c/u
50000	100000 y mas	1500 gpm y mas		3 tomas de 500 gpm c/u

Tabla 3. : Caudales de diseño contra incendio;

Fuente: Normativas técnicas para el abastecimiento y potabilización del agua (INAA), 1999.

1.6.2.5. Criterios para el Diseño de Líneas de conducción

Para el diseño de la línea de conducción se hizo análisis en presiones y velocidades por cada una de las etapas que fueron definidas a lo largo del periodo de diseño, de modo que estas resultaran adecuadas. Los pozos existentes que alimentan actualmente nuestra zona de estudio, Seguirán abasteciendo la demanda requerida a lo largo del periodo de diseño.

PRODUCCION GPM (GALONES POR MINUTOS)	
P1	287.14 GPM
P2	281.31 GPM

Tabla 4: Capacidad de pozos existentes

Fuente: Enacal Filial Masaya.

Está constituida por la tubería que conduce el agua desde la fuente de captación, hasta el tanque de almacenamiento o red de distribución, así como las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ellas, (NTON 09 003-99, 1999).

- **Cálculo del diámetro de tubería**

$$\varnothing = \frac{\sqrt{4Q}}{\pi V}$$

Dónde: Q= caudal

V= velocidad del caudal

\varnothing = diámetro de la tubería

- **Calculo de la velocidad permisible donde $v < 2\text{m/seg}$**

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

Dónde: Q= caudal

V= velocidad del caudal

\varnothing = diámetro de la tubería



- **Cálculo de sobrepresión y presión total en tubería**

$$\Delta H = 2L * VGT$$

Dónde: ΔH = Sobrepresión en tubería V= Velocidad en tubería

L= Longitud de tubería G= Gravedad

T= Tiempo de parada

- **Selección de diámetro**

Se procede a graficar los gastos dentro del rango del período de diseño contra las pérdidas (hf), haciendo el análisis económico de 3 o 4 diámetros diferentes o también de un diámetro para encontrar las pérdidas con diferentes gastos y posteriormente encontrar para cada caso los costos y la capacidad económica de ese diámetro.

Un pre dimensionamiento comprende hacerse en base a la fórmula de Bresse:

$$D = 1.3 X^{1/4} Q_{bomb}^{1/2}$$

X= N/24; Donde:

D: Diámetro interior aproximado (m). N: Número de horas de bombeo al día.

Q_b: Caudal de bombeo obtenido de la demanda hora por persona, del análisis poblacional y del número de horas de bombeo por día en (m³/s).

$$K_4 = 0.7 - 1.6$$

Este método comparativo es por medio de anualidades, considerando el período para el que se diseña el acueducto. Se hacen 3 o 4 diámetros diferentes y se encuentran las pérdidas ver ilustración 3, para cada uno y se hace análisis económico.

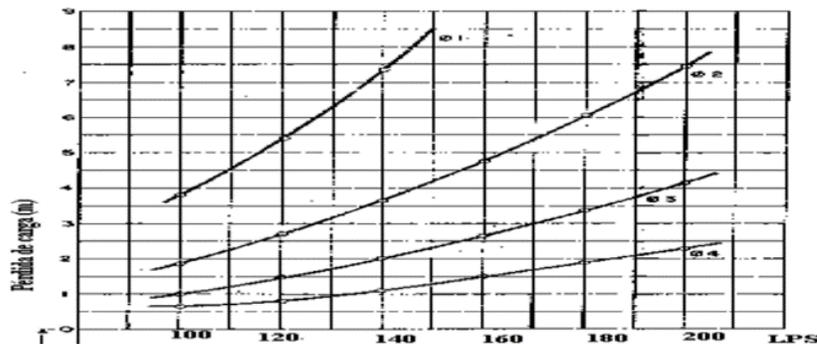


Ilustración 2: Relación Gasto Perdida

Fuente: Normativas técnicas para el abastecimiento y potabilización del agua (ENACAL), 1999.

1.6.2.6. Criterios de Diseño en Red de distribución.

Los resultados del análisis de la red de distribución se pueden apreciar en los esquemas de EPANET.

En la red proyectada se propone la instalación de válvulas que posibiliten aislar sectores de la localidad. Para tal propósito se definieron Zonas (zona alta y zona baja) y de esta manera se contribuirá a un mejor funcionamiento de servicio, procurando minimizar el número de válvulas y el diámetro de las mismas.

Cobertura de redes o tuberías.

En general se usará una cobertura de 1.20 m sobre la corona de las tuberías. En caminos y áreas de poco tráfico, dicha cobertura podrá reducirse a 1.0 m en los casos que esta cobertura no sea posible, se recomendarán protecciones especiales para la tubería.

Presiones y velocidades

Las presiones en los nodos tienen que mantenerse dentro de un rango, para garantizar que el agua llegara a todos los sectores que se tengan pensado abastecer este rango se encuentra entre 14 mca y los 70 mca para las localidades urbanas que es el criterio con que se trabajó, como se parecía las presiones se encuentran dentro del rango la más mínima presión que se obtuvo es de 15.36 mca y la más alta es de 34.70 mca.

Con respecto a las velocidades las cuales se representan en las tuberías estas cumplieron de manera satisfactoria ya que estas al igual que las presiones tienen que cumplir con un rango de



velocidad el cual muestra que para Nicaragua las velocidades límites están dentro de 0.6 hasta 2 m/s y las velocidades según análisis se encuentran 0.14 ms y 1.68 ms.

Los diámetros mínimos de las tuberías principales que estarán funcionando a lo largo del periodo, siendo el diámetro mínimo 25 mm y 150 mm como máximo.

Tuberías y Nodos

Lo que se muestra en nuestra tabla de datos de EPANET es la numeración de las tuberías y nodos, se puede observar que las tuberías recibieron un orden que va de 1 hasta la última tubería que sería 74; de igual manera ocurre con la numeración de los nodos estos están en dependencia de la forma en que se trazaron, la numeración no tiene efecto a la hora del análisis ya que los datos son solo para dar una mejor perspectiva o una mejor visualización de lo que se está haciendo.

Demanda base

La demanda base representada en el gráfico de EPANET, es el caudal que entra a la red tomado del consumo de máxima día (CMD) el cual es equivalente al 1.5 del consumo promedio diario (CPD): $CMD = 1.5 * CPD$

La red se evaluará para el último periodo de diseño comprendido en el año 2038, el caudal que se usara para el análisis es $CMH * 2.5 = 31.87$ l/s.

Se puede observar que el caudal 31.87 l/s será el caudal de diseño y este a su vez distribuirá en toda la red por medio de la concentración de nodos los cuales representan una parte del caudal de entrada, esta distribución se hace con el objetivo de brindar servicio a toda la población.



II. DISEÑO METODOLOGICO



2.1. AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realiza una propuesta de Rediseño en el sistema hidráulico del abastecimiento de agua potable del casco urbano del municipio de Catarina, Departamento de Masaya.

2.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según (BERNAL, 1998). El diseño de investigación de corte transversal se recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único, con el propósito de describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado, por ende, los diseños transversales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiestan una o más variables

El presente trabajo de investigación es descriptivo de corte transversal, en él se evidencian características propias de la población como su economía y transversal porque está planeada realizarse en un período de nueve meses, desde el mes de marzo hasta el mes de noviembre del año 2017.

2.3. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Según (BERNAL, 1998). El enfoque cualitativo incorpora características parámetros y cualidades de una determinada área de estudio o población que la incorpora, sin embargo, define el enfoque cuantitativo como representaciones numéricas.

El enfoque es mixto ya que se utilizó las definiciones ya mencionadas, puesto que conjuga ambos enfoques, se analiza una población como, por ejemplo; sus actividades económicas, pero también se centra en el rediseño de un sistema de abastecimiento de agua potable (SAAP).

2.4. POBLACIÓN BENEFICIARIA

(BERNAL, 1998). Se procede a delimitar la población que va ser estudiada y sobre el cual se procede generalizar los resultados. Así, una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.

Para desarrollar esta investigación se ha considerado la población de todo el Casco Urbano del Municipio de Catarina, una población estimada de 4,069 habitantes en la zona urbana.



2.5. FUENTES DE INFORMACIÓN

Primaria: Las diferentes instituciones del estado; Alcaldía Municipal de Catarina, Ministerio de Salud (MINSAL), Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), todas ellas ubicadas en la zona en estudio.

Secundaria: Se tomó de libros, monografías, internet, páginas web.

2.6. TIPO DE MUESTRA

La muestra está contemplada por la población del Casco Urbano del Municipio de Catarina.

El método de muestreo que se aplicó es el muestreo probabilístico. El cual establece que se seleccionan las personas al azar, y cualquier individuo tiene la misma posibilidad de ser escogido, (BERNAL, 1998).

2.7. MUESTREO

Para la formulación de este proyecto fue necesario plantear a cuantas personas de cada sector y comunidad de estudio se le aplicó esta encuesta.

(BERNAL, 1998). El muestreo proporcional consiste en determinar el tamaño de la muestra a partir de una investigación piloto realizada con anterioridad en el sitio. El tamaño de la muestra se determinó usando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{\epsilon^2 (N-1) + Z^2 P Q}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra necesaria

Z= Margen de confiabilidad o número de unidades de desviación estándar en la distribución normal que producirá el nivel deseado de confianza para una confianza de 95% o un $\epsilon=0.05$, $Z=1.96$, para una confianza del 99% o un $\epsilon=0.01$ $Z=2.58$ (Se tomó confiabilidad de 99% entonces $Z=2.58$).

P= Probabilidad de que el evento ocurra, dato obtenido de la investigación piloto ($P=99\% \approx 0.99$).

Q= Probabilidad de que el evento no ocurra ($Q=1\%-0.01$)

$$Q = 1 - P = 1 - 0.99 = 0.01$$



€= Error o diferencia máxima entre la media muestra y la media de la población que se está dispuesto a aceptar con el nivel de confianza que se ha definido (€=0.01)

N= Tamaño de la población (se tomó el número de casa 1678 casas porque es una encuesta por vivienda no personas).

$n = (2.58)^2 \times (0.99) \times (0.01) \times (1678) / (0.01)^2 \times (1678-1) + (2.58)^2 \times (0.99) \times (0.01) = 659.34 \approx 660$ encuestas.

2.8. MÉTODO

BERNAL, 1998). Se desarrolló mediante el método analítico, puesto que se aplicó las variables separadas por cada objetivo, tales como: Sistema de abastecimiento, costos del rediseño y de planos constructivos.

2.9. TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

En primer plano se recopiló la información mediante visitas al sitio y entrevistas realizadas al personal del área de mantenimiento del sistema existente, por parte de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL). Se ejecutaron entrevistas a la población para determinar el diagnóstico socio-económico del municipio en estudio. La información topográfica y de la tubería existente se ejecutó por medio del instrumento topográfico GPS, con ayuda de coordenadas de google earth a fin de verificar información proporcionada por Enacal y la alcaldía de Catarina. El instrumento GPS se usó para determinar coordenadas de puntos, las elevaciones se obtuvieron del software Google Earth.

Se aplicó una investigación de acción participativa, puesto que para la elaboración de este material fue necesaria la participación de la población en general del municipio, donde se tomó en cuenta los siguientes pasos: En este punto se recolectó toda la información necesaria para poder elaborar y desarrollar nuestro trabajo, para esto se realizaron visitas al sitio con el fin de obtener información de la propia comunidad e instituciones que velan por las necesidades del municipio, el objetivo de estas visitas es concientizar a la población de la necesidad de desarrollar este proyecto, para el bienestar a futuro de ellos mismos.



III. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

Para la elaboración del diagnóstico de la situación actual del Casco Urbano del Municipio de Catarina, se tomó como guía tres parámetros importantes, los cuáles son: Caracterización del sitio de estudio, diagnóstico socio-económico del municipio y el diagnóstico técnico del acueducto de agua potable existente.

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA EN ESTUDIO

3.1.1. Localización

Catarina es uno de los nueve municipios del departamento de Masaya, se ubica en la Meseta de los pueblos a 40 kilómetros de Managua por la carretera a Masaya. Perteneció al corredor turístico de Los Pueblos Blancos.

Se encuentra entre los 11°54N y 86°04O. Limita al Norte con el municipio de Masaya, al Sur con el municipio de San Juan de Oriente, al Este con la ciudad de Granada y al Oeste con los municipios de Niquinohomo y Nandasmo.

La zona propuesta para el Rediseño Hidráulico de agua potable está delimitada al Casco Urbano del Municipio de Catarina.

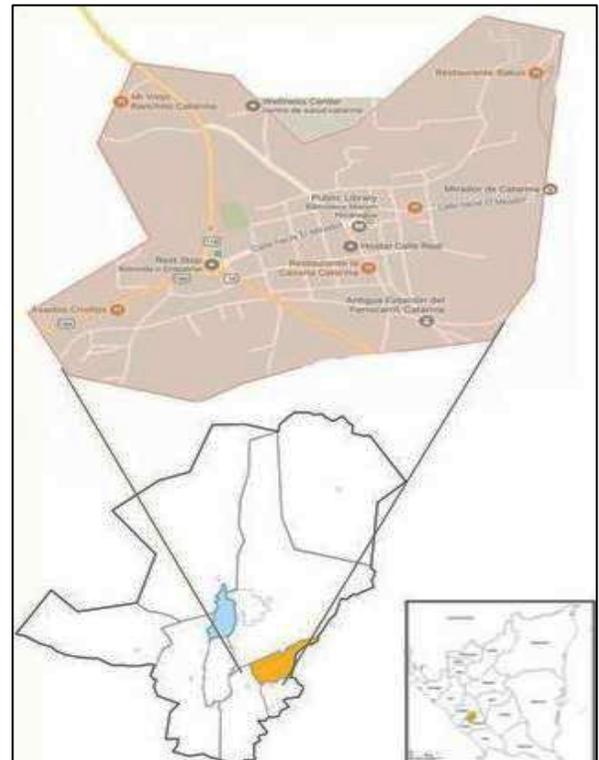


Ilustración 3: Localización del Municipio de Catarina.

Fuente. Elaborado por los autores

3.1.2. Servicios Básicos

El casco urbano dispone de servicios públicos e infraestructura como son: servicios de electricidad, agua potable, telefonía convencional, telefonía móvil, centros de salud, escuelas. Etc. El área rural cuenta con servicios de electricidad, agua potable y telefonía celular, centros de salud, escuelas; sin embargo, los servicios de agua potable y telefonía son inestables.

El sector educativo dispone de 4 librerías, 2 escuelas de preescolar y primaria y 1 escuela secundaria. La ciudad cuenta también con 1 establecimiento de enseñanza cultural, 1 escuela técnica y 1 biblioteca.

3.1.3. División Poblacional

Catarina tiene una extensión territorial de 11.49 kilómetros cuadrados.

Las zonas poblacionales pueden dividirse en cinco:

Zona 1: Se encuentra al Oeste El Jaboncillo y Tirima

Zona 2: Ubicada al noroeste abarcando la comarca de La Frontera,

Zona 3: Comprendida por la comarca de Pacaya ubicada al Norte del municipio.

Zona 4: Establecida al Este, comprende el sector de la Laguna de Apoyo.

Zona 5: Es el área Urbana del Municipio



Ilustración 4: Zona en Estudio

Fuente: Alcaldía de Catarina

En la parte inferior, Delimitación del Casco Urbano del Municipio de Catarina (Ilustración N°6), definimos el área de influencia área Urbana del Municipio de Catarina (Zona 5).

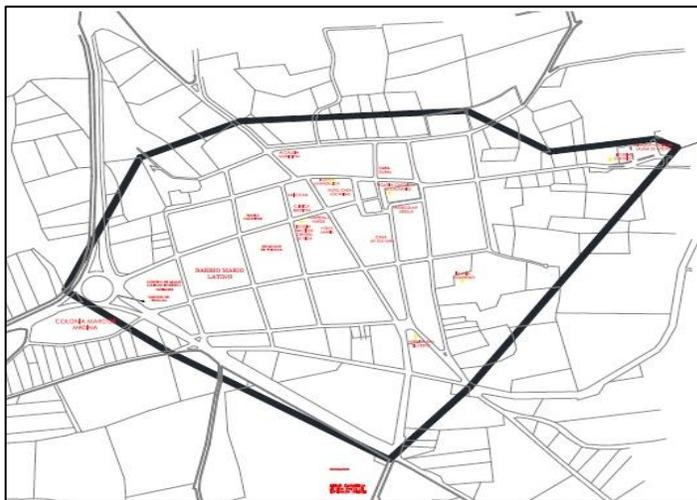


Ilustración 5: Delimitación del Casco Urbano del Municipio de Catarina (Zona 5)

Fuente: Elaboración por los autores

En relación a la infraestructura vial las calles del municipio de Catarina son calles adoquinadas de 7 mts de Ancho en todo el casco Urbano.

3.1.4. Caracterización Climatológica

El municipio de Catarina está ubicado en la zona del pacífico de Nicaragua y localizada a una Altitud de la ciudad: 520.00 m.s.n.m (Metros sobre el Nivel del Mar), su temperatura promedio en verano es de 27 grados, y en invierno baja hasta 22 grados.

De acuerdo con la clasificación climatológica de Nicaragua, según estudios de INETER el clima del área de estudio corresponde a tropical de Sabana, que caracteriza la región del pacífico y partes accidentales de la cordillera central desde en nivel medio del mar (n.m.m) hasta los 1000 metros de altura.

3.1.5. Hidrología

Tres cuencas hidrográficas muy accidentadas pertenecen al Municipio de Catarina:

La laguna de apoyo y sus laderas,

La cuenca de Nandaime

La cuenca de la laguna de Masaya.



Estas últimas compuestas por un sistema de cañadas La altura promedio es de unos 500 msnm. Su punto más alto es el Cerro Pacaya (623 msnm) descendiendo poco a poco hasta el límite con el municipio con Niquinohomo.

En el área considerada, el agua subterránea se originó principalmente en el periodo Cuaternario Volcánico de Apoyo y la formación las Sierras, en condiciones libres a semi-artesianas. En el Municipio de Catarina el agua tiene una profundidad que varía de 76 m en los pozos Niquinohomo y hasta 114 m en los pozos Diriomo.

Recarga de agua subterránea

La recarga del reservorio subterráneo es provista en su totalidad por el agua meteórica, o más precisamente por su infiltración a la zona saturada. Prácticamente toda el área actúa como medio de recarga por el tipo de formación, y comprende toda la zona en que están ubicadas Niquinohomo, Catarina, Diría, Diriomo y otras áreas a sureste de esta última.

Los pozos construidos en la parte alta de la zona tienen el inconveniente de su poca área de recarga y de estar cerca de un parte aguas, por lo tanto, conviene profundizar los pozos hasta penetrar el mayor espesor posible del acuífero regional de la formación las sierras.

Movimiento de agua subterránea

El movimiento del agua tiene una dirección dominante hacia el Sur Este, moviéndose de las partes más altas hacia la planicie de Nandaime. El flujo subterráneo en una sección situada aguas debajo de Diriomo y con una Longitud de 4.0 km, tiene un rendimiento seguro de 18.5 MMC por año. (Según datos y estudio Enacal)

En el estudio hidrogeológico realizado por ENACAL en 1984 a toda la meseta de Carazo, en la cual se incluyó el área del Acueducto Regional “Los Pueblos”, se determinaron valores de transmisividad que variaron entre 70 y 7450 m²/día. Sin embargo, para la estimación de rendimiento seguro de toda la meseta se adoptó un valor medio de 745 m²/día.

La revisión de la información disponible permite llegar a las siguientes conclusiones: En el área del Acueducto Regional “Los Pueblos” existe también un acuífero más local, el cual se ha explotado por más de 30 años. Puede considerarse que el área es favorable desde el punto de vista hidrogeológico. La producción de los pozos en el área del Acueducto Regional “Los Pueblos” varía entre 220 a 700 Gpm con un promedio de 340 Gpm. La ubicación de los pozos

P1 y P2 que son nuestras fuentes de abastecimiento para el sistema de agua potable del casco urbano del municipio de Catarina, Departamento de Masaya. Se encuentra en el punto 10 del grafico expuesto (Ilustración 6), en la zona de Niquinhomo.

No es recomendable perforar cerca del Casco Urbano, en las cercanías de la Laguna de Apoyo, por ser una zona propensa a Terremotos y Replicas. (Ver Ilustración n° 6).

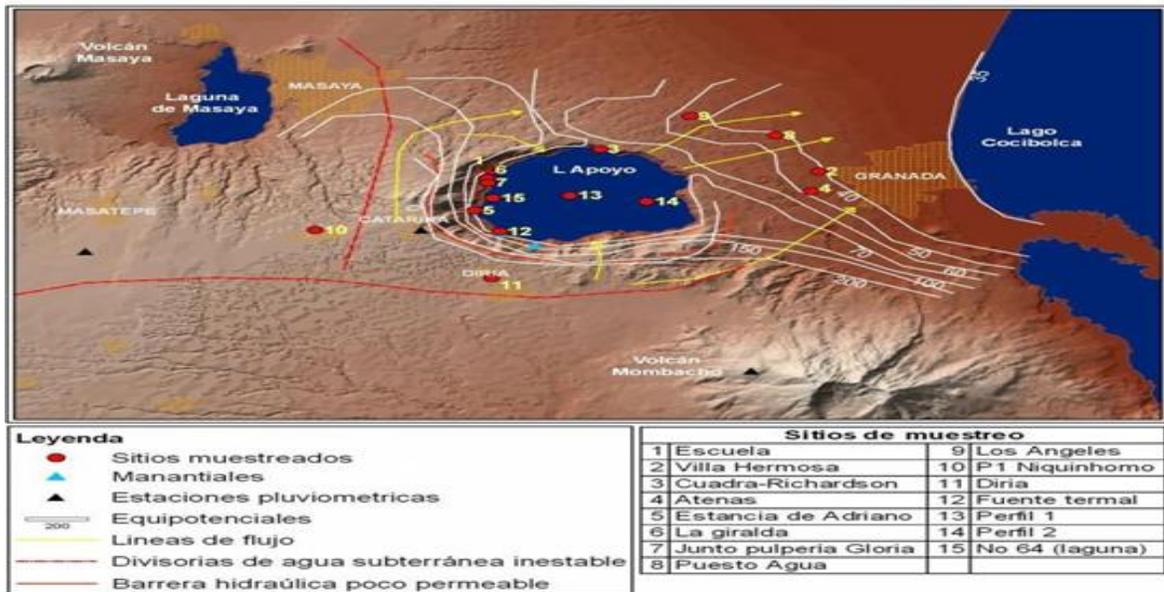


Ilustración 6. Flujo de agua subterránea y sitios de muestreo. Modificado de Krasny 1995.

Fuente: Flores Meza Yelba y Calderón Palma Heyddy.09 Mayo 2010. Evaluación de la dinámica de la laguna de apoyo. Managua, Nicaragua. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228775564_Evaluacion_de_la_Dinamica_de_la_Laguna_de_Apoyo_mediante_Trazadores_Isotopicos_y_Geoquimicos

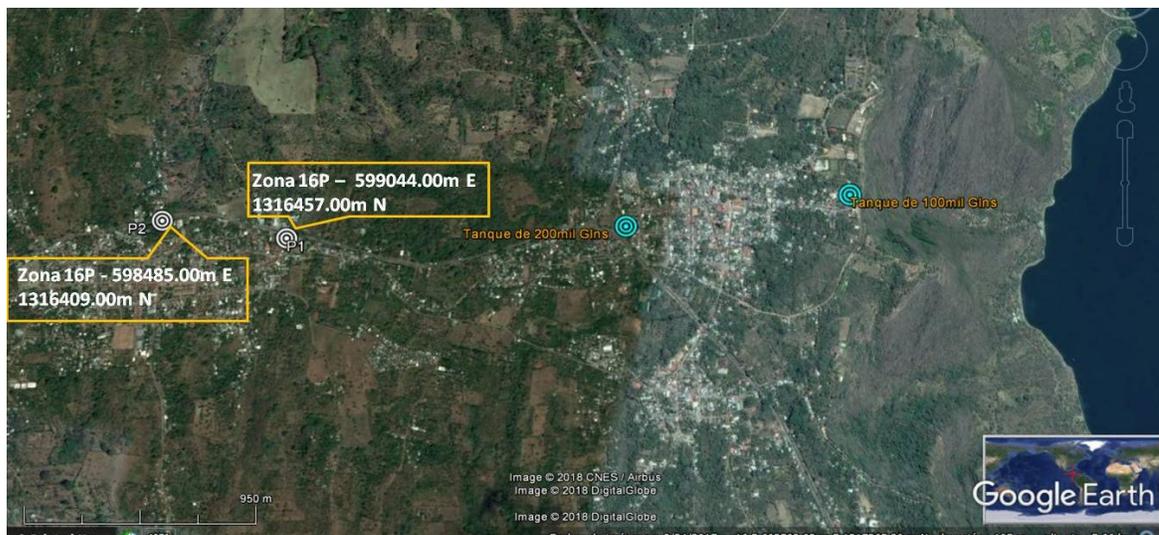


Ilustración 7. Ubicación de los pozos existente, Coordenadas UTM.
Fuente. Google Earth

3.2. DIAGNÓSTICO SOCIO-ECONÓMICO DEL MUNICIPIO

3.2.1. Población

El Área Urbana del Municipio de Catarina cuenta con una población estimada de 4,069 y 4,281 en el área rural, para un total de unos 8,350 habitantes según datos de Censo del 2016 - 2017 Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Nicaragua.

POBLACION CASCO URBANO CATARINA			
ENCUESTA	INIDE	BANCO CENTRAL	ENACAL
4500	4069	4079	5059

Tabla 5: Población Casco Urbano de Catarina

Fuente. Inide, pagina web Banco Central, Enacal, fuente propia

La población a partir de la cual se tomo fue de inide, siendo esta la más próxima comparando datos de vivienda del Banco central de Nicaragua, abonados de Enacal y datos encuesta

Según el Minsa la tasa la tasa de crecimiento es 1.74% y según el CSE es de 2.08% sin embargo esto puede aumentar en los próximos 20 años a un promedio de 170 personas por año, por esto utilizaremos una tasa de crecimiento de 2.5% según norma.

Según Inide el 28.63% son hombres, el 53.52% son mujeres y el 17.84% son niños, como se muestra en el siguiente grafico

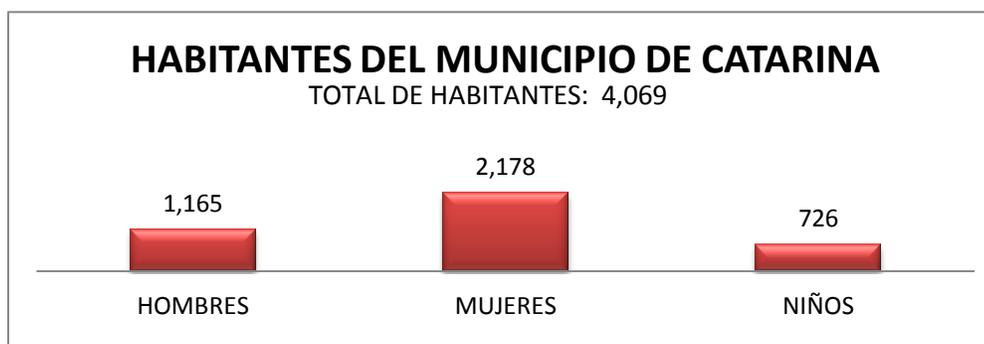


Tabla 6: Población estimada en el casco Urbano del Municipio de Catarina

Fuente: Elaboración por los autores

3.2.2. Viviendas

Según la cantidad de habitantes por vivienda, el 34.0 por ciento de las viviendas tienen de 1 a 3 habitantes (476 viviendas), el 41.5 por ciento de 4 a 5 habitantes (580 viviendas) y el 21.1 por

ciento de 6 a más habitantes (295 viviendas). El promedio general es de 4.1 habitantes por vivienda. Las viviendas que se encuentran deshabitadas o en condición de moradores ausentes totalizan 48, Datos según Cartografía Digital y Censo de Edificaciones, publicada por el Banco Central de Nicaragua en enero del 2017 para el municipio de Catarina.

En la cabecera municipal de Catarina se identificaron 1,678 edificaciones.

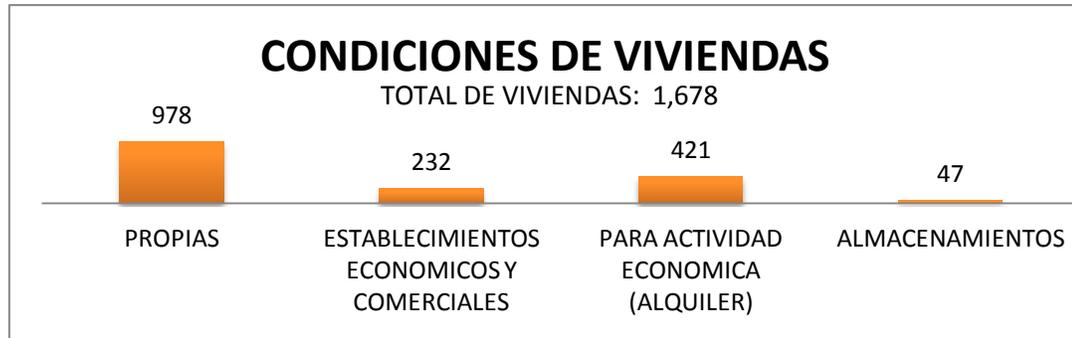


Tabla 7: Uso de edificaciones
Fuente: Elaboración por los autores

De estas, 978 (58.3%) se utilizan exclusivamente como viviendas; 421 (25.1%) son edificaciones utilizadas como viviendas con actividad económica; 232 (13.8%) se destinan para establecimientos económicos ubicados en un local independiente en mercados, centros comerciales, bancos, instituciones financieras, supermercados u otras ubicaciones; y 47 (2.8%) se utilizan para otros usos como bodegas, garajes, cementerios y edificios en construcción o en ruinas.

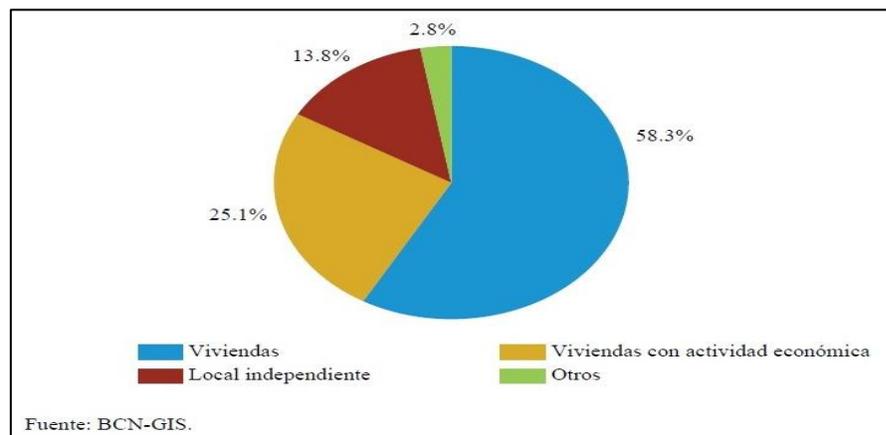


Ilustración 8: Tipos de Infraestructura

Fuente: Cartografía digital y censo de edificaciones 2017, Banco Central de Nicaragua

3.2.3. Actividades económicas

En términos generales la mayoría del empleo que se genera en la ciudad de Catarina es permanente (43.8%), seguido por los trabajadores por cuenta propia (31.5%), los patrones (11.7%), los trabajadores no remunerados (10.2%) y los trabajadores registrados como temporales (2.7%). Los trabajadores no remunerados normalmente son mano de obra familiar que ayuda en las actividades económicas sin devengar salarios.

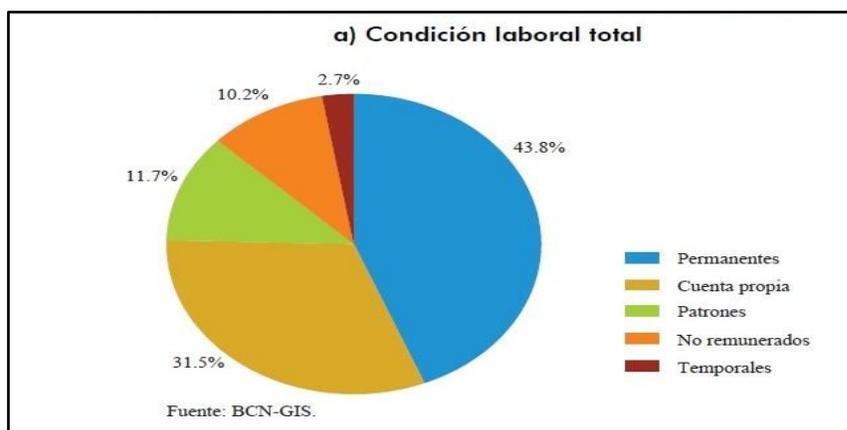


Ilustración 9: Condición Laboral en el Municipio

Fuente: Cartografía digital y censo de edificaciones 2017, Banco Central de Nicaragua

La actividad que genera mayor empleo es la venta al por menor de otros productos nuevos en comercios especializados (CIIU 4773), con 241 trabajadores, seguida por las actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas (CIIU 5610) y las actividades de venta al por menor en comercios no especializados con predominio de la venta de alimentos, bebidas o tabaco (CIIU 4711), entre otras.

Estas actividades totalizan 389 establecimientos, los cuales emplean a 748 personas que representan el 56.5 por ciento del total de trabajadores de esta ciudad. El 50.7 por ciento de los empleados en estas actividades son mujeres y el 49.3 por ciento son hombres.

Según las encuestas realizadas a la población se obtuvo la siguiente información.

3.2.4. Consumo de agua

Según datos Enacal el consumo anda por los 15m³ al mes por abonado con un promedio de 5.1 habitantes por vivienda el gasto es de 98lts por persona al día. Según entrevista con pobladores la zona urbano consume agua potable entre un rango de 60 y 70 lts persona al día

3.2.5. Capacidad de pago

Mediante resultados de la encuesta socio-económica se determinó la capacidad de pago que establece cada persona responsable de casa. Se han determinado tres tarifas para que la población elija la más conveniente. Más de la mitad elije una tarifa de 120 a 150 córdobas.

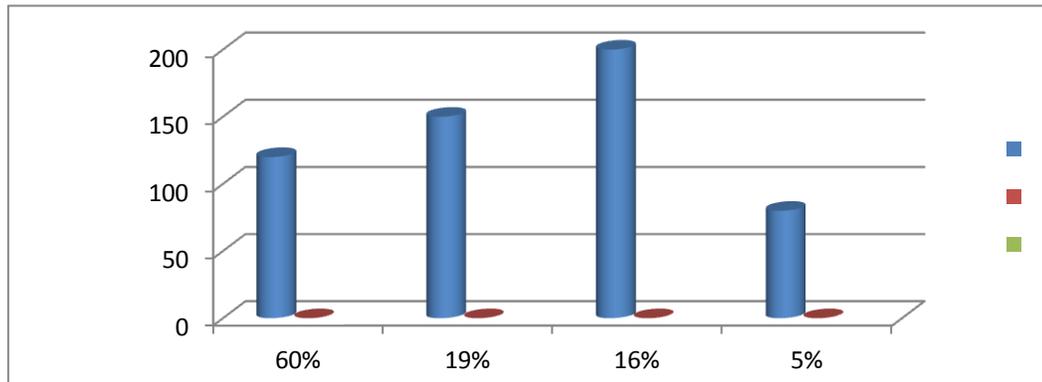


Ilustración 10. Tarifa de capacidad de pago,
Fuente: Elaboración propia por los autores.

3.2.6. Servicios básicos

El municipio de Catarina cuenta con el servicio domiciliario de agua potable, el cual está a cargo de la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (Enacal). Cabe mencionar que el 56% aproximadamente de la población cuenta con medidor lo cual dificulta la facturación del agua utilizada el resto posee conexiones ilegales o pagan cuotas fijas aproximadas de 120 córdobas mensuales.

3.3. DIAGNOSTICO TECNICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EXISTENTE.

3.3.1. Fuentes de abastecimiento y obras de captación existentes.

El sistema actual de abastecimiento de agua potable utilizado en el Casco Urbano del Municipio de Catarina se abastece de 2 pozos situados sobre la línea hacia el Municipio de Niquinohomo los cuales son P1 y P2 que a su vez es estación de rebombeo hacia el tanque de 200,000 galones, ubicado en la rotonda de Catarina, entre ambos pozos producen 568.45 Galones por min. Equivalentes a 3095.7112 M³ /día. Estos pozos fueron construidos por un proyecto del Gobierno Japonés como donación y una prueba de cooperación entre Japón y Nicaragua durante el año 1998- 1999 con un nivel freático de 276 MSNM.

La extracción del agua se realiza con equipos de bombeo eléctrico. De acuerdo a lo expuesto en los estudios del ENACAL el valor medio anual del flujo subterráneo del acuífero es del orden $5.28 * 10$ a la 6 M^3 . Estos son:

1. P1, lo cual su caudal es de 287.14 GPM.
2. P2, lo cual su caudal es de 281.31 GPM y que a la vez es una impulsadora o estación de rebombeo, ambos pozos producen un caudal de 568.45gpm (ver detalle en tabla # 8)

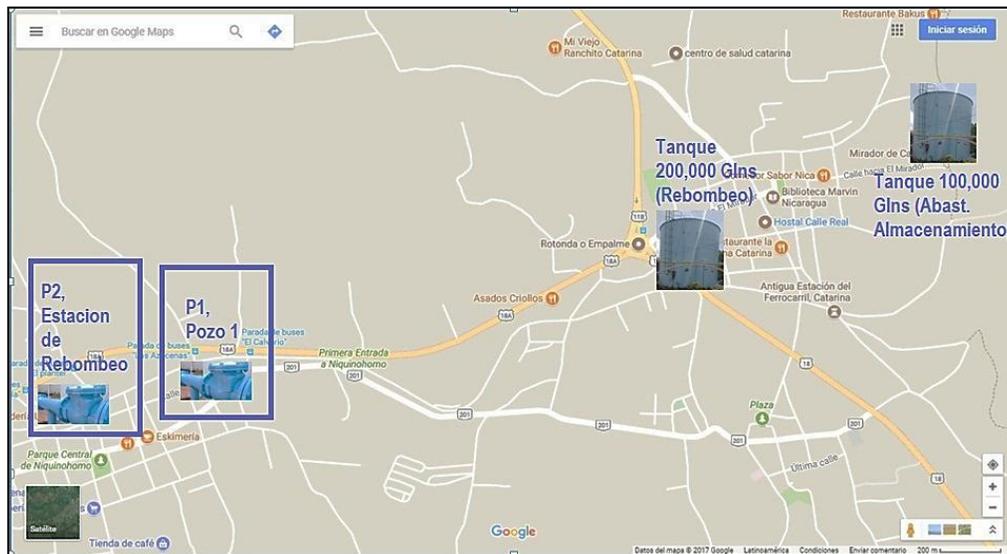


Ilustración 11: Ubicación de Pozos Existentes P1 y P2
Fuente: Elaboración por los autores

De acuerdo a los registros de bombeo que lleva la filial del ENACAL Catarina durante el año 2017 en el mes de enero operaron un promedio de 480 horas cada pozo, a razón de 16 horas al día produciendo en conjunto 52,084.0224 metros cúbicos de agua.

Descripción	P1	P2
Coordenadas- Zona 16P	559044.00mE-1316457.00mN	598485.00mE-1316409.00mN
Año de construcción	1998	1998
Años de Operación	20 años	20 años
Profundidad	350 m	324 m
Diámetro de perforación	0.6096 m	0.5045 m
Método de perforación	Rotativo	Rotativo
Nivel Dinámico del agua	243.9 m	243.9 m
Nivel estático del agua	233.9 m	233.9 m
Producción	7,412 GPM	6,842 GPM
Q. Bombeo	287.14 GPM	281.31 GPM
Horas de Servicio diario	16 – 18	16 - 18

Tabla 8. Datos y Características de los pozos
Fuente. ENACAL Filial Masaya



LOCALIDAD	NOMBRE Y/O N° DE FUENTE	COORDENADAS	CAUDAL GPM
NIQUINOMO	P1	11°54'26.01"N- 86° 5'25.82"O	287.14 GPM
	P2	11°54'24.51"N- 86° 5'44.28"O	281.31 GPM
Sub total- Niquinomo			568.45 GPM

Tabla 9: Capacidades de Caudal de Pozos
Fuente: Google Earth

La capacidad total de los pozos es de 568.45 GPM de acuerdo al registro de bombeo que fueron suministrados por ENACAL municipal. El pozo P1 y P2 llenan el tanque de rebombeo ubicado en el P2 y de ahí hacia el Taque de Almacenamiento (Acero sobre suelo) de 200,000 glns ubicado en la zona Sur de Catarina, una vez que este se llena, se rebombeo hasta el Tanque acero sobre suelo de 100,00 glns, ubicado en el Mirador y que es el que abastece a la Ciudad de Catarina. De los pozos el agua es conducida a la red y al tanque de almacenamiento por medio de una tubería de Hierro fundido de 8 pulgadas de diámetro con una longitud total de 3,230.00mts entre el ultimo pozo y el tanque de 100,000 Galones.

Los pozos están dotados con equipos de bombeo eléctricos sumergibles marca SAER de capacidades entre 100 y 125 hp (**horsepower**), con voltajes de V-460 y una amplificación Amp-126 (Serie-LS002193), de modelo MS-201-100HT, GAP: 2702160038, PH 3 de 8 pulgadas astrillado. Tipo sumergible Goulds Pumps (Serie OR-567748), de modelo 6-CHC-16ST6 de 16 etapas. Entre otras características el equipo de bombeo: posee una columna de hierro fundido (HF) de 4 pulgadas por 20 pies, un tubo PVC de 1 pulgada por 20 pies, un cable sumergible 3/0 * 32 pies, cable sonda numero 14 * 2l y varilla polo tierra 5/8 * 10 pies. (**Horsepower**).

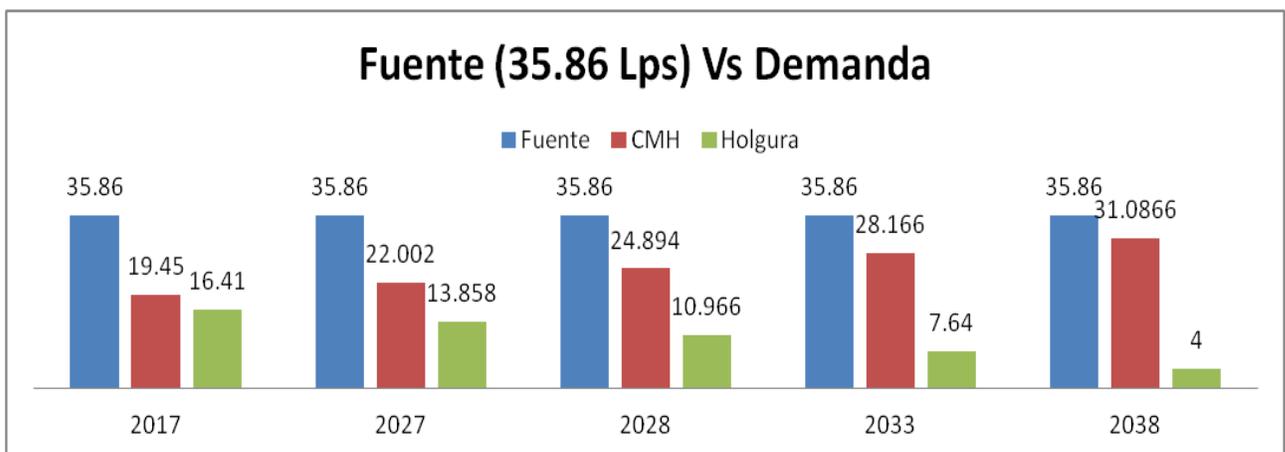


Ilustración 12: Esquema Fuente Vs Demanda,
Fuente. Elaboración Propia

En la gráfica presenta se muestra el balance entre la producción de la fuente y la demanda del sistema propuesto a lo largo del periodo de diseño mediante CMH (Consumo Máxima Hora).

Según inspección realizada con apoyo técnico de Enacal en los pozos utilizados, estos cuentan con medidores, los cuales se encuentran en mal estado y no están funcionando. Por ende no existe una medición exacta y no se contabiliza o controla el agua no facturada (ANF).

3.3.2. Líneas de conducción existentes

El municipio de Catarina actualmente cuenta con 1 línea de conducción de 3.23 Km de longitud desde P2 hasta el tanque de 100,000 Galones ubicado en la parte más alta de Catarina (Mirador), tienen diámetro de Ocho pulgadas, La línea de conducción es metálica de hierro fundido y se recomienda seguir utilizándola ya que se encuentra en buen estado y cumple con la demanda de la nueva propuesta de red de distribución. Lo cual recomendamos con el tiempo de uso de esta tubería de hierro fundido, la sustitución de la línea de conducción por PVC_SDR26 de diámetro de 8 pulgadas.

Entre el Pozo P1 y Pozo P2 tenemos una longitud de 0.56 km, Entre el Pozo P2 o estación de rebombeo y el tanque de almacenamiento de 200,000 glns tenemos una longitud de 2.13 km (ver detalle en Ilustración #12).



Ilustración 13: Distancias entre Líneas de Conducción.

Fuente: Google Earth



Fotografía 2, Línea de Conducción de 8 pulgadas en P1.
Fuente. Fotografía tomada por H. Ramírez



Fotografía 3. Sarta metálica de Tubería de 8 Pulgadas en P1.
Fuente. Fotografía tomada por H. Ramírez



Fotografía 4, Línea de Conducción de 8 pulgadas
conectada en tanque de 200,000 Galones.
Fuente. Fotografía tomada por H. Ramírez

3.3.3. Sistema de Desinfección del sistema de agua potable existente

El tratamiento del agua para hacerla potable es una de las partes importantes del sistema, el tratamiento es muy variado en función de la calidad del agua bruta. En el municipio de Catarina el método utilizado, es un proceso de control bacteriológico en el sistema de agua potable, en vista de la naturaleza de las fuentes de abastecimiento con la cual cuenta el municipio, requiere únicamente de cloración, este es inyectado a la tubería de la sarta de material Hf y diámetro de 8 pulgadas que sale del pozo antes de llegar al tanque de almacenamiento, el cual se realiza por goteo de hipoclorítico de calcio, con su dosificador eléctrico de marca Siemens, que trabaja 21 horas. En la Fotografía N°5 se muestra como se inyecta el sistema de cloración mediante un tubo de ½ pulgada a la tubería de la sarta de material hierro fundido de 8 pulgadas. Todo este proceso se realiza en la estación de rebombeo ubicada en P2.



Fotografía 5. Dosificadora de cloro, Siemens, 5 GPD, 100 PSI. En buen uso. Fuente. Fotografía tomada por H. Ramírez.



Fotografía. Sistema de Cloración, con tubo flexible de succión Ø3/8” LV/PL P/Cloración Fuente. Fotografía tomada por H. Ramírez

La dotación es de 2 Miligramos por litro. Con un tanque plástico de capacidad de 15 Galones. El clorador está ubicado en P2, y la proporción utilizada es de 14Glns (7 de Cloro y 7 de agua). Este sistema se encuentra en buen estado y el agua se está enviando clorada a la red de distribución con un buen funcionamiento. Según Datos proporcionados por Enacal Catarina.

3.3.4. Calidad del agua para el casco urbano del municipio de Catarina.

El diagnóstico o estudio de la calidad de agua para el casco urbano del municipio de Catarina, se nos imposibilitó adquirirlo, debido a que las instituciones responsables no nos apoyaron en brindar esa fuente de información y no querían un mal manejo del estudio con sus resultados, ya que es información clasificada y por políticas de las empresas es de uso único de Enacal al igual que el Minsa. Pero se conoce que la problemática es del sistema de tuberías existentes (AC).

Debido a la complejidad y gastos económicos del estudio de calidad del agua. Contando que somos estudiantes y no tenemos la posibilidad económica para realizarlo, no se pudo tomar en cuenta en nuestro Seminario de Graduación. Se conoce que el origen del agua es subterránea lo cual posee beneficios como: Presenta menores grados de turbidez, poca posibilidad de contaminación y su tratamiento de desinfección casi siempre es más bajo, requiriendo solo de cloración (Ver tabla 1, Ventajas y desventajas de las Fuentes de abastecimiento). Tomando en cuenta que las tuberías de Asbesto cemento (AC) con el tiempo son causantes de enfermedades gastrointestinales y Cáncer, se propone en nuestro estudio sustituir cuanto antes las tuberías obsoletas por tubería PVC-SDR26.

3.3.5. Estaciones de Bombeo Existente

Las estaciones de Niquinohomo y Catarina, Zona Sur (baja), son utilizados en la estación de rebombeo en el caso de Catarina. Por lo tanto, tienen dos funciones, rebombeo y almacenamiento/distribución para el caso de Catarina. Estas estaciones se encuentran en buen estado actualmente, más sin embargo se recomienda en conjunto con el técnico de Enacal, realizar un mantenimiento de pintura en general.

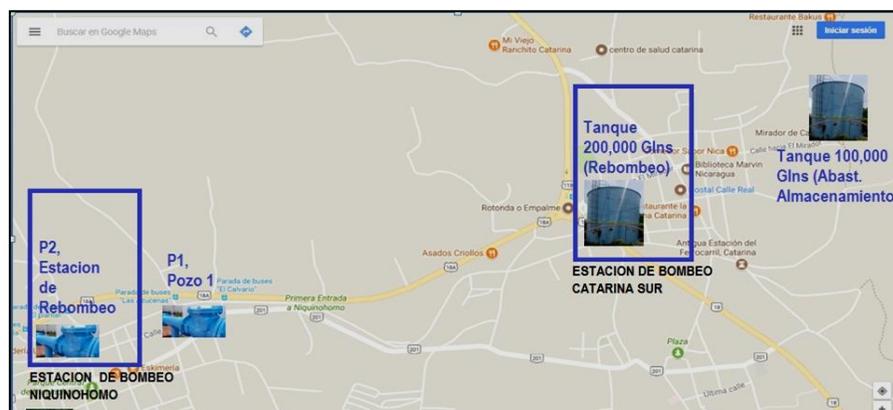


Ilustración 15: Ubicación de Estaciones de Bombeo

Fuente: Elaboración por los autores



Fotografía6: Caseta en estación de rebombeo P2

Fuente: Fotografía tomada por H. Ramírez

3.3.6. Equipos de bombeo utilizados.

En la estación de rebombeo P2, encontramos 2 equipos de bombeo de marca BALDOR ELECTRIC LSM – 2465 con un voltaje de 230/460 VOLTS y una amplificación de amperios de 123/69 (Serie 14M043H584GI), con capacidad de 60HP con 3590 R.P.M cada uno, que bombean hacia el tanque de 200,000 Galones.

Esta fuente posee sus respectivos equipos de bombeo, de 60 HP y se encuentra en buen estado, sin embargo por recomendaciones técnicas, se requiere mantenimiento de los equipos y pintura para mejorar su funcionamiento y vida útil.



Fotografía 7: Equipos de Bombeo existentes en P2 (60Hp).

Fotografía tomada por H. Ramírez

En la estación de rebombeo del Tanque metálico de 200,000 galones, encontramos 2 equipos de bombeo de marca BALDOR ELECTRIC LSM – 2467 con un voltaje de 230/460 VOLTS y una amplificación de amperios de 74/37 (Serie 10C151W230G1), con capacidad de 30HP con 1760 R.P.M cada uno, que bombean hacia el tanque de 100,000 Galones. Esta fuente posee sus respectivos equipos de bombeo, de 30 HP y se encuentra en buen estado, sin embargo por recomendaciones técnicas, se requiere mantenimiento de los equipos y pintura para mejorar su funcionamiento y vida útil.



Fotografía 8: Equipos de Bombeo Tanque de 200,000 Glns (30Hp)

Fotografía tomada por H. Ramírez

3.3.7. Tanques de Almacenamiento en el sitio

El almacenamiento del agua se hace necesario cuando la fuente de agua (Pozos) no tiene un caudal suficiente durante todo el año para suplir la cantidad de agua necesaria. El almacenamiento del agua tiene la función de compensar las variaciones horarias de consumo y almacenar un volumen estratégico para situaciones de emergencia. El tanque de 200mil Galones está ubicado en las coordenadas 11°54'38.09"N- 86° 4'37.90"O y el de 100mil en 11°54'49.05"N- 86° 4'9.68"O, (ver tabla N° 13, Tabla de coordenadas)

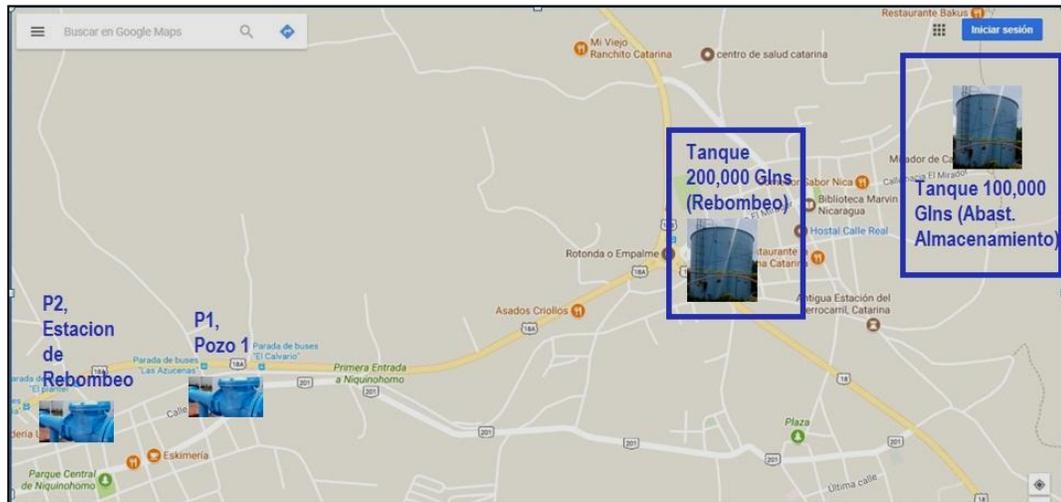


Ilustración 16: Ubicación de Tanques de Almacenamiento.
Fuente: Elaboración por los autores

En el Acueducto existen actualmente 3 Tanques de almacenamiento, están ubicados en el casco urbano del Municipio de Catarina (Ver Ilustración N°15) y cuenta con la siguiente capacidad instalada.

1. Niquinohomo P2, El tanque de almacenamiento está ubicado sobre suelo y sirve como rebomdeo, no para distribución.
2. El tanque de 200,000 galones ubicado en Catarina (Zona sur baja) y una pila de concreto de 50,000 galones ambos utilizados para rebomdeo.
3. En la zona norte alta (mirador) está ubicado un tanque de acero sobre suelo de 100,000 galones (378.5 M³) está ubicado a una altura de 542.5 Mts, el cual es utilizado para abastecer por gravedad al casco urbano de Catarina.

Tanque	Material / Tipo	Φ (m)	H.UTIL (m)	Capacidad (glns)	Ubicación (Sector)	Elevación (msnm)	
						Fondo	Rebose
Tanque #1 (Rebomdeo)	Acero	8.35	13.01	200,000 Glns	Rotonda de Catarina	510.665	185,000
Tanque #2 (Almacenamiento)	Acero	10.98	7.2	100,000 Glns	Mirador de Catarina	542.5	80,000

Tabla 10. Características de los tanques de Almacenamiento existentes,
Fuente. Elaborado por los autores

Los tanques de almacenamiento actuales son metálicos están contruidos sobre suelo y se encuentran en buen estado ya que se les realiza mantenimientos anuales, los cuales cuentan con cerca de protección de malla ciclón. El tanque actual tiene una capacidad de 100,000 galones (Fotografía #9) el cual por el momento cumple con la demanda actual y futura. Por lo cual se recomienda el uso del mismo para la nueva propuesta de red. Los predios donde están ubicados los tanques de almacenamiento están cercados por malla ciclón la cual se encuentra en buen estado.

La distribución del agua potable a la población se oferta como un sistema fuente – tanque – red. Aunque sabemos que hay gran parte de la población que no poseen medidores, esto se da bastante en la zona rural debido a la aparición de nuevos asentamientos.



Fotografía 9. Tanque de 100,00 galones.
Fuente: Tomada por H. Ramírez

Fotografía 10: Tanque de 200,000 galones.
Fuente: Tomada por H. Ramírez

Se recomienda con el apoyo del técnico de Enacal realizar un mantenimiento de **samblasting** y pintura macro poxy 646 en tanques y tuberías expuestas. Para así garantizar la vida útil de estos tanques metálicos de almacenamiento.

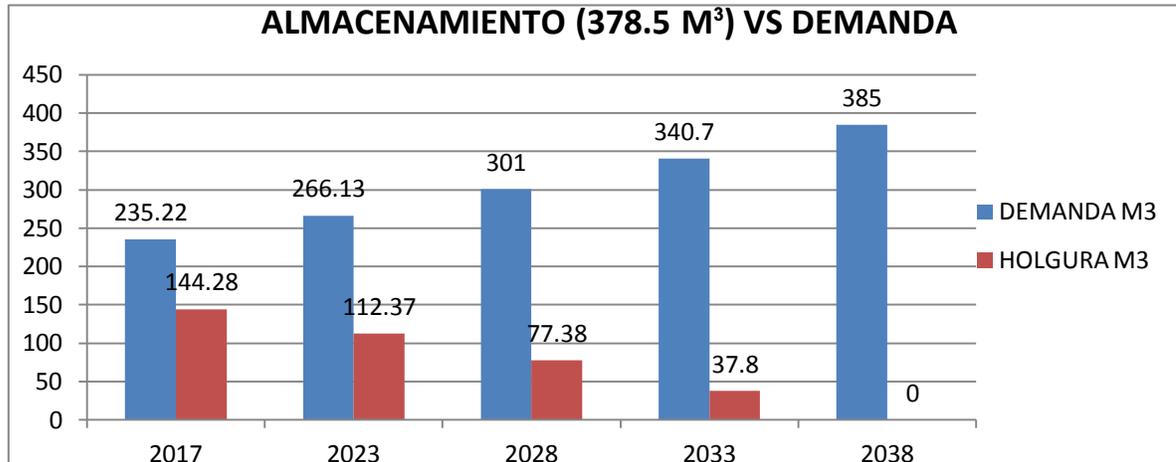


Ilustración 17: Esquema de comparación Demanda- Holgura

Fuente: Elaborado por los autores

En el grafico anterior se analiza el almacenamiento Vs demanda en la cual se demuestra que satisface la demanda con la nueva propuesta de red.

El servicio de distribución que tiene la población se puede decir que es deficiente en cuanto a la calidad y cantidad dado que no tiene una cobertura a un 100% debido a que el 60% de esta es de AC (asbesto cemento) y el 5% están sin servicio por quebraduras las cuales fueran selladas por mortero. Por lo cual consideramos que se encuentra en un estado que es difícil su recuperación y evaluación. Las instituciones que toman partes de esto, no tienen información exacta de las longitudes de tuberías de estos materiales y de la cobertura de los mismos. Es mediante el software de Epanet que se realizó una simulación del sistema actual para evaluar su estado. (Presiones, Perdidas, Velocidades y Continuidad). Con CPD, CMD Y CMH.

SUMINISTRO ACTUAL					
Sectores Atendidos	Cant. Usuarios Legales	Población estimada	Pozos que abastecen	Cant. Horas	Observaciones
Catarina Urbano	733	4,069	P1 Y P2.	16 horas y 18 horas	Cada 2 días se abastecen de 5 am a las 9pm. Se realizan 8 movimientos de válvulas en 4
TOTAL	733				

Tabla 11: Demanda Actual de Suministro de Agua.

Fuente: Enacal.



Según el director de ENACAL de la localidad no tienen información concreta de estos, mucho menos de medidores y válvulas. La distribución carece de válvulas y las que existen están en mal estado, de modo que para realizar reparaciones es necesario interrumpir el servicio en la localidad.

La tubería de la red existente es de PVC Y AC su conformación obedece a un esquema fuente-tanque-red, no siendo meramente efectiva esta distribución, la tubería de AC tiene más treinta años de haber sido instalada, ocurriendo en ella roturas frecuentes. Mientras que la tubería PVC se ha instalado periódicamente tanto por la delegación municipal como de la población que se ha incorporado y que por asuntos económicos que dicha institución carece no ha podido cubrir la necesidad de la población, es por eso que la población hace sus conexiones de manera independiente con sus propios recursos generando así irregularidades en el sistema de distribución y consumo, lo que conduce a una deficiente cobertura en horas máximas de consumo.



Ilustración 18: Esquema de Ubicación de Tuberías Existentes

Fuente: Elaboración por los autores



3.3.8. Simulación Hidráulica de la red de distribución Existente

Distribución de caudales por nodos.

Para la distribución de caudal por nodos se considera el método de caudal unitario por longitud de tubería. La demanda de consumo promedio que se utiliza es la actual la cual es de 7.78 lps, este caudal se distribuye en los nodos de demanda en toda la red de distribución. Se considera que por cada demanda (CPD; CMD, CMH) se tendrá un análisis de la red, partiendo del consumo actual, esto para determinar las presiones y perdidas que existen en la red y los cambios que presentan por cada demanda.

En la tabla que se presenta a continuación se visualiza la distribución de caudal por cada nodo:

Nodo Principal	Nodo Secundario	L. Entre nodos	Distancia media (m)	Longitud	Año 1
N-15	D-2	25.15	25.15	58.29	0.0711
	N-14	66.29	33.14		
N-14	N-15	66.29	33.14	59.37	0.0724
	N-13	52.45	26.22		
N-13	N-14	52.45	26.22	140.52	0.1714
	N-12	228.60	114.30		
N-12	N-13	228.60	114.30	239.65	0.2924
	N-11	150.00	75.00		
	N-16	100.70	50.35		
N-16	N-12	100.70	50.35	103.90	0.1268
	N-17	107.10	53.55		
N-17	N-16	107.10	53.55	1 27.72	0.1558
	N-35	89.39	44.69		
	N-18	58.95	29.47		
N-18	N-17	58.95	29.47	163.14	0.1990
	N-34	79.24	39.62		
	N-19	188.10	94.05		
N-19	N-18	188.10	94.05	174.43	0.2128
	N-28	76.94	38.47		
	N-20	83.83	41.91		
N-20	N-19	83.83	41.91	70.81	0.0864
	N-21	57.80	28.90		
N-21	N-20	57.80	28.90	174.80	0.2133
	N-27	89.80	44.90		
	N-25	79.80	39.90		
	N-22	122.20	61.10		



Nodo Principal	Nodo Secundario	L. Entre nodos	Distancia media (m)	Longitud	Año 1
N-22	N-21	122.20	61.10	108.52	0.1324
	N-23	94.84	47.42		
N-23	N-22	94.84	47.42	205.99	0.2513
	N-25	120.30	60.15		
	N-48	92.25	46.12		
	N-24	104.60	52.30		
N-24	N-23	104.60	52.30	106.55	0.1300
	N-1	108.50	54.25		
N-1	N-24	108.50	54.25	80.18	0.0978
	N-2	51.86	25.93		
N-2	N-1	51.86	25.93	68.20	0.0832
	N-48	9.35	4.67		
	N-3	75.19	37.59		
N-3	N-2	75.19	37.59	109.61	0.1337
	N-47	114.90	57.45		
	N-4	29.13	14.56		
N-4	N-3	29.13	14.56	72.06	0.0879
	N-5	115.00	57.50		
N-5	N-4	115.00	57.50	198.87	0.2426
	N-47	43.65	21.82		
	N-6	239.10	119.55		
N-6	N-5	239.10	119.55	303.30	0.3700
	N-42	111.50	55.75		
	N-8	112.00	56.00		
	N-7	144.00	72.00		
N-7	N-6	144.00	72.00	72.00	0.0878
N-8	N-6	112.00	56.00	92.33	0.1126
	N-9	72.66	36.33		
N-9	N-8	72.66	36.33	190.77	0.2327
	N-41	96.28	48.14		
	N-10	212.60	106.30		
N-10	N-9	212.60	106.30	250.68	0.3058
	N-40	58.07	29.04		
	N-37	125.50	62.75		
	N-11	105.20	52.60		
N-11	N-10	105.20	52.60	127.60	0.1557
	N-12	150.00	75.00		
N-36	N-12	98.76	49.38	69.96	0.0854
	N-35	10.98	5.49		
	N-37	30.19	15.09		



Nodo Principal	Nodo Secundario	L. Entre nodos	Distancia media (m)	Longitud	Año 1
N-35	N-36	10.98	5.49	86.56	0.1056
	N-17	89.39	44.69		
	N-34	72.76	36.38		
N-34	N-35	72.76	36.38	95.70	0.1168
	N-18	79.24	39.62		
	N-33	39.41	19.70		
N-33	N-34	39.41	19.70	86.49	0.1055
	N-31	51.90	25.95		
	N-29	81.67	40.83		
N-29	N-33	81.67	40.83	90.80	0.1108
	N-30	79.24	39.62		
	N-28	20.70	10.35		
N-28	N-29	20.70	10.35	62.61	0.0764
	N-19	76.94	38.47		
	N-27	27.58	13.79		
N-27	N-28	27.58	13.79	98.26	0.1199
	N-26	79.15	39.57		
	N-21	89.80	44.90		
N-26	N-27	79.15	39.57	182.20	0.2223
	N-30	67.02	33.51		
	N-44	123.20	61.60		
	N-25	95.03	47.51		
N-25	N-26	95.03	47.51	204.46	0.2494
	N-46	113.80	56.90		
	N-23	120.30	60.15		
	N-21	79.80	39.90		
N-30	N-26	67.02	33.51	172.95	0.2110
	N-29	79.24	39.62		
	N-31	57.94	28.97		
	N-43	141.70	70.85		
N-31	N-30	57.94	28.97	69.89	0.0853
	N-33	51.90	25.95		
	N-32	29.94	14.97		
N-32	N-31	29.94	14.97	37.92	0.0463
	N-39	45.90	22.95		
N-39	N-32	45.90	22.95	85.72	0.1046
	N-38	13.94	6.97		
	N-40	111.60	55.80		
N-38	N-39	13.94	6.97	36.10	0.0440
	N-37	58.27	29.13		



Nodo Principal	Nodo Secundario	L. Entre nodos	Distancia media (m)	Longitud	Año 1
N-37	N-38	58.27	29.13	106.98	0.1305
	N-36	30.19	15.09		
	N-10	125.50	62.75		
N-48	N-23	92.25	46.12	107.65	0.1313
	N-46	113.70	56.85		
	N-2	9.35	4.67		
N-46	N-25	113.80	56.90	208.89	0.2548
	N-44	92.54	46.27		
	N-47	97.74	48.87		
	N-48	113.70	56.85		
N-44	N-46	92.54	46.27	213.32	0.2602
	N-26	123.20	61.60		
	N-43	103.20	51.60		
	N-45	107.70	53.85		
N-43	N-44	103.20	51.60	214.30	0.2614
	N-30	141.70	70.85		
	N-40	58.91	29.45		
	N-42	124.80	62.40		
N-40	N-43	58.91	29.45	180.04	0.2196
	N-39	111.60	55.80		
	N-10	58.07	29.04		
	N-41	131.50	65.75		
N-41	N-40	131.50	65.75	127.33	0.1553
	N-9	96.28	48.14		
	N-42	26.88	13.44		
N-42	N-41	26.88	13.44	198.74	0.2425
	N-43	124.80	62.40		
	N-45	134.30	67.15		
	N-6	111.50	55.75		
N-45	N-42	134.30	67.15	166.18	0.2027
	N-44	107.70	53.85		
	N-47	90.37	45.18		
N-47	N-45	90.37	45.18	173.33	0.2115
	N-5	43.65	21.82		
	N-3	114.90	57.45		
	N-46	97.74	48.87		
TOTAL =		12726.24	6375.69	6,375.69	7.78

Por cada análisis se tendrá un caudal de demanda (CPD, CMD, CMH). Se incluirá a manera de evaluación un esquema de red de distribución de caudal por cada demanda

El esquema de la red que distribuye al sector urbano de Catarina considera una distribución a todas las viviendas del sector urbano, tal como se aprecia a continuación:

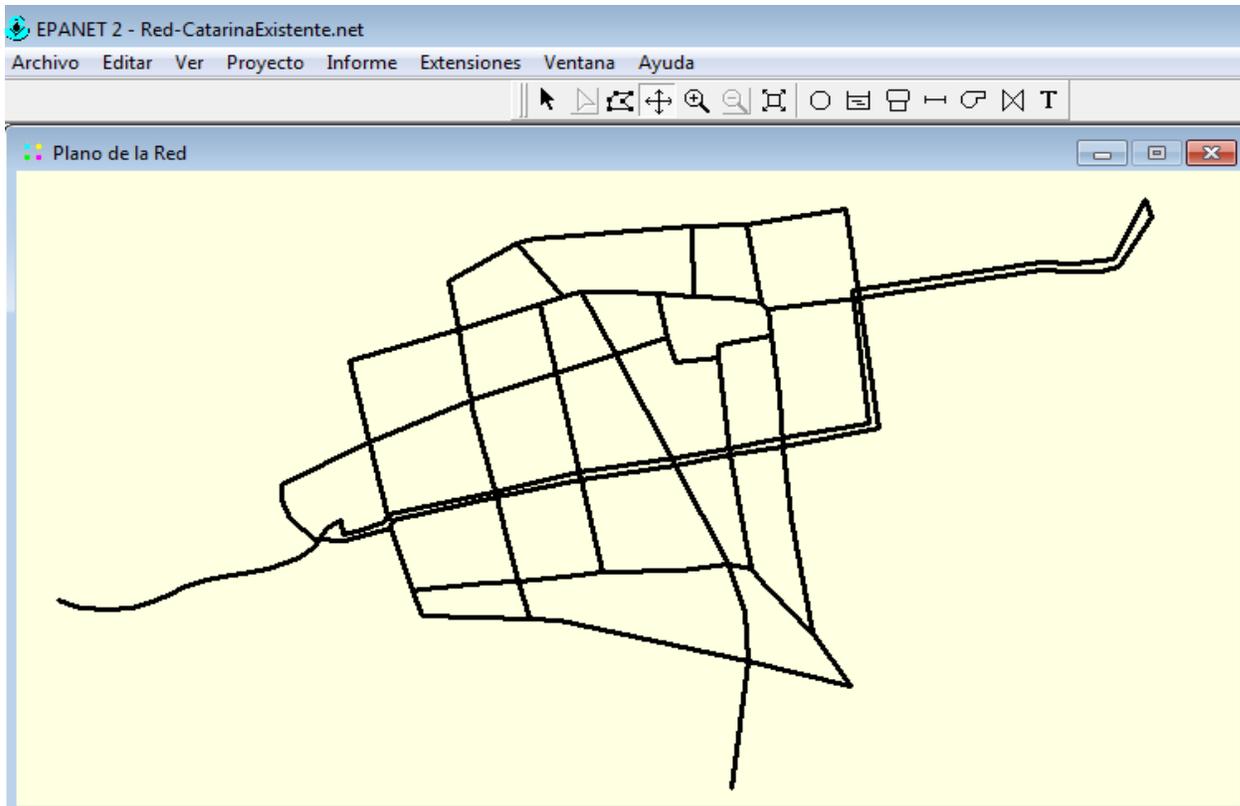


Ilustración 19; Esquema de la red existente del sector urbano

Fuente. Elaborado por los autores

Con el fin de definir el funcionamiento hidráulico y las variaciones de consumo de la red de distribución se realizaron análisis hidráulicos con el programa computarizado EPANET V 2.0.

La red se evaluó para el consumo promedio diario, para el consumo máximo día y para el consumo máxima hora.

3.3.9. Resultado de la red de distribución Existente

Para el año actual, con un caudal de diseño de 7.78 lps se obtienen los siguientes resultados:

Consumo Promedio Diario (CPD):• Presiones en el sistema de distribución:



EPANET 2 - Red-CatarinaExistente.net - [Tabla de Red - Nudos]			
Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayu			
ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-1	510	0.19	29.55
Conexión N-2	510.5	0.16	29.05
Conexión N-3	507.5	0.26	32.05
Conexión N-4	507.5	0.17	32.05
Conexión N-5	510	0.47	29.56
Conexión N-6	512.5	0.72	27.11
Conexión N-7	510	0.17	29.61
Conexión N-8	512.5	0.22	27.16
Conexión N-9	515	0.45	24.71
Conexión N-10	520.5	0.60	19.70
Conexión N-11	527.5	0.30	13.81
Conexión N-12	528	0.57	15.13
Conexión N-13	536.5	0.33	7.68
Conexión N-14	540.5	0.14	3.93
Conexión N-15	542.5	0.14	2.25
Conexión N-16	532.5	0.25	9.34
ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-17	528.5	0.30	12.12
Conexión N-18	527	0.39	13.23
Conexión N-19	518.5	0.41	21.23
Conexión N-20	519	0.17	20.65
Conexión N-21	518	0.42	21.61
Conexión N-22	519	0.26	20.57
Conexión N-23	513.5	0.49	26.05
Conexión N-24	509.5	0.25	30.05
Conexión N-25	516.5	0.49	23.09
Conexión N-26	518	0.43	21.65
Conexión N-27	519	0.23	20.67
Conexión N-28	520	0.15	19.72
Conexión N-29	521.5	0.22	18.25
Conexión N-30	520	0.41	19.74
Conexión N-31	523	0.17	16.91
Conexión N-32	525	0.09	14.94



ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-33	525	0.21	14.95
Conexión N-34	525.5	0.23	14.70
Conexión N-35	526.5	0.21	14.07
Conexión N-36	526	0.17	14.61
Conexión N-37	524.5	0.25	15.82
Conexión N-38	527	0.09	13.05
Conexión N-39	525.5	0.20	14.49
Conexión N-40	520	0.43	19.89
Conexión N-41	516.5	0.30	23.20
Conexión N-42	515.5	0.47	24.17
Conexión N-43	519	0.51	20.72
Conexión N-44	515	0.51	24.61
Conexión N-45	516.5	0.40	23.10
Conexión N-46	511.5	0.50	28.07
Conexión N-47	511	0.41	28.56
Conexión N-48	510.5	0.26	29.05
Conexión N-49	510.6	0.00	35.47
Conexión N-50	488.5	0.00	25.66
Embalse F-1	488.5	-14.05	0.00
Depósito D-1	510.665	3.75	1.50
Depósito D-2	542.5	-4.86	3.00

Al 2017 año (actual) se presentan en la red, para CPD presiones negativas en todo el sistema, sin considerar presiones en la línea de conducción.

Valores en la Tubería:



EPANET 2 - Red-CatarinaExistente.net - [Tabla de Red - Líneas]				
Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda				
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-1	51.56	75	0.05	0.05
Tubería T-2	74.89	75	0.02	0.01
Tubería T-3	28.83	75	0.01	0.00
Tubería T-4	114.7	75	0.05	0.06
Tubería T-5	238.8	75	0.11	0.23
Tubería T-6	143.7	75	0.04	0.04
Tubería T-7	111.7	75	0.15	0.42
Tubería T-8	72.36	75	0.20	0.72
Tubería T-9	212.3	75	0.37	2.30
Tubería T-10	104.9	75	0.83	10.56
Tubería T-11	148.7	75	0.90	12.23
Tubería T-12	228.3	150	0.82	4.61
Tubería T-13	52.15	150	0.84	4.81
Tubería T-14	65.99	150	0.85	4.90
Tubería T-15	100.4	75	0.92	12.83
Tubería T-16	106.8	75	0.87	11.43
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-17	58.65	75	0.64	6.52
Tubería T-18	187.8	75	0.40	2.69
Tubería T-19	83.53	75	0.22	0.93
Tubería T-20	57.5	75	0.19	0.66
Tubería T-21	121.9	75	0.14	0.39
Tubería T-22	94.54	75	0.08	0.14
Tubería T-23	104.3	75	0.05	0.06
Tubería T-24	108.25	75	0.00	0.00
Tubería T-25	120	75	0.12	0.29
Tubería T-26	94.73	75	0.18	0.64
Tubería T-27	78.85	75	0.11	0.24
Tubería T-28	89.5	75	0.19	0.59
Tubería T-29	27.28	75	0.35	1.92
Tubería T-30	76.64	75	0.08	0.14
Tubería T-31	20.4	75	0.31	1.48
Tubería T-32	78.94	75	0.05	0.06



EPANET 2 - Red-CatarinaExistente.net - [Tabla de Red - Líneas]				
Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda				
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-33	66.72	75	0.28	1.45
Tubería T-34	57.64	75	0.41	2.86
Tubería T-35	29.64	75	0.23	1.02
Tubería T-36	51.6	75	0.21	0.85
Tubería T-37	81.37	75	0.41	2.51
Tubería T-38	39.11	75	0.67	6.24
Tubería T-39	78.94	75	0.16	0.47
Tubería T-40	72.46	75	0.57	5.19
Tubería T-41	89.09	75	0.16	0.49
Tubería T-42	10.68	75	0.46	3.46
Tubería T-43	98.46	75	1.34	25.54
Tubería T-44	29.89	75	0.85	9.61
Tubería T-45	57.97	75	0.54	4.77
Tubería T-46	13.64	75	0.52	3.92
Tubería T-47	45.6	75	0.26	1.19
Tubería T-48	111.3	75	0.22	0.90
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-49	56.77	75	0.58	5.40
Tubería T-50	125.2	75	0.25	0.99
Tubería T-51	131.2	75	0.29	1.47
Tubería T-52	95.98	75	0.07	0.10
Tubería T-53	25.58	75	0.29	1.28
Tubería T-54	124.5	75	0.15	0.43
Tubería T-55	58.61	75	0.42	2.93
Tubería T-56	111.2	75	0.16	0.51
Tubería T-57	141.4	75	0.09	0.16
Tubería T-58	102.9	75	0.24	1.06
Tubería T-59	122.9	75	0.12	0.28
Tubería T-60	107.4	75	0.08	0.14
Tubería T-61	134	75	0.16	0.53
Tubería T-62	92.24	75	0.16	0.50
Tubería T-63	97.44	75	0.06	0.07
Tubería T-64	90.07	75	0.16	0.42



Tubería T-65	113.5	75	0.09	0.18
Tubería T-66	113.41	75	0.08	0.15
Tubería T-67	9.05	75	0.06	0.09
Tubería T-68	91.95	75	0.04	0.03
Tubería T-69	114.6	75	0.07	0.09
Tubería T-70	43.35	75	0.05	0.07
Tubería T-71	79.5	75	0.14	0.34
Tubería T-72	1086.82	200	0.33	0.53
Tubería T-73	20.81	100	1.93	35.90
Tubería T-74	2130	200	0.45	0.94
Bomba B-2	No Disponible	No Disponible	0.00	-33.91
Bomba B-1	No Disponible	No Disponible	0.00	-25.66

Consumo Máximo Día (CMD):

Presiones en el sistema de distribución:

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-1	510	0.29	22.88
Conexión N-2	510.5	0.24	22.39
Conexión N-3	507.5	0.39	25.39
Conexión N-4	507.5	0.26	25.39
Conexión N-5	510	0.71	22.91
Conexión N-6	512.5	1.08	20.52
Conexión N-7	510	0.26	23.01
Conexión N-8	512.5	0.33	20.62
Conexión N-9	515	0.68	18.23
Conexión N-10	520.5	0.89	13.77
Conexión N-11	527.5	0.46	9.11
Conexión N-12	528	0.85	12.47
Conexión N-13	536.5	0.50	6.20
Conexión N-14	540.5	0.21	2.73
Conexión N-15	542.5	0.21	1.42
Conexión N-16	532.5	0.37	5.24



ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-17	528.5	0.46	6.65
Conexión N-18	527	0.58	7.34
Conexión N-19	518.5	0.62	14.77
Conexión N-20	519	0.25	14.11
Conexión N-21	518	0.62	15.03
Conexión N-22	519	0.39	13.93
Conexión N-23	513.5	0.73	19.40
Conexión N-24	509.5	0.38	23.38
Conexión N-25	516.5	0.73	16.47
Conexión N-26	518	0.65	15.10
Conexión N-27	519	0.35	14.14
Conexión N-28	520	0.22	13.25
Conexión N-29	521.5	0.32	11.81
Conexión N-30	520	0.62	13.30
Conexión N-31	523	0.25	10.65
Conexión N-32	525	0.14	8.72
ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-33	525	0.31	8.75
Conexión N-34	525.5	0.34	8.76
Conexión N-35	526.5	0.31	8.56
Conexión N-36	526	0.25	9.14
Conexión N-37	524.5	0.38	10.03
Conexión N-38	527	0.13	6.94
Conexión N-39	525.5	0.31	8.33
Conexión N-40	520	0.64	13.62
Conexión N-41	516.5	0.45	16.71
Conexión N-42	515.5	0.71	17.64
Conexión N-43	519	0.76	14.25
Conexión N-44	515	0.76	18.02
Conexión N-45	516.5	0.59	16.49
Conexión N-46	511.5	0.75	21.43
Conexión N-47	511	0.62	21.91
Conexión N-48	510.5	0.38	22.39



Conexión N-49	510.6	0.00	35.47
Conexión N-50	488.5	0.00	25.66
Embalse F-1	488.5	-14.05	0.00
Depósito D-1	510.665	3.75	1.50
Depósito D-2	542.5	-12.45	3.00

Para CMD encontramos presiones negativas y perdidas que sobrepasan los estándares permitidos.

Valores en la Tubería:

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-1	51.56	75	-0.32	0.07	0.11
Tubería T-2	74.89	75	-0.14	0.03	0.02
Tubería T-3	28.83	75	-0.09	0.02	0.01
Tubería T-4	114.7	75	-0.34	0.08	0.13
Tubería T-5	238.8	75	-0.70	0.16	0.49
Tubería T-6	143.7	75	0.26	0.06	0.08
Tubería T-7	111.7	75	-0.97	0.22	0.89
Tubería T-8	72.36	75	-1.29	0.29	1.53
Tubería T-9	212.3	75	-2.42	0.55	4.88
Tubería T-10	104.9	75	-5.51	1.25	22.37
Tubería T-11	148.7	75	-5.97	1.35	25.91
Tubería T-12	228.3	150	-21.82	1.23	9.78
Tubería T-13	52.15	150	-22.32	1.26	10.20
Tubería T-14	65.99	150	-22.53	1.28	10.38
Tubería T-15	100.4	75	6.12	1.39	27.18
Tubería T-16	106.8	75	5.75	1.30	24.21



EPANET 2 - Red-CatarinaExistente.net - [Tabla de Red - Líneas]						
Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda						
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	
Tubería T-17	58.65	75	4.25	0.96	13.81	
Tubería T-18	187.8	75	2.64	0.60	5.71	
Tubería T-19	83.53	75	1.48	0.34	1.97	
Tubería T-20	57.5	75	1.23	0.28	1.39	
Tubería T-21	121.9	75	0.93	0.21	0.83	
Tubería T-22	94.54	75	0.54	0.12	0.31	
Tubería T-23	104.3	75	0.35	0.08	0.14	
Tubería T-24	108.25	75	-0.03	0.01	0.00	
Tubería T-25	120	75	-0.79	0.18	0.61	
Tubería T-26	94.73	75	-1.21	0.27	1.36	
Tubería T-27	78.85	75	-0.76	0.17	0.50	
Tubería T-28	89.5	75	1.24	0.28	1.24	
Tubería T-29	27.28	75	-2.35	0.53	4.06	
Tubería T-30	76.64	75	-0.53	0.12	0.29	
Tubería T-31	20.4	75	-2.04	0.46	3.14	
Tubería T-32	78.94	75	0.35	0.08	0.12	
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	
Tubería T-33	66.72	75	1.88	0.43	3.07	
Tubería T-34	57.64	75	-2.72	0.62	6.07	
Tubería T-35	29.64	75	-1.56	0.35	2.15	
Tubería T-36	51.6	75	-1.42	0.32	1.81	
Tubería T-37	81.37	75	2.72	0.62	5.33	
Tubería T-38	39.11	75	-4.45	1.01	13.23	
Tubería T-39	78.94	75	-1.03	0.23	1.00	
Tubería T-40	72.46	75	-3.76	0.85	11.00	
Tubería T-41	89.09	75	-1.05	0.24	1.03	
Tubería T-42	10.68	75	-3.02	0.68	7.33	
Tubería T-43	98.46	75	-8.88	2.01	54.12	
Tubería T-44	29.89	75	5.61	1.27	20.37	
Tubería T-45	57.97	75	3.59	0.81	10.10	
Tubería T-46	13.64	75	3.46	0.78	8.31	
Tubería T-47	45.6	75	1.69	0.38	2.51	
Tubería T-48	111.3	75	1.46	0.33	1.91	



ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-49	56.77	75	-3.84	0.87	11.44
Tubería T-50	125.2	75	-1.64	0.37	2.09
Tubería T-51	131.2	75	1.90	0.43	3.11
Tubería T-52	95.98	75	-0.45	0.10	0.21
Tubería T-53	25.58	75	1.89	0.43	2.72
Tubería T-54	124.5	75	-0.98	0.22	0.91
Tubería T-55	58.61	75	-2.76	0.62	6.20
Tubería T-56	111.2	75	1.07	0.24	1.08
Tubería T-57	141.4	75	-0.58	0.13	0.34
Tubería T-58	102.9	75	1.59	0.36	2.24
Tubería T-59	122.9	75	-0.78	0.18	0.60
Tubería T-60	107.4	75	0.54	0.12	0.31
Tubería T-61	134	75	-1.09	0.25	1.11
Tubería T-62	92.24	75	1.07	0.24	1.07
Tubería T-63	97.44	75	0.38	0.09	0.16
Tubería T-64	90.07	75	-1.04	0.24	0.90
Tubería T-65	113.5	75	-0.61	0.14	0.38
Tubería T-66	113.41	75	0.56	0.13	0.32
Tubería T-67	9.05	75	0.42	0.10	0.19
Tubería T-68	91.95	75	-0.25	0.06	0.07
Tubería T-69	114.6	75	-0.44	0.10	0.19
Tubería T-70	43.35	75	0.35	0.08	0.14
Tubería T-71	79.5	75	-0.92	0.21	0.71
Tubería T-72	1086.82	200	10.30	0.33	0.53
Tubería T-73	20.81	100	22.74	2.90	76.08
Tubería T-74	2130	200	14.05	0.45	0.94
Bomba B-2	No Disponible	No Disponible	10.30	0.00	-33.91
Bomba B-1	No Disponible	No Disponible	14.05	0.00	-25.66

Consumo Máximo Hora (CMH): Presiones en el sistema de distribución:



EPANET 2 - Red-CatarinaExistente.net - [Tabla de Red - Nudos]			
Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayu			
ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-1	510	0.48	3.00
Conexión N-2	510.5	0.41	2.52
Conexión N-3	507.5	0.65	5.52
Conexión N-4	507.5	0.43	5.52
Conexión N-5	510	1.18	3.06
Conexión N-6	512.5	1.80	0.86
Conexión N-7	510	0.43	3.33
Conexión N-8	512.5	0.55	1.12
Conexión N-9	515	1.13	-1.10
Conexión N-10	520.5	1.49	-3.93
Conexión N-11	527.5	0.76	-4.88
Conexión N-12	528	1.42	4.54
Conexión N-13	536.5	0.84	1.79
Conexión N-14	540.5	0.35	-0.84
Conexión N-15	542.5	0.35	-1.08
Conexión N-16	532.5	0.62	-6.99
ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-17	528.5	0.76	-9.65
Conexión N-18	527	0.97	-10.24
Conexión N-19	518.5	1.04	-4.50
Conexión N-20	519	0.42	-5.42
Conexión N-21	518	1.04	-4.63
Conexión N-22	519	0.65	-5.89
Conexión N-23	513.5	1.22	-0.46
Conexión N-24	509.5	0.63	3.50
Conexión N-25	516.5	1.22	-3.27
Conexión N-26	518	1.08	-4.44
Conexión N-27	519	0.58	-5.34
Conexión N-28	520	0.37	-6.05
Conexión N-29	521.5	0.54	-7.39
Conexión N-30	520	1.03	-5.91
Conexión N-31	523	0.42	-8.01
Conexión N-32	525	0.23	-9.85



ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-33	525	0.51	-9.77
Conexión N-34	525.5	0.57	-8.94
Conexión N-35	526.5	0.51	-7.89
Conexión N-36	526	0.42	-7.19
Conexión N-37	524.5	0.64	-7.25
Conexión N-38	527	0.21	-11.26
Conexión N-39	525.5	0.51	-10.05
Conexión N-40	520	1.07	-5.10
Conexión N-41	516.5	0.76	-2.65
Conexión N-42	515.5	1.18	-1.83
Conexión N-43	519	1.27	-5.04
Conexión N-44	515	1.27	-1.63
Conexión N-45	516.5	0.99	-3.21
Conexión N-46	511.5	1.24	1.62
Conexión N-47	511	1.03	2.08
Conexión N-48	510.5	0.64	2.52
Conexión N-49	510.6	0.00	35.47
Conexión N-50	488.5	0.00	25.66
Embalse F-1	488.5	-14.05	0.00
Depósito D-1	510.665	3.75	1.50
Depósito D-2	542.5	-27.61	3.00

Al año 2017 (año actual) se presentan en la red, para CMD presiones negativas, y perdidas mayores a las establecidas en las normas de ENACAL. Según datos de ENACAL Catarina tiene un 50% de ANC (agua no contabilizada), el cual se estima que el 30% es pérdida real en las líneas de distribución y que el restante 20% son perdidas aparentes. Ya sea como consumos no autorizados (ilegales) o errores en la micro medición. Cabe mencionar según datos de INTUR y MARENA el casco urbano cuenta con un área aproximada de dos manzanas de viveros, que al realizar un estimado de 1.5 lts por 1.5 m² nos da como resultados los siguientes valores.

1 Mz es igual a 7,056 m².

2 Mz es igual a 14,112 m²., 14,112 Lts/día / 86,400 seg es igual a 0.16 lts/seg.



Es decir la producción de la fuente satisface la demanda, pero debido a la situación actual del sistema de agua potable este caudal corresponde un porcentaje de ANC, por lo cual si se realizara este proyecto se reducirá esta ANC de un 50% a un 35% por medio del rediseño hidráulico y posteriormente el 15% con campañas de sensibilización a la población para el pago oportuno del agua consumida y a la no conexión ilegal al sistema de abastecimiento.

Valores en la Tubería:

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Périd. Unit. m/km
Tubería T-1	51.56	75	-0.53	0.12	0.29
Tubería T-2	74.89	75	-0.23	0.05	0.06
Tubería T-3	28.83	75	-0.14	0.03	0.02
Tubería T-4	114.7	75	-0.57	0.13	0.34
Tubería T-5	238.8	75	-1.16	0.26	1.25
Tubería T-6	143.7	75	0.43	0.10	0.20
Tubería T-7	111.7	75	-1.61	0.36	2.29
Tubería T-8	72.36	75	-2.16	0.49	3.94
Tubería T-9	212.3	75	-4.04	0.91	12.58
Tubería T-10	104.9	75	-9.18	2.08	57.61
Tubería T-11	148.7	75	-9.94	2.25	66.74
Tubería T-12	228.3	150	-36.37	2.06	25.18
Tubería T-13	52.15	150	-37.20	2.11	26.27
Tubería T-14	65.99	150	-37.56	2.13	26.73
Tubería T-15	100.4	75	10.20	2.31	70.01
Tubería T-16	106.8	75	9.59	2.17	62.36



ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-17	58.65	75	7.08	1.60	35.58
Tubería T-18	187.8	75	4.39	0.99	14.70
Tubería T-19	83.53	75	2.47	0.56	5.07
Tubería T-20	57.5	75	2.05	0.46	3.59
Tubería T-21	121.9	75	1.55	0.35	2.14
Tubería T-22	94.54	75	0.91	0.20	0.79
Tubería T-23	104.3	75	0.58	0.13	0.35
Tubería T-24	108.25	75	-0.05	0.01	0.00
Tubería T-25	120	75	-1.32	0.30	1.58
Tubería T-26	94.73	75	-2.02	0.46	3.50
Tubería T-27	78.85	75	-1.26	0.29	1.29
Tubería T-28	89.5	75	2.07	0.47	3.21
Tubería T-29	27.28	75	-3.92	0.89	10.46
Tubería T-30	76.64	75	-0.88	0.20	0.75
Tubería T-31	20.4	75	-3.41	0.77	8.08
Tubería T-32	78.94	75	0.59	0.13	0.31

EPANET 2 - Red-CatarinaExistente.net - [Tabla de Red - Líneas]

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-33	66.72	75	3.14	0.71	7.90
Tubería T-34	57.64	75	4.54	1.03	15.63
Tubería T-35	29.64	75	-2.60	0.59	5.55
Tubería T-36	51.6	75	-2.36	0.53	4.65
Tubería T-37	81.37	75	4.53	1.03	13.72
Tubería T-38	39.11	75	-7.41	1.68	34.07
Tubería T-39	78.94	75	-1.72	0.39	2.58
Tubería T-40	72.46	75	-6.26	1.42	28.34
Tubería T-41	89.09	75	-1.75	0.40	2.66
Tubería T-42	10.68	75	-5.03	1.14	18.88
Tubería T-43	98.46	75	-14.80	3.35	139.39
Tubería T-44	29.89	75	9.35	2.12	52.45
Tubería T-45	57.97	75	5.98	1.35	26.02
Tubería T-46	13.64	75	5.76	1.30	21.40
Tubería T-47	45.6	75	2.82	0.64	6.47
Tubería T-48	111.3	75	2.43	0.55	4.92



ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-49	56.77	75	-6.39	1.45	29.47
Tubería T-50	125.2	75	-2.74	0.62	5.39
Tubería T-51	131.2	75	3.16	0.72	8.00
Tubería T-52	95.98	75	-0.75	0.17	0.55
Tubería T-53	25.58	75	3.15	0.71	7.00
Tubería T-54	124.5	75	-1.63	0.37	2.35
Tubería T-55	58.61	75	-4.60	1.04	15.98
Tubería T-56	111.2	75	1.79	0.40	2.77
Tubería T-57	141.4	75	-0.96	0.22	0.88
Tubería T-58	102.9	75	2.65	0.60	5.76
Tubería T-59	122.9	75	-1.30	0.29	1.54
Tubería T-60	107.4	75	0.90	0.20	0.79
Tubería T-61	134	75	-1.82	0.41	2.87
Tubería T-62	92.24	75	1.78	0.40	2.75
Tubería T-63	97.44	75	0.63	0.14	0.40
Tubería T-64	90.07	75	-1.73	0.39	2.31
Tubería T-65	113.5	75	-1.02	0.23	0.99
Tubería T-66	113.41	75	0.93	0.21	0.83
Tubería T-67	9.05	75	0.70	0.16	0.49
Tubería T-68	91.95	75	-0.41	0.09	0.18
Tubería T-69	114.6	75	-0.74	0.17	0.48
Tubería T-70	43.35	75	0.59	0.13	0.36
Tubería T-71	79.5	75	-1.53	0.35	1.84
Tubería T-72	1086.82	200	10.30	0.33	0.53
Tubería T-73	20.81	100	37.90	4.83	195.94
Tubería T-74	2130	200	14.05	0.45	0.94
Bomba B-2	No Disponible	No Disponible	10.30	0.00	-33.91
Bomba B-1	No Disponible	No Disponible	14.05	0.00	-25.86

Los resultados arrojados indican que las presiones y pérdidas unitarias no cumplen con la demanda actual y quedan por debajo de las normas establecidas por Enacal, todo esto se da porque el sistema de distribución está conformado por Ac con más de 30 años de antigüedad. Diámetros y estados no óptimos para soportar las presiones que demandan los usuarios en la actualidad

La Simulación hidráulica para el año 2017 (Situación Actual), se representa de la siguiente manera con CMH

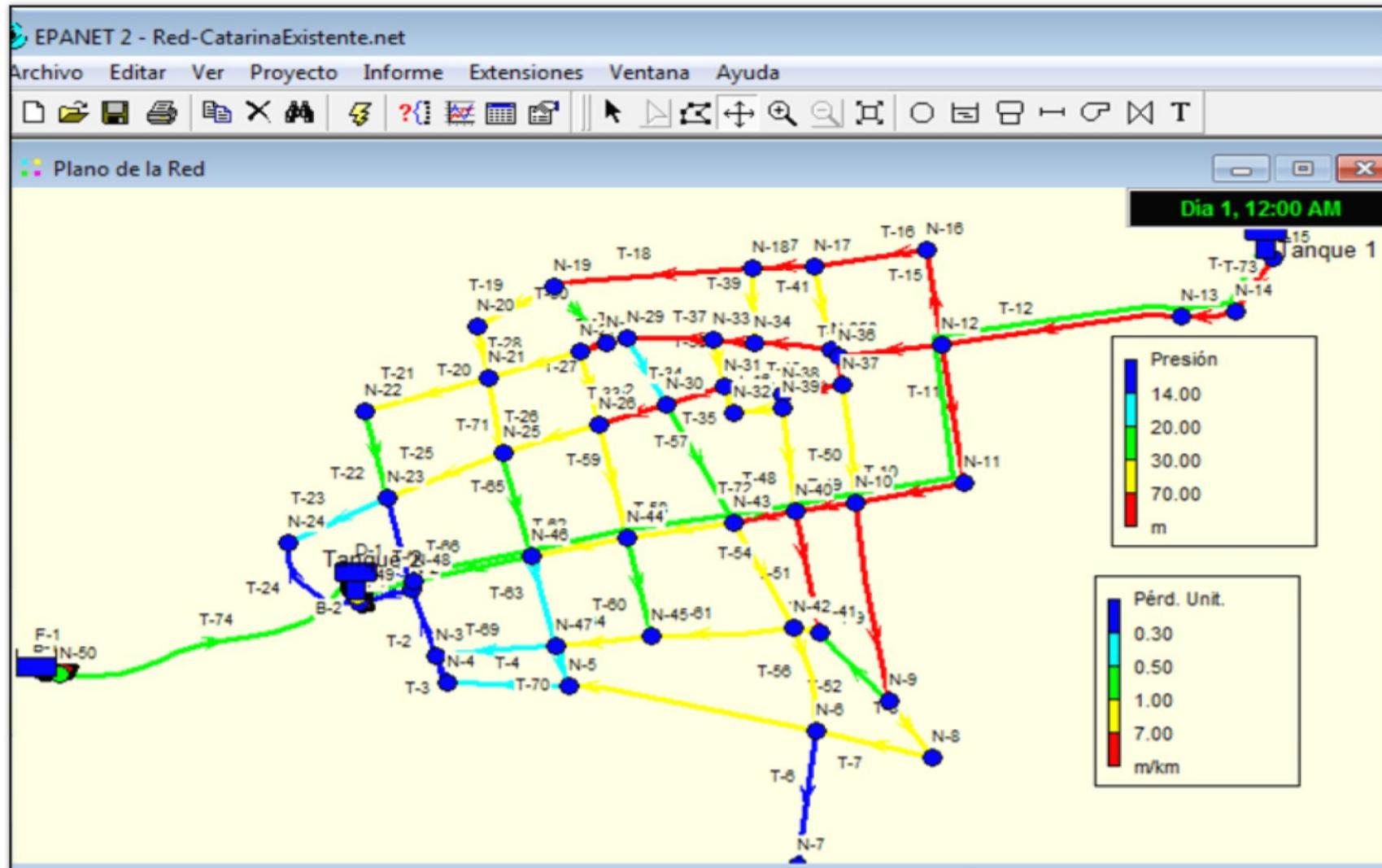


Ilustración 20: Simulación Hidráulica año 2017



IV. PROPUESTA DE DISEÑO RED DE DISTRIBUCIÓN



4.1. CALCULO DE LA DEMANDA

La propuesta del sistema Hidráulico de agua potable para el casco urbano del Municipio de Catarina, del Departamento de Masaya, está proyectada a suplir las necesidades de agua potable hasta el año 2038, como año inicial el año 2017.

4.1.1. Calculo de Proyección de población al año cero o año inicial de diseño

Como datos de población inicial se considera la Documentación Socioeconómica "Línea de base para Proyectos de Agua y Saneamiento en el Casco Urbano, Catarina, Masaya". (FISE, Nicaragua, 2017).

Se aplica una tasa de crecimiento mínima (2.50%), establecida por Norma debido al crecimiento del Municipio en estudio. "Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Urbano" y "Saneamiento Básico Urbano", INAA. (NTON 09001-99). La información poblacional es para el año 2017, se estima una población inicial al año de partida para la proyección que sería el año 2018.

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

Donde:

P_n: Población proyectada al año n

P_o: Población inicial

R: Tasa de crecimiento poblacional

N: Año de proyección

Por Tanto:

Nº	Año	Población inicial	TAC (%)	Población final
0	2017	4,069	2.50%	4,069.00
1	2018			5,082.00

Tabla 12: Proyección de la Población para año 2017

Fuente: Elaboración Propia

La Proyección Poblacional a 20 años se establece, por cada año, de la siguiente manera:



Nº	Año	Población inicial	TAC (%)	Población final
0	2018	5,082.00	2.50%	5,082.00
1	2019			5,210.00
2	2020			5,340.00
3	2021			5,473.00
4	2022			5,610.00
5	2023			5,750.00
6	2024			5,894.00
7	2025			6,041.00
8	2026			6,192.00
9	2027			6,347.00
10	2028			6,506.00
11	2029			6,669.00
12	2030			6,835.00
13	2031			7,006.00
14	2032			7,181.00
15	2033			7,361.00
16	2034			7,545.00
17	2035			7,733.00
18	2036			7,927.00
19	2037			8,125.00
20	2038	8,328.00		

Tabla 13. Tabla de Proyección de población

Fuente: Elaboración Propia

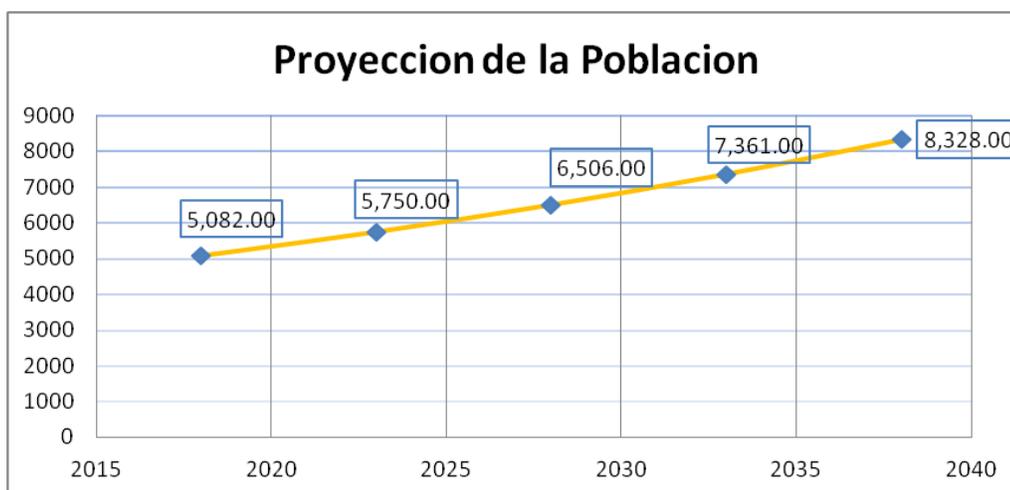


Ilustración 21: Proyección de población 2018-2038

Fuente Elaboración propia



Se estima la demanda preliminar que requiere el casco Urbano de Catarina, considerando una población inicial al año 2018.

4.1.2. Proyección de Demanda de Agua potable para la Zona Propuesta.

Dotaciones:

Según Norma “Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Urbano” y “Saneamiento Básico Urbano”, INAA. (NTON 09001-99), se establece una dotación para conexión de patio (Urbano), para uso Comercial, para uso Industrial y para uso Público o Institucional. La siguiente tabla se detalla cada dotación antes mencionada:

Tabla No. 1 Dotaciones para Zona (Urbana)

Dotaciones (Norma INAA-NTON 09001-99)	
Dotación Uso Comercial (% CPD) =	7.00%
Dotación Uso Industrial (% CPD) =	2.00%
Dotación Uso Público/Institucional(% CPD) =	7.00%
Dotación conexión de patio medio rural (lppd) =	95.00

Para obtener los resultados de demanda realizamos una evaluación de la fuente Vs Demanda.

Oferta Lps		Demanda Lps			Déficit	Holgura	
Fuente	Año	CPD	CMD	CMH			
	2017	35.86	7.778	11.667	19.45	-	16.41
	2027	35.86	8.801	13.201	22.002	-	13.858
	2028	35.86	9.958	14.137	24.894	-	10.966
	2033	35.86	11.266	16.900	28.166	-	7.64
	2038	35.86	12.746	1.1200	31.87	-	4

Con los resultados arrojados en la tabla anterior, podemos considerar una fuente actual como satisfactoria con la demanda actual y proyectada a 20 años.

PobD.*Dota.	0.2 * CP
Volumen compensador	15 % cpd
Volumen de reserva	20% cpd

4.1.3. Red de Distribución

La red de distribución se analizará para abastecer la demanda de máxima hora del año 2037, se ha definido con un solo punto de alimentación, a partir del tanque de almacenamiento, cuyo fondo estaría en la cota 542.50 msnm y el reboce a una cota de 550.10 msnm.



Dado que la tubería existente es de asbesto cemento AC que tiene más de 30 años de haber sido instalada y presenta rupturas frecuentes, entre los criterios adoptados para la futura red, esta deberá cambiarse en su totalidad a través de un nuevo esquema de red, usando tubería PVC.

Para el análisis de la red se utilizará el EPANET: siendo necesario para la ejecución del mismo, las longitudes de los tramos de las tuberías, elevación de los nodos y los diámetros preliminares. La red analizada contiene las pérdidas, velocidades, presiones, caudales y diámetros: habiéndose fijado la elevación del punto de alimentación en 550.10 msnm.

4.1.4. Dimensionamiento de Línea de Conducción

$$\underline{V=4Q}$$

$$\varnothing^2 \pi, \text{ Donde } V < 2 \text{ m/s}$$

Donde: V= Velocidad.

Q= Caudal.

\varnothing = Diámetro.

π = Pi.

Para 2017

$$Q= 11.667 \text{ Lps}$$

$$Q=8" \sim 0.2032 \text{ M}$$

$$V=4 (0.011667 \text{ M}^3) / \pi(0.2032 \text{ M})^2$$

$$V= 0.3597 \text{ m/s}$$

Para 2023

$$Q=13.20 \text{ Lps} \sim 0.013201$$

$$Q=8" \sim 0.2032 \text{ M}$$

$$V=4(0.01320 \text{ M}^3) / \pi (0.2032 \text{ M})^2$$

$$V= 0.4071 \text{ m/s}$$



Para 2028

$$Q=14.937 \text{ Lps} \sim 0.014937$$

$$Q=8" \sim 0.2032 \text{ M}$$

$$V=4(0.014937 \text{ M}^3) / \pi (0.2032 \text{ M})^2$$

$$V= 0.4606 \text{ m/s}$$

Para 2038

$$Q=19.20 \text{ Lps} \sim 0.019120$$

$$Q=8" \sim 0.2032 \text{ M}$$

$$V=4(0.019120 \text{ M}^3) / \pi (0.2032 \text{ M})^2$$

$$V= 0.5895 \text{ m/s}$$

Mediante estos resultados podemos comprobar que las velocidades no superan los 2 m/s en ninguno de los quinquenios, por lo cual la tubería de la línea de conducción existente de Hierro Fundido (HF) satisface las demandas a lo largo periodo del diseño propuesto. Sin embargo se recomienda reemplazar por los años de uso, por tubería PVC-SDR26 del mismo diámetro existente (8 Pulgadas).



Tabla de Demanda de Agua y volumen de almacenamiento del área en estudio.

Tabla No. 2 Demanda de Agua y Volumen de Almacenamiento																
Año	Dotación de agua domiciliar lppd	Población p	Caudales										Almacenamiento			
			Consumo de Población lpd	Consumo comercial	Industrial	Consumo Público o Institucional lpd	Demanda de Consumo lpd	Perdidas en el sistemas lpd	Consumo Promedio Diario (CPD)		CMD		CMH		Fact. Alm. = l	35.00% m³
									lpd	lps	lpd	lps	lpd	lps		
2018	95.00	5082.00	482,790.00	33,795.30	9,655.80	33,795.30	560,036.40	112,007.28	672,043.68	7.778	1,008,065.52	11.667	1,680,109.20	19.446	235,215.29	235.22
2019	95.00	5210.00	494,950.00	34,646.50	9,899.00	34,646.50	574,142.00	114,828.40	688,970.40	7.974	1,033,455.60	11.961	1,722,426.00	19.935	241,139.64	241.14
2020	95.00	5340.00	507,300.00	35,511.00	10,146.00	35,511.00	588,468.00	117,693.60	706,161.60	8.173	1,059,242.40	12.260	1,765,404.00	20.433	247,156.56	247.16
2021	95.00	5473.00	519,935.00	36,395.45	10,398.70	36,395.45	603,124.60	120,624.92	723,749.52	8.377	1,085,624.28	12.565	1,809,373.80	20.942	253,312.33	253.31
2022	95.00	5610.00	532,950.00	37,306.50	10,659.00	37,306.50	618,222.00	123,644.40	741,866.40	8.586	1,112,799.60	12.880	1,854,666.00	21.466	259,653.24	259.65
2023	95.00	5750.00	546,250.00	38,237.50	10,925.00	38,237.50	633,650.00	126,730.00	760,380.00	8.801	1,140,570.00	13.201	1,900,950.00	22.002	266,133.00	266.13
2024	95.00	5894.00	559,930.00	39,195.10	11,198.60	39,195.10	649,518.80	129,903.76	779,422.56	9.021	1,169,133.84	13.532	1,948,556.40	22.553	272,797.90	272.80
2025	95.00	6041.00	573,895.00	40,172.65	11,477.90	40,172.65	665,718.20	133,143.64	798,861.84	9.246	1,198,292.76	13.869	1,997,154.60	23.115	279,601.64	279.60
2026	95.00	6192.00	588,240.00	41,176.80	11,764.80	41,176.80	682,358.40	136,471.68	818,830.08	9.477	1,228,245.12	14.216	2,047,075.20	23.693	286,590.53	286.59
2027	95.00	6347.00	602,965.00	42,207.55	12,059.30	42,207.55	699,439.40	139,887.88	839,327.28	9.714	1,258,990.92	14.572	2,098,318.20	24.286	293,764.55	293.76
2028	95.00	6506.00	618,070.00	43,264.90	12,361.40	43,264.90	716,961.20	143,392.24	860,353.44	9.958	1,290,530.16	14.937	2,150,883.60	24.894	301,123.70	301.12
2029	95.00	6669.00	633,555.00	44,348.85	12,671.10	44,348.85	734,923.80	146,984.76	881,908.56	10.207	1,322,862.84	15.311	2,204,771.40	25.518	308,668.00	308.67
2030	95.00	6835.00	649,325.00	45,452.75	12,986.50	45,452.75	753,217.00	150,643.40	903,860.40	10.461	1,355,790.60	15.692	2,259,651.00	26.153	316,351.14	316.35
2031	95.00	7006.00	665,570.00	46,589.90	13,311.40	46,589.90	772,061.20	154,412.24	926,473.44	10.723	1,389,710.16	16.085	2,316,183.60	26.808	324,265.70	324.27
2032	95.00	7181.00	682,195.00	47,753.65	13,643.90	47,753.65	791,346.20	158,269.24	949,615.44	10.991	1,424,423.16	16.486	2,374,038.60	27.477	332,365.40	332.37
2033	95.00	7361.00	699,295.00	48,950.65	13,985.90	48,950.65	811,182.20	162,236.44	973,418.64	11.266	1,460,127.96	16.900	2,433,546.60	28.166	340,696.52	340.70
2034	95.00	7545.00	716,775.00	50,174.25	14,335.50	50,174.25	831,459.00	166,291.80	997,750.80	11.548	1,496,626.20	17.322	2,494,377.00	28.870	349,212.78	349.21
2035	95.00	7733.00	734,635.00	51,424.45	14,692.70	51,424.45	852,176.60	170,435.32	1,022,611.92	11.836	1,533,917.88	17.754	2,556,529.80	29.589	357,914.17	357.91
2036	95.00	7927.00	753,065.00	52,714.55	15,061.30	52,714.55	873,555.40	174,711.08	1,048,266.48	12.133	1,572,399.72	18.199	2,620,666.20	30.332	366,893.27	366.89
2037	95.00	8125.00	771,875.00	54,031.25	15,437.50	54,031.25	895,375.00	179,075.00	1,074,450.00	12.436	1,611,675.00	18.654	2,686,125.00	31.089	376,057.50	376.06
2038	95.00	8328.00	791,160.00	55,381.20	15,823.20	55,381.20	917,745.60	183,549.12	1,101,294.72	12.746	1,651,942.08	19.120	2,753,236.80	31.866	385,453.15	385.45

LPD; Litros por Persona por Día, CPD; Consumo Promedio Diario

Capacidad de volumen útil de almacenamiento por quinquenio						Producción mínima de la fuente:	
Año	2017	2022	2027	2032	2037	Se adopta el uso por	Demanda Total CPD (l/s)
m³	235	266	301	341	385	83	12.75
litros	235,215.29	266,133.00	301,123.70	340,696.52	385,453.15	83,160.00	19.12
Gal	62,144.08	70,312.56	79,557.13	90,012.31	101,837.04	22,000.00	31.87
							Tanque m³
							385



4.1.5. Calculo de Longitudes entre nodos.

No.		Nodo Principal	Nodo Secundario	L. Entre nodos	Distancia media (m)	Longitud	Año 1	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
1	T-73	N-15	D-2	25.15	25.15	58.29	0.0846	0.0957	0.1083	0.1225	0.1386
2	T-14		N-14	66.29	33.14						
3		N-14	N-15	66.29	33.14	59.37	0.0862	0.0975	0.1103	0.1248	0.1412
4	T-13		N-13	52.45	26.22						
6		N-13	N-14	52.45	26.22	140.52	0.2039	0.2307	0.2611	0.2954	0.3342
7	T-12		N-12	228.60	114.30						
9		N-12	N-13	228.60	114.30	239.65	0.3478	0.3935	0.4452	0.5037	0.5699
10	T-11		N-11	150.00	75.00						
11		N-16	N-16	100.70	50.35	103.90	0.1508	0.1706	0.1930	0.2184	0.2471
12	T-15		N-12	100.70	50.35						
14		N-17	N-17	107.10	53.55	127.72	0.1853	0.2097	0.2373	0.2685	0.3037
15	T-16		N-16	107.10	53.55						
16		N-17	N-35	89.39	44.69	163.14	0.2367	0.2679	0.3031	0.3429	0.3880
18	T-41		N-18	58.95	29.47						
19		N-18	N-17	58.95	29.47	174.43	0.2531	0.2864	0.3241	0.3666	0.4148
20	T-17		N-34	79.24	39.62						
21		N-19	N-19	188.10	94.05	70.81	0.1028	0.1163	0.1316	0.1488	0.1684
22	T-18		N-18	188.10	94.05						
23		N-20	N-28	76.94	38.47	174.80	0.2537	0.2870	0.3247	0.3674	0.4157
24	T-30		N-20	83.83	41.91						
25		N-20	N-19	83.83	41.91	108.52	0.1575	0.1782	0.2016	0.2281	0.2581
26	T-19		N-21	122.20	61.10						
27		N-21	N-21	122.20	61.10	205.99	0.2989	0.3382	0.3827	0.4330	0.4899
28	T-20		N-20	57.80	28.90						
29		N-21	N-27	89.80	44.90	106.55	0.1546	0.1749	0.1979	0.2240	0.2534
30	T-28		N-25	79.80	39.90						
31		N-22	N-22	122.20	61.10	80.18	0.1164	0.1316	0.1490	0.1685	0.1907
32	T-21		N-21	122.20	61.10						
33		N-22	N-23	94.84	47.42	68.20	0.0990	0.1120	0.1267	0.1433	0.1622
34	T-22		N-22	94.84	47.42						
35		N-23	N-22	94.84	47.42	109.61	0.1591	0.1800	0.2036	0.2304	0.2607
36	T-25		N-25	120.30	60.15						
37		N-24	N-48	92.25	46.12	72.06	0.1046	0.1183	0.1339	0.1515	0.1714
38	T-68		N-24	104.60	52.30						
39		N-24	N-23	104.60	52.30	198.87	0.2886	0.3265	0.3695	0.4180	0.4729
40	T-23		N-1	108.50	54.25						
41		N-1	N-24	108.50	54.25	303.30	0.4401	0.4980	0.5635	0.6375	0.7213
42	T-24		N-2	51.86	25.93						
43		N-2	N-1	51.86	25.93	72.00	0.1045	0.1182	0.1338	0.1513	0.1712
44	T-1		N-1	51.86	25.93						
45		N-2	N-48	9.35	4.67	58.29	0.0846	0.0957	0.1083	0.1225	0.1386
46	T-67		N-3	75.19	37.59						
47		N-3	N-2	75.19	37.59	140.52	0.2039	0.2307	0.2611	0.2954	0.3342
48	T-2		N-47	114.90	57.45						
49		N-3	N-4	29.13	14.56	239.65	0.3478	0.3935	0.4452	0.5037	0.5699
50	T-69		N-3	29.13	14.56						
51		N-4	N-5	115.00	57.50	103.90	0.1508	0.1706	0.1930	0.2184	0.2471
52	T-3		N-4	115.00	57.50						
53		N-5	N-4	115.00	57.50	127.72	0.1853	0.2097	0.2373	0.2685	0.3037
54	T-4		N-47	43.65	21.82						
55		N-5	N-6	239.10	119.55	163.14	0.2367	0.2679	0.3031	0.3429	0.3880
56	T-70		N-5	239.10	119.55						
57		N-6	N-5	239.10	119.55	174.43	0.2531	0.2864	0.3241	0.3666	0.4148
58	T-5		N-42	111.50	55.75						
59		N-6	N-8	112.00	56.00	70.81	0.1028	0.1163	0.1316	0.1488	0.1684
60	T-56		N-7	144.00	72.00						
61		N-7	N-7	144.00	72.00	174.80	0.2537	0.2870	0.3247	0.3674	0.4157
62	T-7		N-6	144.00	72.00						
63		N-7	N-6	144.00	72.00	108.52	0.1575	0.1782	0.2016	0.2281	0.2581
64	T-6		N-6	144.00	72.00						



56	T-7	N-8	N-6	112.00	56.00	92.33	0.1340	0.1516	0.1715	0.1941	0.2196
57	T-8		N-9	72.66	36.33						
58	T-52	N-9	N-8	72.66	36.33	190.77	0.2768	0.3132	0.3544	0.4010	0.4537
59			N-41	96.28	48.14						
60	T-9	N-10	N-10	212.60	106.30	250.68	0.3638	0.4116	0.4657	0.5269	0.5961
61			N-9	212.60	106.30						
62	T-49	N-10	N-40	58.07	29.04	127.60	0.1852	0.2095	0.2370	0.2682	0.3034
63	T-50		N-37	125.50	62.75						
64	T-10	N-11	N-11	105.20	52.60	127.60	0.1852	0.2095	0.2370	0.2682	0.3034
65			N-10	105.20	52.60						
66	T-11	N-12	150.00	75.00	69.96	0.1015	0.1149	0.1300	0.1471	0.1664	
67	T-43	N-12	98.76	49.38							
68	T-42	N-36	N-35	10.98	5.49	69.96	0.1015	0.1149	0.1300	0.1471	0.1664
69	T-44		N-37	30.19	15.09						
70	T-42	N-35	N-36	10.98	5.49	86.56	0.1256	0.1421	0.1608	0.1819	0.2059
71	T-41		N-17	89.39	44.69						
72	T-40	N-34	N-34	72.76	36.38	95.70	0.1389	0.1571	0.1778	0.2012	0.2276
73			N-35	72.76	36.38						
74	T-39	N-34	N-18	79.24	39.62	86.49	0.1255	0.1420	0.1607	0.1818	0.2057
75	T-38		N-33	39.41	19.70						
76	T-36	N-33	N-34	39.41	19.70	90.80	0.1318	0.1491	0.1687	0.1909	0.2159
77			N-31	51.90	25.95						
78	T-37	N-29	N-29	81.67	40.83	90.80	0.1318	0.1491	0.1687	0.1909	0.2159
79			N-33	81.67	40.83						
80	T-32	N-29	N-30	79.24	39.62	62.61	0.0909	0.1028	0.1163	0.1316	0.1489
81	T-31		N-28	20.70	10.35						
82	T-30	N-28	N-29	20.70	10.35	98.26	0.1426	0.1613	0.1826	0.2065	0.2337
83			N-19	76.94	38.47						
84	T-29	N-27	N-27	27.58	13.79	182.20	0.2644	0.2991	0.3385	0.3830	0.4333
85			N-28	27.58	13.79						
86	T-27	N-27	N-26	79.15	39.57	182.20	0.2644	0.2991	0.3385	0.3830	0.4333
87	T-28		N-21	89.80	44.90						
88	T-27	N-26	N-27	79.15	39.57	204.46	0.2967	0.3357	0.3798	0.4298	0.4862
89	T-33		N-30	67.02	33.51						
90	T-59	N-25	N-44	123.20	61.60	172.95	0.2510	0.2840	0.3213	0.3635	0.4113
91	T-26		N-25	95.03	47.51						
92	T-65	N-25	N-26	95.03	47.51	69.89	0.1014	0.1147	0.1298	0.1469	0.1662
93			N-46	113.80	56.90						
94	T-25	N-30	N-23	120.30	60.15	37.92	0.0550	0.0623	0.0704	0.0797	0.0902
95	T-71		N-21	79.80	39.90						
	T-33	N-30	N-26	67.02	33.51	85.72	0.1244	0.1407	0.1592	0.1802	0.2038
	T-32		N-29	79.24	39.62						
	T-34	N-31	N-31	57.94	28.97	36.10	0.0524	0.0593	0.0671	0.0759	0.0859
	T-57		N-43	141.70	70.85						
	T-34	N-31	N-30	57.94	28.97	106.98	0.1552	0.1756	0.1987	0.2249	0.2544
	T-36		N-33	51.90	25.95						
	T-35	N-32	N-32	29.94	14.97	106.98	0.1552	0.1756	0.1987	0.2249	0.2544
			N-31	29.94	14.97						
	T-47	N-32	N-39	45.90	22.95	85.72	0.1244	0.1407	0.1592	0.1802	0.2038
			N-32	45.90	22.95						
	T-46	N-39	N-38	13.94	6.97	36.10	0.0524	0.0593	0.0671	0.0759	0.0859
	T-48		N-40	111.60	55.80						
	T-46	N-38	N-39	13.94	6.97	106.98	0.1552	0.1756	0.1987	0.2249	0.2544
	T-45		N-37	58.27	29.13						
	T-44	N-37	N-38	58.27	29.13	106.98	0.1552	0.1756	0.1987	0.2249	0.2544
			N-36	30.19	15.09						
	T-50	N-10	125.50	62.75	106.98	0.1552	0.1756	0.1987	0.2249	0.2544	
		N-37	58.27	29.13							



96	T-68	N-48	N-23	92.25	46.12	107.65	0.1562	0.1767	0.2000	0.2263	0.2560
97	T-66		N-46	113.70	56.85						
98	T-67		N-2	9.35	4.67						
99	T-65	N-46	N-25	113.80	56.90	208.89	0.3031	0.3430	0.3881	0.4391	0.4967
100	T-62		N-44	92.54	46.27						
101	T-63		N-47	97.74	48.87						
102	T-66		N-48	113.70	56.85						
103	T-62	N-44	N-46	92.54	46.27	213.32	0.3096	0.3502	0.3963	0.4484	0.5073
104	T-59		N-26	123.20	61.60						
105	T-58		N-43	103.20	51.60						
106	T-60	N-43	N-45	107.70	53.85	214.30	0.3110	0.3519	0.3981	0.4504	0.5096
107	T-58		N-44	103.20	51.60						
108	T-57		N-30	141.70	70.85						
109	T-55		N-40	58.91	29.45						
110	T-54	N-40	N-42	124.80	62.40	180.04	0.2613	0.2956	0.3345	0.3784	0.4281
111	T-55		N-43	58.91	29.45						
112	T-48		N-39	111.60	55.80						
113	T-49	N-41	N-10	58.07	29.04	127.33	0.1848	0.2091	0.2365	0.2676	0.3028
114	T-51		N-41	131.50	65.75						
115	T-51		N-40	131.50	65.75						
116	T-52	N-41	N-9	96.28	48.14	127.33	0.1848	0.2091	0.2365	0.2676	0.3028
117	T-53		N-42	26.88	13.44						
118	T-53	N-42	N-41	26.88	13.44	198.74	0.2884	0.3263	0.3692	0.4177	0.4726
119	T-54		N-43	124.80	62.40						
120	T-61		N-45	134.30	67.15						
121	T-56		N-6	111.50	55.75						
122	T-61	N-45	N-42	134.30	67.15	166.18	0.2412	0.2729	0.3087	0.3493	0.3952
123	T-60		N-44	107.70	53.85						
124	T-64		N-47	90.37	45.18						
125	T-64	N-47	N-45	90.37	45.18	173.33	0.2515	0.2846	0.3220	0.3643	0.4122
126	T-70		N-5	43.65	21.82						
127	T-69		N-3	114.90	57.45						
128	T-63		N-46	97.74	48.87						
TOTAL =			12726.24	6375.69	6,375.69	9.25	10.4682	11.8445	13.4011	15.1616	
				6375.69	0.00145115		9.2521			15.16	
			12726.24		0.00164189		10.4682				
					0.00185776		11.8445				
					0.00210191		13.4011				
					0.00237803		15.1616				



4.1.6. Coordenadas geográficas de nodos

	LATITUD	LONGITUD	ALCANCE
NODO 1 TANQUE DE 200MIL	11°54'38.09"N	86° 4'37.90" O	252m
P1	11°54'26.01"N	86° 5'25.82" O	561m
P2, ESTACION DE REBOMBEO	11°54'24.51"N	86° 5'44.28" O	133m
El Zapoton	11°53'54.59"N	86° 6'33.00" O	210m
P3	11°53'29.80"N	86° 6'58.71" O	512m
1	11°54'36.86"N	86° 4'38.84"O	465m
2	11°54'37.39"N	86° 4'36.74"O	144m
3	11°54'35.20"N	86° 4'36.04"O	465m
4	11°54'34.29"N	86° 4'35.41"O	465m
5	11°54'34.00"N	86° 4'31.97"O	465m
6	11°54'32.41"N	86° 4'24.28"O	405m
7	11°54'27.11"N	86° 4'25.05"O	419m
8	11°54'31.64"N	86° 4'20.79"O	392m
9	11°54'33.34"N	86° 4'21.84"O	351m
10	11°54'40.29"N	86° 4'22.96"O	294m
11	11°54'40.97"N	86° 4'19.55"O	267m
12	11°54'45.72"N	86° 4'20.19"O	466m
13	11°54'46.71"N	86° 4'12.96"O	345m
14	11°54'46.79"N	86° 4'11.27"O	278m
15 (TANQUE DE 100MIL)	11°54'49.05"N	86° 4'9.68"O	330m
16	11°54'48.96"N	86° 4'20.68"O	358m
17	11°54'48.45"N	86° 4'24.17"O	380m
18	11°54'48.40"N	86° 4'26.06"O	368m
19	11°54'47.76"N	86° 4'32.17"O	288m
20	11°54'46.60"N	86° 4'34.54"O	290m
21	11°54'44.65"N	86° 4'34.30"O	326m
22	11°54'43.59"N	86° 4'38.14"O	345m
23	11°54'40.63"N	86° 4'37.54"O	339m
24	11°54'38.82"N	86° 4'40.61"O	241m
25	11°54'42.07"N	86° 4'33.86"O	203m
26	11°54'43.05"N	86° 4'30.90"O	247m
27	11°54'45.48"N	86° 4'31.40"O	265m
28	11°54'45.94"N	86° 4'30.71"O	235m
29	11°54'45.86"N	86° 4'29.95"O	235m
30	11°54'43.75"N	86° 4'28.85"O	247m
31	11°54'44.33"N	86° 4'27.06"O	298m
32	11°54'43.43"N	86° 4'26.66"O	298m
33	11°54'45.84"N	86° 4'27.23"O	298m
34	11°54'45.91"N	86° 4'26.08"O	298m
35	11°54'45.64"N	86° 4'23.76"O	280m
36	11°54'45.38"N	86° 4'23.25"O	236m
37	11°54'44.36"N	86° 4'23.36"O	260m
38	11°54'44.12"N	86° 4'25.08"O	251m
39	11°54'43.66"N	86° 4'25.25"O	251m
40	11°54'40.08"N	86° 4'24.80"O	269m
41	11°54'35.75"N	86° 4'23.91"O	369m
42	11°54'35.98"N	86° 4'24.84"O	369m
43	11°54'39.72"N	86° 4'26.76"O	262m
44	11°54'39.21"N	86° 4'30.06"O	368m
45	11°54'35.73"N	86° 4'29.25"O	435m
46	11°54'38.50"N	86° 4'33.07"O	430m
47	11°54'35.38"N	86° 4'32.22"O	378m

Tabla 14. Tabla de coordenadas,

Fuente; Google Earth.



4.2. SIMULACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN PROPUESTA

4.2.1. Distribución de caudales por nodos.

Para la distribución de caudal por nodos se considera el método de caudal unitario por longitud de tubería. La demanda de consumo promedio que se proyecta para 20 años es de 12.7465 lps, este caudal se distribuye en los nodos de demanda en toda la red de distribución. Se considera que por cada quinquenio se tendrá un análisis de la red, partiendo del último año de diseño, esto para determinar las presiones que existirán en la red y los cambios que presentan por cada quinquenio.

En la tabla que se presenta a continuación se visualiza la distribución de caudal por quinquenio y por cada nodo:

Nodo Principal	Nodo Secundario	L. Entre nodos	Distancia media (m)	Longitud	Año 1	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20																																																																																																																																
N-15	D-2	25.15	25.15	58.29	0.0711	0.0805	0.0910	0.1030	0.1165																																																																																																																																
	N-14	66.29	33.14							N-14	N-15	66.29	33.14	59.37	0.0724	0.0820	0.0927	0.1049	0.1187	N-13	52.45	26.22	N-13	N-14	52.45	26.22	140.52	0.1714	0.1940	0.2195	0.2483	0.2809	N-12	228.60	114.30	N-12	N-13	228.60	114.30	239.65	0.2924	0.3308	0.3743	0.4235	0.4791	N-11	150.00	75.00	N-16	100.70	50.35	N-16	N-12	100.70	50.35	103.90	0.1268	0.1434	0.1623	0.1836	0.2077	N-17	107.10	53.55	N-17	N-16	107.10	53.55	127.72	0.1558	0.1763	0.1995	0.2257	0.2553	N-35	89.39	44.69	N-18	58.95	29.47	N-18	N-17	58.95	29.47	163.14	0.1990	0.2252	0.2548	0.2883	0.3262	N-34	79.24	39.62	N-19	188.10	94.05	N-19	N-18	188.10	94.05	174.43	0.2128	0.2408	0.2724	0.3082	0.3487	N-28	76.94	38.47	N-20	83.83	41.91	N-20	N-19	83.83	41.91	70.81	0.0864	0.0977	0.1106	0.1251	0.1416	N-21	57.80	28.90	N-21	N-20	57.80	28.90	174.80	0.2133	0.2413	0.2730	0.3089	0.3495	N-27	89.80
N-14	N-15	66.29	33.14	59.37	0.0724	0.0820	0.0927	0.1049	0.1187																																																																																																																																
	N-13	52.45	26.22							N-13	N-14	52.45	26.22	140.52	0.1714	0.1940	0.2195	0.2483	0.2809	N-12	228.60	114.30	N-12	N-13	228.60	114.30	239.65	0.2924	0.3308	0.3743	0.4235	0.4791	N-11	150.00	75.00		N-16	100.70	50.35							N-16	N-12	100.70	50.35	103.90	0.1268	0.1434	0.1623	0.1836	0.2077	N-17	107.10	53.55	N-17	N-16	107.10	53.55	127.72	0.1558		0.1763	0.1995	0.2257							0.2553	N-35	89.39	44.69	N-18	58.95		29.47	N-18	N-17							58.95	29.47	163.14	0.1990	0.2252	0.2548		0.2883	0.3262	N-34							79.24	39.62	N-19	188.10	94.05	N-19	N-18	188.10	94.05	174.43	0.2128	0.2408	0.2724	0.3082	0.3487	N-28	76.94	38.47	N-20		83.83	41.91	N-20							N-19	83.83
N-13	N-14	52.45	26.22	140.52	0.1714	0.1940	0.2195	0.2483	0.2809																																																																																																																																
	N-12	228.60	114.30							N-12	N-13	228.60	114.30	239.65	0.2924	0.3308	0.3743	0.4235	0.4791	N-11	150.00	75.00		N-16	100.70	50.35							N-16	N-12	100.70	50.35	103.90	0.1268	0.1434	0.1623	0.1836	0.2077	N-17	107.10	53.55	N-17	N-16	107.10	53.55	127.72	0.1558	0.1763	0.1995	0.2257	0.2553	N-35	89.39	44.69		N-18	58.95	29.47			N-18				N-17	58.95	29.47	163.14	0.1990	0.2252		0.2548	0.2883	0.3262	N-34	79.24	39.62	N-19		188.10	94.05	N-19	N-18	188.10	94.05	174.43	0.2128	0.2408					0.2724			0.3082	0.3487	N-28	76.94	38.47	N-20	83.83	41.91	N-20	N-19	83.83	41.91		70.81	0.0864	0.0977							0.1106	0.1251	0.1416	N-21	57.80	28.90	N-21	N-20	57.80	28.90	174.80	0.2133	0.2413	0.2730	0.3089	0.3495
N-12	N-13	228.60	114.30	239.65	0.2924	0.3308	0.3743	0.4235	0.4791																																																																																																																																
	N-11	150.00	75.00																																																																																																																																						
	N-16	100.70	50.35																																																																																																																																						
N-16	N-12	100.70	50.35	103.90	0.1268	0.1434	0.1623	0.1836	0.2077																																																																																																																																
	N-17	107.10	53.55																																																																																																																																						
N-17	N-16	107.10	53.55	127.72	0.1558	0.1763	0.1995	0.2257	0.2553																																																																																																																																
	N-35	89.39	44.69																																																																																																																																						
	N-18	58.95	29.47																																																																																																																																						
N-18	N-17	58.95	29.47	163.14	0.1990	0.2252	0.2548	0.2883	0.3262																																																																																																																																
	N-34	79.24	39.62																																																																																																																																						
	N-19	188.10	94.05																																																																																																																																						
N-19	N-18	188.10	94.05	174.43	0.2128	0.2408	0.2724	0.3082	0.3487																																																																																																																																
	N-28	76.94	38.47																																																																																																																																						
	N-20	83.83	41.91																																																																																																																																						
N-20	N-19	83.83	41.91	70.81	0.0864	0.0977	0.1106	0.1251	0.1416																																																																																																																																
	N-21	57.80	28.90																																																																																																																																						
N-21	N-20	57.80	28.90	174.80	0.2133	0.2413	0.2730	0.3089	0.3495																																																																																																																																
	N-27	89.80	44.90																																																																																																																																						
	N-25	79.80	39.90																																																																																																																																						
	N-22	122.20	61.10																																																																																																																																						



Nodo Principal	Nodo Secundario	L. Entre nodos	Distancia media (m)	Longitud	Año 1	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
N-22	N-21	122.20	61.10	108.52	0.1324	0.1498	0.1695	0.1918	0.2170
	N-23	94.84	47.42						
N-23	N-22	94.84	47.42	205.99	0.2513	0.2843	0.3217	0.3640	0.4118
	N-25	120.30	60.15						
	N-48	92.25	46.12						
	N-24	104.60	52.30						
N-24	N-23	104.60	52.30	106.55	0.1300	0.1471	0.1664	0.1883	0.2130
	N-1	108.50	54.25						
N-1	N-24	108.50	54.25	80.18	0.0978	0.1107	0.1252	0.1417	0.1603
	N-2	51.86	25.93						
N-2	N-1	51.86	25.93	68.20	0.0832	0.0941	0.1065	0.1205	0.1363
	N-48	9.35	4.67						
	N-3	75.19	37.59						
N-3	N-2	75.19	37.59	109.61	0.1337	0.1513	0.1712	0.1937	0.2191
	N-47	114.90	57.45						
	N-4	29.13	14.56						
N-4	N-3	29.13	14.56	72.06	0.0879	0.0995	0.1126	0.1273	0.1441
	N-5	115.00	57.50						
N-5	N-4	115.00	57.50	198.87	0.2426	0.2745	0.3106	0.3514	0.3976
	N-47	43.65	21.82						
	N-6	239.10	119.55						
N-6	N-5	239.10	119.55	303.30	0.3700	0.4187	0.4737	0.5360	0.6064
	N-42	111.50	55.75						
	N-8	112.00	56.00						
	N-7	144.00	72.00						
N-7	N-6	144.00	72.00	72.00	0.0878	0.0994	0.1125	0.1272	0.1439
N-8	N-6	112.00	56.00	92.33	0.1126	0.1274	0.1442	0.1632	0.1846
	N-9	72.66	36.33						
N-9	N-8	72.66	36.33	190.77	0.2327	0.2633	0.2979	0.3371	0.3814
	N-41	96.28	48.14						
	N-10	212.60	106.30						
N-10	N-9	212.60	106.30	250.68	0.3058	0.3460	0.3915	0.4430	0.5012
	N-40	58.07	29.04						
	N-37	125.50	62.75						
	N-11	105.20	52.60						
N-11	N-10	105.20	52.60	127.60	0.1557	0.1761	0.1993	0.2255	0.2551
	N-12	150.00	75.00						
N-36	N-12	98.76	49.38	69.96	0.0854	0.0966	0.1093	0.1236	0.1399
	N-35	10.98	5.49						
	N-37	30.19	15.09						



Nodo Principal	Nodo Secundario	L. Entre nodos	Distancia media (m)	Longitud	Año 1	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
N-35	N-36	10.98	5.49	86.56	0.1056	0.1195	0.1352	0.1530	0.1731
	N-17	89.39	44.69						
	N-34	72.76	36.38						
N-34	N-35	72.76	36.38	95.70	0.1168	0.1321	0.1495	0.1691	0.1913
	N-18	79.24	39.62						
	N-33	39.41	19.70						
N-33	N-34	39.41	19.70	86.49	0.1055	0.1194	0.1351	0.1528	0.1729
	N-31	51.90	25.95						
	N-29	81.67	40.83						
N-29	N-33	81.67	40.83	90.80	0.1108	0.1253	0.1418	0.1605	0.1815
	N-30	79.24	39.62						
	N-28	20.70	10.35						
N-28	N-29	20.70	10.35	62.61	0.0764	0.0864	0.0978	0.1106	0.1252
	N-19	76.94	38.47						
	N-27	27.58	13.79						
N-27	N-28	27.58	13.79	98.26	0.1199	0.1356	0.1535	0.1736	0.1965
	N-26	79.15	39.57						
	N-21	89.80	44.90						
N-26	N-27	79.15	39.57	182.20	0.2223	0.2515	0.2846	0.3220	0.3643
	N-30	67.02	33.51						
	N-44	123.20	61.60						
	N-25	95.03	47.51						
N-25	N-26	95.03	47.51	204.46	0.2494	0.2822	0.3193	0.3613	0.4088
	N-46	113.80	56.90						
	N-23	120.30	60.15						
	N-21	79.80	39.90						
N-30	N-26	67.02	33.51	172.95	0.2110	0.2387	0.2701	0.3056	0.3458
	N-29	79.24	39.62						
	N-31	57.94	28.97						
	N-43	141.70	70.85						
N-31	N-30	57.94	28.97	69.89	0.0853	0.0965	0.1092	0.1235	0.1397
	N-33	51.90	25.95						
	N-32	29.94	14.97						
N-32	N-31	29.94	14.97	37.92	0.0463	0.0523	0.0592	0.0670	0.0758
	N-39	45.90	22.95						
N-39	N-32	45.90	22.95	85.72	0.1046	0.1183	0.1339	0.1515	0.1714
	N-38	13.94	6.97						
	N-40	111.60	55.80						
N-38	N-39	13.94	6.97	36.10	0.0440	0.0498	0.0564	0.0638	0.0722
	N-37	58.27	29.13						



Nodo Principal	Nodo Secundario	L. Entre nodos	Distancia media (m)	Longitud	Año 1	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
N-37	N-38	58.27	29.13	106.98	0.1305	0.1477	0.1671	0.1890	0.2139
	N-36	30.19	15.09						
	N-10	125.50	62.75						
N-48	N-23	92.25	46.12	107.65	0.1313	0.1486	0.1681	0.1902	0.2152
	N-46	113.70	56.85						
	N-2	9.35	4.67						
N-46	N-25	113.80	56.90	208.89	0.2548	0.2883	0.3262	0.3691	0.4176
	N-44	92.54	46.27						
	N-47	97.74	48.87						
	N-48	113.70	56.85						
N-44	N-46	92.54	46.27	213.32	0.2602	0.2945	0.3332	0.3770	0.4265
	N-26	123.20	61.60						
	N-43	103.20	51.60						
	N-45	107.70	53.85						
N-43	N-44	103.20	51.60	214.30	0.2614	0.2958	0.3347	0.3787	0.4284
	N-30	141.70	70.85						
	N-40	58.91	29.45						
	N-42	124.80	62.40						
N-40	N-43	58.91	29.45	180.04	0.2196	0.2485	0.2812	0.3181	0.3599
	N-39	111.60	55.80						
	N-10	58.07	29.04						
	N-41	131.50	65.75						
N-41	N-40	131.50	65.75	127.33	0.1553	0.1758	0.1989	0.2250	0.2546
	N-9	96.28	48.14						
	N-42	26.88	13.44						
N-42	N-41	26.88	13.44	198.74	0.2425	0.2743	0.3104	0.3512	0.3973
	N-43	124.80	62.40						
	N-45	134.30	67.15						
	N-6	111.50	55.75						
N-45	N-42	134.30	67.15	166.18	0.2027	0.2294	0.2596	0.2937	0.3322
	N-44	107.70	53.85						
	N-47	90.37	45.18						
N-47	N-45	90.37	45.18	173.33	0.2115	0.2393	0.2707	0.3063	0.3465
	N-5	43.65	21.82						
	N-3	114.90	57.45						
	N-46	97.74	48.87						
TOTAL =		12726.24	6375.69	6,375.69	7.78	8.8007	9.9578	11.2664	12.7465



Por cada quinquenio se tendrá un caudal de demanda (CPD). Se incluirá a manera de evaluación un esquema de red de distribución de caudal (1er año a 20 años). El esquema de la red que distribuye al sector urbano de Catarina considera una distribución a todas las viviendas del sector urbano, tal como se aprecia a continuación:

4.2.2. Resultado de la red de distribución Existente

Con el fin de definir el funcionamiento hidráulico y las variaciones de consumo de la red de distribución se realizaron análisis hidráulicos con el programa computarizado EPANET V 2.0.

La red se evaluó para el consumo promedio diario, para el consumo máximo día y para el consumo máxima hora.

Para el último año, con un caudal de diseño de 12.7465 lps se obtienen los siguientes resultados:

Consumo Promedio Diario (CPD): Presiones en el sistema de distribución:

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-1	510	0.19	32.51
Conexión N-2	510.5	0.16	32.04
Conexión N-3	507.5	0.26	34.70
Conexión N-4	507.5	0.17	34.69
Conexión N-5	510	0.47	32.76
Conexión N-6	512.5	0.72	30.40
Conexión N-7	510	0.17	32.77
Conexión N-8	512.5	0.22	30.53
Conexión N-9	515	0.45	28.06
Conexión N-10	520.5	0.60	22.88
Conexión N-11	527.5	0.30	16.30
Conexión N-12	528	0.57	15.98
Conexión N-13	536.5	0.33	8.40
Conexión N-14	540.5	0.14	4.62
Conexión N-15	542.5	0.14	2.91
Conexión N-16	532.5	0.25	11.30



EPANET 2 - Red-CatarinaGONZALO VELOCIDADCPD.NET - [Tabla de Red - Nu

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayu

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-17	528.5	0.30	15.28
Conexión N-18	527	0.39	16.76
Conexión N-19	518.5	0.41	25.06
Conexión N-20	519	0.17	24.06
Conexión N-21	518	0.42	25.02
Conexión N-22	519	0.26	23.96
Conexión N-23	513.5	0.49	29.30
Conexión N-24	509.5	0.25	32.74
Conexión N-25	516.5	0.49	26.45
Conexión N-26	518	0.43	25.02
Conexión N-27	519	0.23	24.06
Conexión N-28	520	0.15	23.13
Conexión N-29	521.5	0.22	21.72
Conexión N-30	520	0.41	23.12
Conexión N-31	523	0.17	20.15
Conexión N-32	525	0.09	18.31
Conexión N-33	525	0.21	18.37
Conexión N-34	525.5	0.23	18.06
Conexión N-35	526.5	0.21	17.32
Conexión N-36	526	0.17	17.84
Conexión N-37	524.5	0.25	19.22
Conexión N-38	527	0.09	16.42
Conexión N-39	525.5	0.20	17.85
Conexión N-40	520	0.43	23.18
Conexión N-41	516.5	0.30	26.49
Conexión N-42	515.5	0.47	27.46
Conexión N-43	519	0.51	24.03
Conexión N-44	515	0.51	27.97
Conexión N-45	516.5	0.40	26.36
Conexión N-46	511.5	0.50	31.29
Conexión N-47	511	0.41	31.79
Conexión N-48	510.5	0.26	32.06



EPANET 2 - Red-CatarinaGONZALO VELOCIDADCPD.NET - [Tabla de Red - Nu

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayu

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-38	527	0.09	16.42
Conexión N-39	525.5	0.20	17.85
Conexión N-40	520	0.43	23.18
Conexión N-41	516.5	0.30	26.49
Conexión N-42	515.5	0.47	27.46
Conexión N-43	519	0.51	24.03
Conexión N-44	515	0.51	27.97
Conexión N-45	516.5	0.40	26.36
Conexión N-46	511.5	0.50	31.29
Conexión N-47	511	0.41	31.79
Conexión N-48	510.5	0.26	32.06
Conexión N-49	510.6	0.00	36.29
Conexión N-50	488.5	0.00	28.53
Embalse F-1	488.5	-22.72	0.00
Depósito D-1	510.665	6.11	1.50
Depósito D-2	542.5	1.45	3.00

Al último año (20 años) se presentan en la red, para CPD presiones máximas de 34.70 mca y mínimas de 15.36 mca, sin considerar presiones en la línea de conducción las cuales se considerarán instalar válvulas de aire y vacío en zonas bajas.

Valores en la Tubería:



EPANET 2 - Red-CatarinaGONZALO VELOCIDADCPD.NET - [Tabla de Red - Líneas]

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-1	51.56	50	-0.29	0.15	0.62
Tubería T-2	74.89	25	0.14	0.28	4.54
Tubería T-3	28.83	25	0.03	0.05	0.21
Tubería T-4	114.7	25	-0.14	0.29	4.91
Tubería T-5	238.8	50	-0.29	0.15	0.59
Tubería T-6	143.7	37.5	0.17	0.16	0.93
Tubería T-7	111.7	50	-0.41	0.21	1.18
Tubería T-8	72.36	75	-0.63	0.14	0.36
Tubería T-9	212.3	75	-1.39	0.32	1.54
Tubería T-10	104.9	75	-2.31	0.52	3.92
Tubería T-11	148.7	100	-2.61	0.33	1.21
Tubería T-12	228.3	150	-14.55	0.82	4.06
Tubería T-13	52.15	150	-14.88	0.84	4.24
Tubería T-14	65.99	150	-15.02	0.85	4.31
Tubería T-15	100.4	100	3.20	0.41	1.77
Tubería T-16	106.8	150	2.95	0.17	0.21
Tubería T-17	58.65	150	3.41	0.19	0.28
Tubería T-18	187.8	100	2.40	0.30	1.04
Tubería T-19	83.53	50	1.01	0.51	6.08
Tubería T-20	57.5	75	0.84	0.19	0.60
Tubería T-21	121.9	75	0.77	0.17	0.51
Tubería T-22	94.54	50	0.51	0.26	1.73
Tubería T-23	104.3	25	0.15	0.31	5.39
Tubería T-24	108.25	25	-0.10	0.21	2.53
Tubería T-25	120	50	-0.43	0.22	1.25
Tubería T-26	94.73	75	-0.99	0.22	0.82
Tubería T-27	78.85	75	-0.76	0.17	0.50
Tubería T-28	89.5	75	0.72	0.16	0.45
Tubería T-29	27.28	75	-1.71	0.39	2.26
Tubería T-30	76.64	50	-0.98	0.50	5.74
Tubería T-31	20.4	50	-0.88	0.45	4.79
Tubería T-32	78.94	50	0.44	0.22	1.30



EPANET 2 - Red-CatarinaGONZALO VELOCIDADCPD.NET - [Tabla de Red - Líneas]					
Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda					
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-33	66.72	75	1.34	0.30	1.44
Tubería T-34	57.64	100	-1.62	0.21	0.50
Tubería T-35	29.64	50	-0.94	0.48	5.40
Tubería T-36	51.6	50	-0.84	0.43	4.35
Tubería T-37	81.37	75	1.54	0.35	1.85
Tubería T-38	39.11	75	-2.58	0.58	4.83
Tubería T-39	78.94	50	-0.62	0.32	2.50
Tubería T-40	72.46	75	-2.19	0.50	3.56
Tubería T-41	89.09	75	0.76	0.17	0.50
Tubería T-42	10.68	100	-3.15	0.40	1.72
Tubería T-43	98.46	150	-8.17	0.46	1.40
Tubería T-44	29.89	100	4.85	0.62	3.83
Tubería T-45	57.97	75	2.71	0.61	5.29
Tubería T-46	13.64	75	2.62	0.59	4.98
Tubería T-47	45.6	75	1.03	0.23	0.89
Tubería T-48	111.3	75	1.39	0.31	1.53
Tubería T-49	56.77	75	-2.21	0.50	3.61
Tubería T-50	125.2	75	-1.89	0.43	2.71
Tubería T-51	131.2	75	1.33	0.30	1.43
Tubería T-52	95.98	50	-0.31	0.16	0.67
Tubería T-53	25.58	75	1.34	0.30	1.43
Tubería T-54	124.5	75	-0.83	0.19	0.59
Tubería T-55	58.61	75	-1.83	0.41	2.55
Tubería T-56	111.2	75	0.76	0.17	0.51
Tubería T-57	141.4	50	-0.30	0.15	0.64
Tubería T-58	102.9	75	0.79	0.18	0.53
Tubería T-59	122.9	75	-0.67	0.15	0.40
Tubería T-60	107.4	50	0.40	0.20	1.09
Tubería T-61	134	75	-0.93	0.21	0.73
Tubería T-62	92.24	50	0.55	0.28	2.01
Tubería T-63	97.44	50	-0.04	0.02	0.02
Tubería T-64	90.07	75	-0.94	0.21	0.74



ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-61	134	75	-0.93	0.21	0.73
Tubería T-62	92.24	50	0.55	0.28	2.01
Tubería T-63	97.44	50	-0.04	0.02	0.02
Tubería T-64	90.07	75	-0.94	0.21	0.74
Tubería T-65	113.5	50	-0.45	0.23	1.38
Tubería T-66	113.4	50	0.55	0.28	2.01
Tubería T-67	9.05	50	0.59	0.30	2.28
Tubería T-68	91.95	37.5	-0.30	0.27	2.56
Tubería T-69	114.6	25	-0.15	0.30	5.15
Tubería T-70	43.35	50	0.33	0.17	0.78
Tubería T-71	79.5	50	-0.37	0.19	0.97
Tubería T-72	1086.82	200	16.61	0.53	1.28
Tubería T-73	20.81	150	15.16	0.86	4.38
Tubería T-74	2130	200	22.72	0.72	2.28
Bomba B-2	No Disponible	No Disponible	16.61	0.00	-34.72
Bomba B-1	No Disponible	No Disponible	22.72	0.00	-28.53

Consumo Máximo Día (CMD):

Presiones en el sistema de distribución:

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-1	510	0.19	32.51
Conexión N-2	510.5	0.16	32.04
Conexión N-3	507.5	0.26	34.70
Conexión N-4	507.5	0.17	34.69
Conexión N-5	510	0.47	32.76
Conexión N-6	512.5	0.72	30.40
Conexión N-7	510	0.17	32.77
Conexión N-8	512.5	0.22	30.53
Conexión N-9	515	0.45	28.06
Conexión N-10	520.5	0.60	22.88
Conexión N-11	527.5	0.30	16.30
Conexión N-12	528	0.57	15.98
Conexión N-13	536.5	0.33	8.40
Conexión N-14	540.5	0.14	4.62
Conexión N-15	542.5	0.14	2.91
Conexión N-16	532.5	0.25	11.30



EPANET 2 - Red-CatarinaGONZALO VELOCIDADCMD.net - [Tabla de Red - Nu

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayu

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-17	528.5	0.30	15.28
Conexión N-18	527	0.39	16.76
Conexión N-19	518.5	0.41	25.06
Conexión N-20	519	0.17	24.06
Conexión N-21	518	0.42	25.02
Conexión N-22	519	0.26	23.96
Conexión N-23	513.5	0.49	29.30
Conexión N-24	509.5	0.25	32.74
Conexión N-25	516.5	0.49	26.45
Conexión N-26	518	0.43	25.02
Conexión N-27	519	0.23	24.06
Conexión N-28	520	0.15	23.13
Conexión N-29	521.5	0.22	21.72
Conexión N-30	520	0.41	23.12
Conexión N-31	523	0.17	20.15
Conexión N-32	525	0.09	18.31
Conexión N-33	525	0.21	18.37
Conexión N-34	525.5	0.23	18.06
Conexión N-35	526.5	0.21	17.32
Conexión N-36	526	0.17	17.84
Conexión N-37	524.5	0.25	19.22
Conexión N-38	527	0.09	16.42
Conexión N-39	525.5	0.20	17.85
Conexión N-40	520	0.43	23.18
Conexión N-41	516.5	0.30	26.49
Conexión N-42	515.5	0.47	27.46
Conexión N-43	519	0.51	24.03
Conexión N-44	515	0.51	27.97
Conexión N-45	516.5	0.40	26.36
Conexión N-46	511.5	0.50	31.29
Conexión N-47	511	0.41	31.79
Conexión N-48	510.5	0.26	32.06



EPANET 2 - Red-CatarinaGONZALO VELOCIDADCMD.net - [Tabla de Red - N...

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayu

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-38	527	0.09	16.42
Conexión N-39	525.5	0.20	17.85
Conexión N-40	520	0.43	23.18
Conexión N-41	516.5	0.30	26.49
Conexión N-42	515.5	0.47	27.46
Conexión N-43	519	0.51	24.03
Conexión N-44	515	0.51	27.97
Conexión N-45	516.5	0.40	26.36
Conexión N-46	511.5	0.50	31.29
Conexión N-47	511	0.41	31.79
Conexión N-48	510.5	0.26	32.06
Conexión N-49	510.6	0.00	37.70
Conexión N-50	488.5	0.00	33.54
Embalse F-1	488.5	-33.30	0.00
Depósito D-1	510.665	9.08	1.50
Depósito D-2	542.5	9.06	3.00

Al último año (20 años) se presentan en la red, para CMD presiones máximas de 34.70mca y mínimas de 15.28 mca, sin considerar presiones en la línea de conducción.

Valores en la Tubería:



EPANET 2 - Red-CatarinaGONZALO VELOCIDADCMD.net - [Tabla de Red - Líneas]

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-1	51.56	50	-0.29	0.15	0.62
Tubería T-2	74.89	25	0.14	0.28	4.54
Tubería T-3	28.83	25	0.03	0.05	0.21
Tubería T-4	114.7	25	-0.14	0.29	4.91
Tubería T-5	238.8	50	-0.29	0.15	0.59
Tubería T-6	143.7	37.5	0.17	0.16	0.93
Tubería T-7	111.7	50	-0.41	0.21	1.18
Tubería T-8	72.36	75	-0.63	0.14	0.36
Tubería T-9	212.3	75	-1.39	0.32	1.54
Tubería T-10	104.9	75	-2.31	0.52	3.92
Tubería T-11	148.7	100	-2.61	0.33	1.21
Tubería T-12	228.3	150	-14.55	0.82	4.06
Tubería T-13	52.15	150	-14.88	0.84	4.24
Tubería T-14	65.99	150	-15.02	0.85	4.31
Tubería T-15	100.4	100	3.20	0.41	1.77
Tubería T-16	106.8	150	2.95	0.17	0.21
Tubería T-17	58.65	150	3.41	0.19	0.28
Tubería T-18	187.8	100	2.40	0.30	1.04
Tubería T-19	83.53	50	1.01	0.51	6.08
Tubería T-20	57.5	75	0.84	0.19	0.60
Tubería T-21	121.9	75	0.77	0.17	0.51
Tubería T-22	94.54	50	0.51	0.26	1.73
Tubería T-23	104.3	25	0.15	0.31	5.39
Tubería T-24	108.25	25	-0.10	0.21	2.53
Tubería T-25	120	50	-0.43	0.22	1.25
Tubería T-26	94.73	75	-0.99	0.22	0.82
Tubería T-27	78.85	75	-0.76	0.17	0.50
Tubería T-28	89.5	75	0.72	0.16	0.45
Tubería T-29	27.28	75	-1.71	0.39	2.26
Tubería T-30	76.64	50	-0.98	0.50	5.74
Tubería T-31	20.4	50	-0.88	0.45	4.79
Tubería T-32	78.94	50	0.44	0.22	1.30



EPANET 2 - Red-CatarinaGONZALO VELOCIDADCMD.net - [Tabla de Red - Líneas]

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit m/km
Tubería T-33	66.72	75	1.34	0.30	1.44
Tubería T-34	57.64	100	-1.62	0.21	0.50
Tubería T-35	29.64	50	-0.94	0.48	5.40
Tubería T-36	51.6	50	-0.84	0.43	4.35
Tubería T-37	81.37	75	1.54	0.35	1.85
Tubería T-38	39.11	75	-2.58	0.58	4.83
Tubería T-39	78.94	50	-0.62	0.32	2.50
Tubería T-40	72.46	75	-2.19	0.50	3.56
Tubería T-41	89.09	75	0.76	0.17	0.50
Tubería T-42	10.68	100	-3.15	0.40	1.72
Tubería T-43	98.46	150	-8.17	0.46	1.40
Tubería T-44	29.89	100	4.85	0.62	3.83
Tubería T-45	57.97	75	2.71	0.61	5.29
Tubería T-46	13.64	75	2.62	0.59	4.98
Tubería T-47	45.6	75	1.03	0.23	0.89
Tubería T-48	111.3	75	1.39	0.31	1.53
Tubería T-48	111.3	75	1.39	0.31	1.53
Tubería T-49	56.77	75	-2.21	0.50	3.61
Tubería T-50	125.2	75	-1.89	0.43	2.71
Tubería T-51	131.2	75	1.33	0.30	1.43
Tubería T-52	95.98	50	-0.31	0.16	0.67
Tubería T-53	25.58	75	1.34	0.30	1.43
Tubería T-54	124.5	75	-0.83	0.19	0.59
Tubería T-55	58.61	75	-1.83	0.41	2.55
Tubería T-56	111.2	75	0.76	0.17	0.51
Tubería T-57	141.4	50	-0.30	0.15	0.64
Tubería T-58	102.9	75	0.79	0.18	0.53
Tubería T-59	122.9	75	-0.67	0.15	0.40
Tubería T-60	107.4	50	0.40	0.20	1.09
Tubería T-61	134	75	-0.93	0.21	0.73
Tubería T-62	92.24	50	0.55	0.28	2.01
Tubería T-63	97.44	50	-0.04	0.02	0.02



EPANET 2 - Red-CatarinaGONZALO VELOCIDADCMD.net - [Tabla de Red - Líneas]

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-61	134	75	-0.93	0.21	0.73
Tubería T-62	92.24	50	0.55	0.28	2.01
Tubería T-63	97.44	50	-0.04	0.02	0.02
Tubería T-64	90.07	75	-0.94	0.21	0.74
Tubería T-65	113.5	50	-0.45	0.23	1.38
Tubería T-66	113.4	50	0.55	0.28	2.01
Tubería T-67	9.05	50	0.59	0.30	2.28
Tubería T-68	91.95	37.5	-0.30	0.27	2.56
Tubería T-69	114.6	25	-0.15	0.30	5.15
Tubería T-70	43.35	50	0.33	0.17	0.78
Tubería T-71	79.5	50	-0.37	0.19	0.97
Tubería T-72	1086.82	200	24.23	0.77	2.57
Tubería T-73	20.81	150	15.16	0.86	4.38
Tubería T-74	2130	200	33.30	1.06	4.64
Bomba B-2	No Disponible	No Disponible	24.23	0.00	-36.13
Bomba B-1	No Disponible	No Disponible	33.30	0.00	-33.54

Consumo Máximo Hora (CMH):

Presiones en el sistema de distribución:



EPANET 2 - Red-CatarinaGONZALO VELOCIDADCMH.NET - [Tabla de Red - N

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayu

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-1	510	0.19	32.51
Conexión N-2	510.5	0.16	32.04
Conexión N-3	507.5	0.26	34.70
Conexión N-4	507.5	0.17	34.69
Conexión N-5	510	0.47	32.76
Conexión N-6	512.5	0.72	30.40
Conexión N-7	510	0.17	32.77
Conexión N-8	512.5	0.22	30.53
Conexión N-9	515	0.45	28.06
Conexión N-10	520.5	0.60	22.88
Conexión N-11	527.5	0.30	16.30
Conexión N-12	528	0.57	15.98
Conexión N-13	536.5	0.33	8.40
Conexión N-14	540.5	0.14	4.62
Conexión N-15	542.5	0.14	2.91
Conexión N-16	532.5	0.25	11.30
Conexión N-17	528.5	0.30	15.28
Conexión N-18	527	0.39	16.76
Conexión N-19	518.5	0.41	25.06
Conexión N-20	519	0.17	24.06
Conexión N-21	518	0.42	25.02
Conexión N-22	519	0.26	23.96
Conexión N-23	513.5	0.49	29.30
Conexión N-24	509.5	0.25	32.74
Conexión N-25	516.5	0.49	26.45
Conexión N-26	518	0.43	25.02
Conexión N-27	519	0.23	24.06
Conexión N-28	520	0.15	23.13
Conexión N-29	521.5	0.22	21.72
Conexión N-30	520	0.41	23.12
Conexión N-31	523	0.17	20.15
Conexión N-32	525	0.09	18.31



ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m
Conexión N-33	525	0.21	18.37
Conexión N-34	525.5	0.23	18.06
Conexión N-35	526.5	0.21	17.32
Conexión N-36	526	0.17	17.84
Conexión N-37	524.5	0.25	19.22
Conexión N-38	527	0.09	16.42
Conexión N-39	525.5	0.20	17.85
Conexión N-40	520	0.43	23.18
Conexión N-41	516.5	0.30	26.49
Conexión N-42	515.5	0.47	27.46
Conexión N-43	519	0.51	24.03
Conexión N-44	515	0.51	27.97
Conexión N-45	516.5	0.40	26.36
Conexión N-46	511.5	0.50	31.29
Conexión N-47	511	0.41	31.79
Conexión N-48	510.5	0.26	32.06
Conexión N-38	527	0.09	16.42
Conexión N-39	525.5	0.20	17.85
Conexión N-40	520	0.43	23.18
Conexión N-41	516.5	0.30	26.49
Conexión N-42	515.5	0.47	27.46
Conexión N-43	519	0.51	24.03
Conexión N-44	515	0.51	27.97
Conexión N-45	516.5	0.40	26.36
Conexión N-46	511.5	0.50	31.29
Conexión N-47	511	0.41	31.79
Conexión N-48	510.5	0.26	32.06
Conexión N-49	510.6	0.00	41.14
Conexión N-50	488.5	0.00	46.25
Embalse F-1	488.5	-52.05	0.00
Depósito D-1	510.665	14.66	1.50
Depósito D-2	542.5	22.23	3.00

Al último año (20 años) se presentan en la red, para CMD presiones máximas de 34.70 mca y mínimas de 15.28 mca, sin considerar presiones en la línea de conducción.

Valores en la Tubería:



ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-1	51.56	50	-0.29	0.15	0.62
Tubería T-2	74.89	25	0.14	0.28	4.54
Tubería T-3	28.83	25	0.03	0.05	0.21
Tubería T-4	114.7	25	-0.14	0.29	4.91
Tubería T-5	238.8	50	-0.29	0.15	0.59
Tubería T-6	143.7	37.5	0.17	0.16	0.93
Tubería T-7	111.7	50	-0.41	0.21	1.18
Tubería T-8	72.36	75	-0.63	0.14	0.36
Tubería T-9	212.3	75	-1.39	0.32	1.54
Tubería T-10	104.9	75	-2.31	0.52	3.92
Tubería T-11	148.7	100	-2.61	0.33	1.21
Tubería T-12	228.3	150	-14.55	0.82	4.06
Tubería T-13	52.15	150	-14.88	0.84	4.24
Tubería T-14	65.99	150	-15.02	0.85	4.31
Tubería T-15	100.4	100	3.20	0.41	1.77
Tubería T-16	106.8	150	2.95	0.17	0.21
Tubería T-17	58.65	150	3.41	0.19	0.28
Tubería T-18	187.8	100	2.40	0.30	1.04
Tubería T-19	83.53	50	1.01	0.51	6.08
Tubería T-20	57.5	75	0.84	0.19	0.60
Tubería T-21	121.9	75	0.77	0.17	0.51
Tubería T-22	94.54	50	0.51	0.26	1.73
Tubería T-23	104.3	25	0.15	0.31	5.39
Tubería T-24	108.25	25	-0.10	0.21	2.53
Tubería T-25	120	50	-0.43	0.22	1.25
Tubería T-26	94.73	75	-0.99	0.22	0.82
Tubería T-27	78.85	75	-0.76	0.17	0.50
Tubería T-28	89.5	75	0.72	0.16	0.45
Tubería T-29	27.28	75	-1.71	0.39	2.26
Tubería T-30	76.64	50	-0.98	0.50	5.74
Tubería T-31	20.4	50	-0.88	0.45	4.79
Tubería T-32	78.94	50	0.44	0.22	1.30



EPANET 2 - Red-CatarinaGONZALO VELOCIDADCMH.NET - [Tabla de Red - Líneas]

Archivo Editar Ver Proyecto Informe Extensiones Ventana Ayuda

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-33	66.72	75	1.34	0.30	1.44
Tubería T-34	57.64	100	-1.62	0.21	0.50
Tubería T-35	29.64	50	-0.94	0.48	5.40
Tubería T-36	51.6	50	-0.84	0.43	4.35
Tubería T-37	81.37	75	1.54	0.35	1.85
Tubería T-38	39.11	75	-2.58	0.58	4.83
Tubería T-39	78.94	50	-0.62	0.32	2.50
Tubería T-40	72.46	75	-2.19	0.50	3.56
Tubería T-41	89.09	75	0.76	0.17	0.50
Tubería T-42	10.68	100	-3.15	0.40	1.72
Tubería T-43	98.46	150	-8.17	0.46	1.40
Tubería T-44	29.89	100	4.85	0.62	3.83
Tubería T-45	57.97	75	2.71	0.61	5.29
Tubería T-46	13.64	75	2.62	0.59	4.98
Tubería T-47	45.6	75	1.03	0.23	0.89
Tubería T-48	111.3	75	1.39	0.31	1.53
Tubería T-49	56.77	75	-2.21	0.50	3.61
Tubería T-50	125.2	75	-1.89	0.43	2.71
Tubería T-51	131.2	75	1.33	0.30	1.43
Tubería T-52	95.98	50	-0.31	0.16	0.67
Tubería T-53	25.58	75	1.34	0.30	1.43
Tubería T-54	124.5	75	-0.83	0.19	0.55
Tubería T-55	58.61	75	-1.83	0.41	2.55
Tubería T-56	111.2	75	0.76	0.17	0.51
Tubería T-57	141.4	50	-0.30	0.15	0.64
Tubería T-58	102.9	75	0.79	0.18	0.53
Tubería T-59	122.9	75	-0.67	0.15	0.40
Tubería T-60	107.4	50	0.40	0.20	1.05
Tubería T-61	134	75	-0.93	0.21	0.73
Tubería T-62	92.24	50	0.55	0.28	2.01
Tubería T-63	97.44	50	-0.04	0.02	0.02



ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería T-61	134	75	-0.93	0.21	0.73
Tubería T-62	92.24	50	0.55	0.28	2.01
Tubería T-63	97.44	50	-0.04	0.02	0.02
Tubería T-64	90.07	75	-0.94	0.21	0.74
Tubería T-65	113.5	50	-0.45	0.23	1.38
Tubería T-66	113.4	50	0.55	0.28	2.01
Tubería T-67	9.05	50	0.59	0.30	2.28
Tubería T-68	91.95	37.5	-0.30	0.27	2.56
Tubería T-69	114.6	25	-0.15	0.30	5.15
Tubería T-70	43.35	50	0.33	0.17	0.78
Tubería T-71	79.5	50	-0.37	0.19	0.97
Tubería T-72	1086.82	200	37.39	1.19	5.75
Tubería T-73	20.81	150	15.16	0.86	4.38
Tubería T-74	2130	200	52.05	1.66	10.60
Bomba B-2	No Disponible	No Disponible	37.39	0.00	-39.58
Bomba B-1	No Disponible	No Disponible	52.05	0.00	-46.25

La Simulación hidráulica para el año 2038, se representa de la siguiente manera:

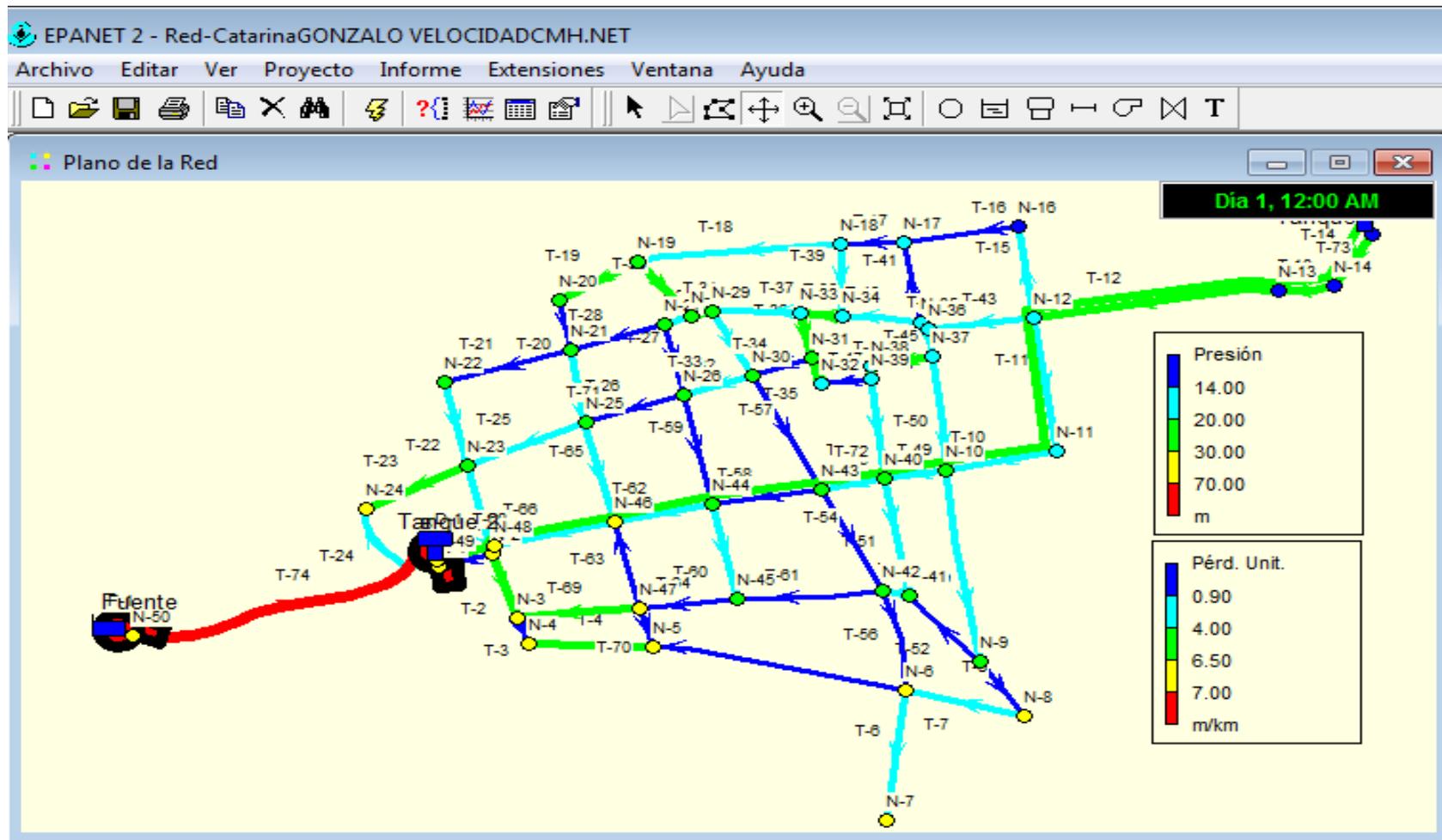
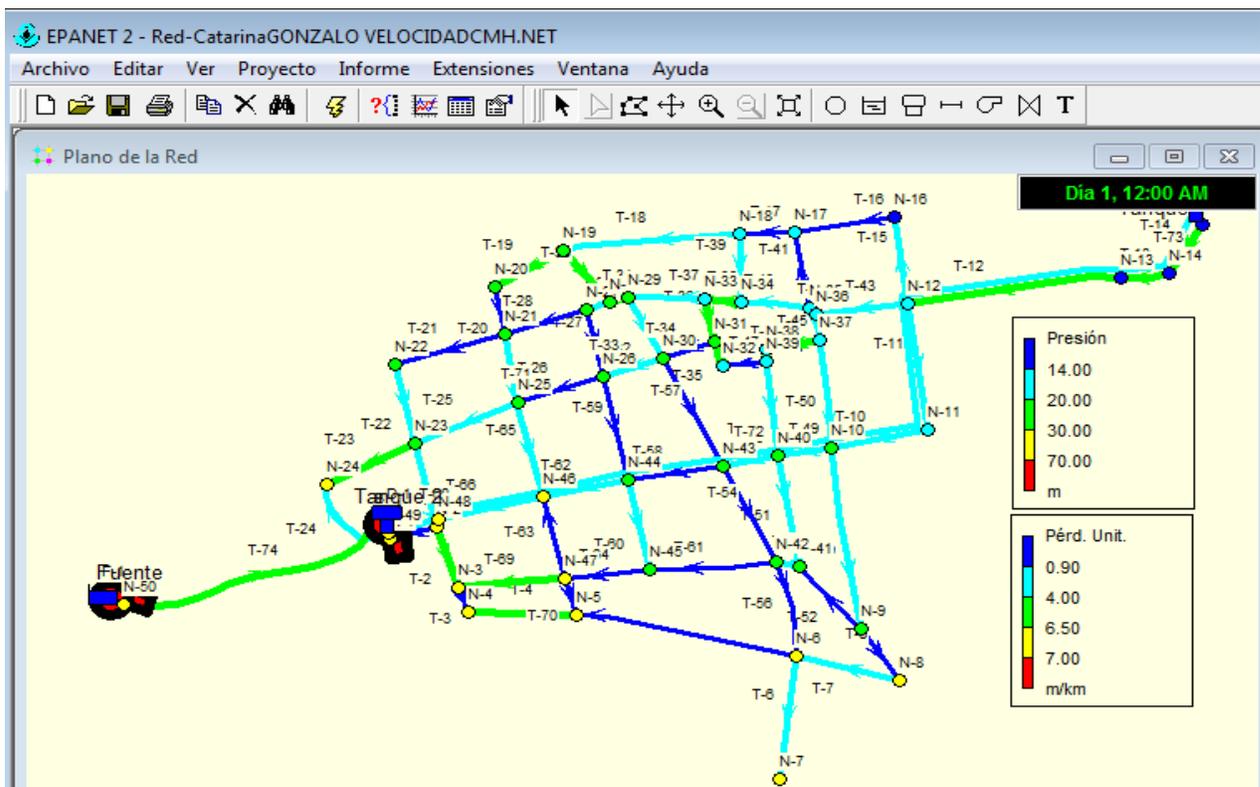


Ilustración 22: Simulación hidráulica al primer quinquenio.

Fuente; Elaboracion Propia

Simulación hidráulica al primer quinquenio.



En comparación al último año se presentan presiones máximas y mínimas de 15.28 mca y 34.70 mca respectivamente.

Los resultados indican que las presiones cumplen con las normas de diseño, los valores mínimos de velocidad se toleran considerando que se han utilizado diámetro máximo y mínimo según lo establecen las normas.

Resumen General del análisis hidráulico completo.

Distribución: Debido a la topografía del terreno la distribución se realiza por medio de gravedad.

Pérdidas unitarias: Con el rediseño del sistema hidráulico podemos observar los valores de pérdidas unitarias que se encuentran en el sistema, que no sobrepasan el límite de 7 m/km.



Caudales: Para el año 2038 se proyecta un caudal (CPD) de 12.746 lts/seg.

Velocidades: Las velocidades van de 0.14 m/seg a 0.58 m/seg debido al método de distribución por gravedad por la topografía del terreno.

Diámetros: Se proponen diámetros menores para aumentar el factor velocidad trabajando con las presiones y pérdidas unitarias para mantenerse en el rango estipulado según normas.

Presiones: Las están por encima de los 14 mca cumpliendo así con lo establecido y garantizando así sus valores a lo largo del periodo de diseño.

4.3. PLANOS DE PROPUESTA DEL REDISEÑO HIDRÁULICO.

- 4.3.1. Portada, Información general**
- 4.3.2. Plano catastral**
- 4.3.3. Plano red existente**
- 4.3.4. Plano control horizontal**
- 4.3.5. Plano derroteros**
- 4.3.6. Plano con curvas de nivel**
- 4.3.7. Plano propuesta de red (Plano con diámetros de tuberías)**
- 4.3.8. Plano propuesta de red (Longitudes de tuberías)**
- 4.3.9. Plano detalle de red propuesta**
- 4.3.10. Plano detalle de red propuesta**
- 4.3.11. Plano Ubicación y detalle Válvulas**

Rediseño del sistema Hidráulico de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina Departamento de Masaya.



Rediseño del sistema Hidráulico de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina Departamento de Masaya.



Rediseño del sistema Hidráulico de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina Departamento de Masaya.



Rediseño del sistema Hidráulico de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina Departamento de Masaya.



Rediseño del sistema Hidráulico de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina Departamento de Masaya.



Rediseño del sistema Hidráulico de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina Departamento de Masaya.



Rediseño del sistema Hidráulico de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina Departamento de Masaya.



Rediseño del sistema Hidráulico de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina Departamento de Masaya.



Rediseño del sistema Hidráulico de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina Departamento de Masaya.



Rediseño del sistema Hidráulico de agua potable del casco urbano del Municipio de Catarina Departamento de Masaya.



4.4. COSTOS DEL REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

4.4.1. Costos Conexión domiciliar y Puestos públicos

CONEXIÓN DOMICILIAR Y PUESTOS PÚBLICOS.								
Ref.	Concepto	u/m	Cant.	Mano de Obra		Materiales		Costo T total Directo C\$
				Costo unitario C\$	Total C\$	Costo unitario C\$	Total C\$	
CONEXIONES								C\$ 3618,080.00
1	MOVIMIENTO DE TIERRA				C\$ -		C\$ -	C\$ -
2	EXCAVACIÓN DE ZANJAS DE (0.30MX0.8MX1.0M)	m ³	1400	C\$ 250.00	C\$ 350,000.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 350,000.00
3	RELLENO Y COMPACTACIÓN (MANUAL)	m ³	150	C\$ 150.00	C\$ 22,500.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 22,500.00
4	ACARREO (CON CAMIÓN VOLQUETE) DE MATERIAL	m ³	200	C\$ 100.00	C\$ 20,000.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 20,000.00
5	EXPLOTACIÓN DE BANCO MANUAL	m ³	50	C\$ 150.00	C\$ 7,500.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 7,500.00
6	BOTAR (CON CAMIÓN VOLQUETE)TIERRA SOBRANTE	m ³	80	C\$ 100.00	C\$ 8,000.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 8,000.00
7	CONEXIONES DOMICILIARES	c/u	1678	C\$ 50.00	C\$ 83,900.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 83,900.00
8	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 1/2"	ml	10068	C\$ 45.00	C\$ 453,060.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 453,060.00
9	LLAVE DE CHORRO DE BRONCE DE Ø 1/2 "	c/u	1678		C\$ -	C\$ 75.00	C\$ 125,850.00	C\$ 125,850.00
10	ADAPTADOR HEMBRA P.V.C. DIÁMETRO 1/2"	c/u	1678		C\$ -	C\$ 7.00	C\$ 11,746.00	C\$ 11,746.00
11	TUBERÍA DE PVC Ø 1/2 "	Tubo	1678		C\$ -	C\$ 60.00	C\$ 100,680.00	C\$ 100,680.00
12	LLAVE DE PASE DE BRONCE Ø 1/2 "	c/u	1678		C\$ -	C\$ 130.00	C\$ 218,140.00	C\$ 218,140.00
13	CODO DE 90° PVC Ø 1/2 " SON 4 POR CASA	c/u	1678		C\$ -	C\$ 6.00	C\$ 10,068.00	C\$ 10,068.00
14	ADAPTADOR MACHO PVC DE Ø 1/2 " 3 POR CADA CASA	c/u	1678		C\$ -	C\$ 7.00	C\$ 11,746.00	C\$ 11,746.00
15	REDUCTORES DE PVC	c/u	1678		C\$ -	C\$ 5.00	C\$ 8,390.00	C\$ 8,390.00
16	MEDIDOR DOMICILIAR Ø1/2"	c/u	1678	C\$ 180.00	C\$ 302,040.00	C\$ 900.00	C\$ 1510,200.00	C\$ 1812,240.00
17	CAJA DE MEDIDOR DOMICILIAR	c/u	1678	C\$ 20.00	C\$ 33,560.00	C\$ 200.00	C\$ 335,600.00	C\$ 369,160.00
18	PEGAMENTO P.V.C.	Galón	4		C\$ -	C\$ 800.00	C\$ 3,200.00	C\$ 3,200.00
19	TEFLÓN	Rollo	100	C\$ 4.00	C\$ 400.00	C\$ 15.00	C\$ 1,500.00	C\$ 1,900.00
CONEXIONES PUBLICO								C\$ 38,150.00
1	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	c/u	10	C\$ 480.00	C\$ 4,800.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 4,800.00
2	LLAVE DE CHORRO DE BRONCE DE Ø 1/2 " 2 POR CADA PUESTO	c/u	10		C\$ -	C\$ 75.00	C\$ 750.00	C\$ 750.00
3	ADAPTADOR HEMBRA P.V.C. Ø 1/2"	c/u	10		C\$ -	C\$ 5.00	C\$ 50.00	C\$ 50.00
4	TUBERÍA DE H.G Ø 1/2"	tubo	10		C\$ -	C\$ 150.00	C\$ 1,500.00	C\$ 1,500.00
5	LLAVE DE PASE DE BRONCE Ø1/2"	c/u	10		C\$ -	C\$ 130.00	C\$ 1,300.00	C\$ 1,300.00
6	CODO DE 90° H.G Ø 1/2" SON 2 POR CADA PUESTO	c/u	10		C\$ -	C\$ 5.00	C\$ 50.00	C\$ 50.00
7	MEDIDOR DOMICILIAR Ø1/2"	c/u	10	C\$ 180.00	C\$ 1,800.00	C\$ 900.00	C\$ 9,000.00	C\$ 10,800.00
8	CAJA DE MEDIDOR DOMICILIAR	c/u	10	C\$ 20.00	C\$ 200.00	C\$ 200.00	C\$ 2,000.00	C\$ 2,200.00
9	PEGAMENTO P.V.C.	Galón	1		C\$ -	C\$ 800.00	C\$ 800.00	C\$ 800.00
10	TEFLÓN	Rollo	4		C\$ -	C\$ 15.00	C\$ 60.00	C\$ 60.00
12	CONCRETO	m ³	1.6	C\$ 900.00	C\$ 1,440.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,440.00
13	CEMENTO	Bols	24		C\$ -	C\$ 300.00	C\$ 7,200.00	C\$ 7,200.00
14	ARENA MOTASTEPE	m ³	8		C\$ -	C\$ 400.00	C\$ 3,200.00	C\$ 3,200.00
15	GRAVA DE 1/2 "	m ³	5		C\$ -	C\$ 800.00	C\$ 4,000.00	C\$ 4,000.00
				Costo Total Directo C\$	C\$ 1289,200.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 3656,230.00
				Transporte de material (5% total de mano de obra)		C\$ -	C\$ -	C\$ 64,460.00
				Sub Total en C\$:		C\$ -	C\$ -	C\$ 3720,690.00
				Sub Total en US\$:		C\$ -	C\$ -	\$124,023.00



4.4.2. Costos de Línea de distribución.

LINEA DE DISTRIBUCION (6,375.69 metros)								
Ref.	Concepto	u/m	Cant.	Mano de Obra		Materiales		Costo Total Directo C\$
				Costo unitario C\$	Total C\$	Costo unitario C\$	Total C\$	
MOVIMIENTO DE TIERRA								C\$ 871,570.00
1	EXCAVACIÓN DE ZANJAS DE TUBERÍAS DE(0.60MX0.80 MX1.0M)	M³	1,948.00	C\$ 250.00	C\$ 487,000.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 487,000.00
2	RELLENO Y COMPACTACIÓN (MANUAL)	M³	974	C\$ 150.00	C\$ 146,100.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 146,100.00
3	ACARREO (CON CAMIÓN VOLQUETE) DE MATERIAL SELECTO (0.60 KM) CARGA CON EQUIPO	M³	1,070.00	C\$ 100.00	C\$ 107,000.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 107,000.00
4	EXPLOTACIÓN DE BANCO MANUAL	M³	974	C\$ 80.00	C\$ 77,920.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 77,920.00
5	BOTAR (CON CAMIÓN VOLQUETE)TIERRA SOBRENTE DE EXCAVACIÓN(1KM) CARGA MANUAL	M³	1,071.00	C\$ 50.00	C\$ 53,550.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 53,550.00
TUBERIAS								C\$ 5487,341.90
1	TUBO Ø 1" PVC SDR-26	ml	545.57	C\$ 50.00	C\$ 27,278.50	C\$ 80.00	C\$ 43,645.60	C\$ 70,924.10
2	TUBO Ø 1 1/2" PVC SDR-26	ml	235.65	C\$ 50.00	C\$ 11,782.50	C\$ 120.00	C\$ 28,278.00	C\$ 40,060.50
3	TUBO Ø 2" PVC SDR-26	ml	1929.55	C\$ 60.00	C\$ 115,773.00	C\$ 140.00	C\$ 270,137.00	C\$ 385,910.00
4	TUBO Ø 3" PVC SDR-26	ml	2,519.41	C\$ 70.00	C\$ 176,358.70	C\$ 280.00	C\$ 705,434.80	C\$ 881,793.50
5	TUBO Ø 4" PVC SDR-26	ml	535.11	C\$ 80.00	C\$ 42,808.80	C\$ 350.00	C\$ 187,288.50	C\$ 230,097.30
6	TUBO Ø 6" PVC SDR-26	ml	579.01	C\$ 100.00	C\$ 57,901.00	C\$ 550.00	C\$ 318,455.50	C\$ 376,356.50
7	TUBO Ø 8" PVC SDR-26	ml	3,230.00	C\$ 150.00	C\$ 484,500.00	C\$ 650.00	C\$ 2099,500.00	C\$ 2584,000.00
8	TUBO Ø 1/2" PVC SDR-13.5	ml	9600	C\$ 45.00	C\$ 432,000.00	C\$ 20.00	C\$ 192,000.00	C\$ 624,000.00
9	TUBO Ø 1 1/2" H°G	ml	20	C\$ 120.00	C\$ 2,400.00	C\$ 350.00	C\$ 7,000.00	C\$ 9,400.00
10	TUBO Ø 3/4" H°G	ml	15	C\$ 90.00	C\$ 1,350.00	C\$ 230.00	C\$ 3,450.00	C\$ 4,800.00
11	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	ml	4,060.00	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -	C\$ -
12	PRUEBA HIDROSTÁTICA PROJ. DE A.P. TUB. PVC MENOR DE 1 1/2" HASTA 300M	c/u	10	C\$ 28,000.00	C\$ 280,000.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 280,000.00
VALVULA Y ACCESORIOS								C\$ 339,900.00
1	VÁLVULA LIMPIEZA DE BRONCE Ø 6"	c/u	3	C\$ 1,400.00	C\$ 4,200.00	C\$ 4,500.00	C\$ 13,500.00	C\$ 17,700.00
2	VÁLVULA LIMPIEZA DE BRONCE Ø 8"	c/u	4	C\$ 1,700.00	C\$ 6,800.00	C\$ 5,600.00	C\$ 22,400.00	C\$ 29,200.00
3	VÁLVULA DE AIRE Y VACIO DE H.G. DE 6"	c/u	2	C\$ 1,400.00	C\$ 2,800.00	C\$ 5,200.00	C\$ 10,400.00	C\$ 13,200.00
4	VÁLVULA DE AIRE Y VACIO DE H.G. DE 3"	c/u	3	C\$ 1,400.00	C\$ 4,200.00	C\$ 3,800.00	C\$ 11,400.00	C\$ 15,600.00
5	VALVULA DE COMPUERTA DE H.G DE 3"	c/u	6	C\$ 1,400.00	C\$ 8,400.00	C\$ 3,800.00	C\$ 22,800.00	C\$ 31,200.00
6	VALVULA DE COMPUERTA DE H.G DE 2"	c/u	3	C\$ 1,400.00	C\$ 4,200.00	C\$ 3,400.00	C\$ 10,200.00	C\$ 14,400.00
7	REDUCTOR Ø 1 1/2"X 1" PVC	c/u	10	C\$ 10.00	C\$ 100.00	C\$ 65.00	C\$ 650.00	C\$ 750.00
8	REDUCTOR Ø 2" X 1" PVC	c/u	20	C\$ 10.00	C\$ 200.00	C\$ 80.00	C\$ 1,600.00	C\$ 1,800.00
9	REDUCTOR Ø 2" X 1 1/2" PVC	c/u	20	C\$ 10.00	C\$ 200.00	C\$ 90.00	C\$ 1,800.00	C\$ 2,000.00
10	REDUCTOR Ø 6" X 4" PVC	c/u	20	C\$ 10.00	C\$ 200.00	C\$ 450.00	C\$ 9,000.00	C\$ 9,200.00
11	REDUCTOR Ø 4" X 3" PVC	c/u	30	C\$ 10.00	C\$ 300.00	C\$ 420.00	C\$ 12,600.00	C\$ 12,900.00
12	REDUCTOR Ø 3"X 3/4" PVC	c/u	1	C\$ 10.00	C\$ 10.00	C\$ 420.00	C\$ 420.00	C\$ 430.00
13	REDUCTOR Ø 3"X 2" PVC	c/u	30	C\$ 10.00	C\$ 300.00	C\$ 350.00	C\$ 10,500.00	C\$ 10,800.00
14	REDUCTOR Ø 4"X 2" PVC	c/u	50	C\$ 10.00	C\$ 500.00	C\$ 350.00	C\$ 17,500.00	C\$ 18,000.00
15	REDUCTOR 3"X1/2" PVC	c/u	1	C\$ 10.00	C\$ 10.00	C\$ 320.00	C\$ 320.00	C\$ 330.00
16	REDUCTOR Ø 3/4"X1/2" PVC	c/u	20	C\$ 10.00	C\$ 200.00	C\$ 12.00	C\$ 240.00	C\$ 440.00
17	TEE Ø 6"X 6" DE PVC	c/u	4	C\$ 10.00	C\$ 40.00	C\$ 800.00	C\$ 3,200.00	C\$ 3,240.00
18	TEE Ø 4"X 4" DE PVC	c/u	8	C\$ 10.00	C\$ 80.00	C\$ 450.00	C\$ 3,600.00	C\$ 3,680.00
19	TEE Ø 3"X 3" DE PVC	c/u	10	C\$ 10.00	C\$ 100.00	C\$ 380.00	C\$ 3,800.00	C\$ 3,900.00
20	TEE Ø 2"X 2" DE PVC	c/u	20	C\$ 10.00	C\$ 200.00	C\$ 200.00	C\$ 4,000.00	C\$ 4,200.00



LINEA DE DISTRIBUCION (6,375.69 metros)									
Ref.	Concepto	u/m	Cant.	Mano de Obra		Materiales		Costo Total Directo C\$	
				Costo unitario C\$	Total C\$	Costo unitario C\$	Total C\$		
21	TEE Ø 1" X 1" DE PVC	c/u	15	C\$ 10.00	C\$ 150.00	C\$ 75.00	C\$ 1,125.00	C\$ 1,275.00	
22	TEE Ø 1 1/2" X 1 1/2" DE PVC	c/u	10	C\$ 10.00	C\$ 100.00	C\$ 90.00	C\$ 900.00	C\$ 1,000.00	
23	TEE Ø 3/4" X 3/4" DE PVC	c/u	9	C\$ 10.00	C\$ 90.00	C\$ 20.00	C\$ 180.00	C\$ 270.00	
24	TEE Ø 1/2" X 1/2" DE PVC	c/u	2	C\$ 10.00	C\$ 20.00	C\$ 15.00	C\$ 30.00	C\$ 50.00	
25	CODO Ø 6" X 45° DE PVC	c/u	4	C\$ 10.00	C\$ 40.00	C\$ 600.00	C\$ 2,400.00	C\$ 2,440.00	
26	CODO Ø 4" X 90° DE PVC	c/u	6	C\$ 10.00	C\$ 60.00	C\$ 380.00	C\$ 2,280.00	C\$ 2,340.00	
27	CODO Ø 4" X 45° DE PVC	c/u	2	C\$ 10.00	C\$ 20.00	C\$ 380.00	C\$ 760.00	C\$ 780.00	
28	CODO Ø 3" X 90° DE PVC	c/u	7	C\$ 10.00	C\$ 70.00	C\$ 350.00	C\$ 2,450.00	C\$ 2,520.00	
29	CODO Ø 3" X 45° DE PVC	c/u	7	C\$ 10.00	C\$ 70.00	C\$ 350.00	C\$ 2,450.00	C\$ 2,520.00	
30	CODO Ø 2" X 90° DE PVC	c/u	10	C\$ 10.00	C\$ 100.00	C\$ 150.00	C\$ 1,500.00	C\$ 1,600.00	
31	CODO Ø 1/2" X 45° DE PVC	c/u	1	C\$ 10.00	C\$ 10.00	C\$ 18.00	C\$ 18.00	C\$ 28.00	
32	CODO Ø 3/4" X 45° DE H°G	c/u	4	C\$ 10.00	C\$ 40.00	C\$ 25.00	C\$ 100.00	C\$ 140.00	
33	UNION LISA DE 6" PVC	c/u	12	C\$ 10.00	C\$ 120.00	C\$ 650.00	C\$ 7,800.00	C\$ 7,920.00	
34	UNION LISA DE 4" PVC	c/u	12	C\$ 10.00	C\$ 120.00	C\$ 550.00	C\$ 6,600.00	C\$ 6,720.00	
35	UNION LISA DE 3" PVC	c/u	12	C\$ 10.00	C\$ 120.00	C\$ 200.00	C\$ 2,400.00	C\$ 2,520.00	
36	UNION LISA DE 2" PVC	c/u	24	C\$ 10.00	C\$ 240.00	C\$ 120.00	C\$ 2,880.00	C\$ 3,120.00	
37	UNION LISA DE 1 1/2" PVC	c/u	24	C\$ 10.00	C\$ 240.00	C\$ 100.00	C\$ 2,400.00	C\$ 2,640.00	
38	UNION LISA DE 1" PVC	c/u	24	C\$ 10.00	C\$ 240.00	C\$ 35.00	C\$ 840.00	C\$ 1,080.00	
39	UNION LISA DE 3/4" PVC	c/u	48	C\$ 10.00	C\$ 480.00	C\$ 20.00	C\$ 960.00	C\$ 1,440.00	
40	UNION LISA DE 1/2" PVC	c/u	86	C\$ 10.00	C\$ 860.00	C\$ 15.00	C\$ 1,290.00	C\$ 2,150.00	
41	TAPON HEMBRA DE Ø 3" PVC	c/u	3	C\$ 10.00	C\$ 30.00	C\$ 350.00	C\$ 1,050.00	C\$ 1,080.00	
42	TAPON HEMBRA DE Ø 4" PVC	c/u	4	C\$ 10.00	C\$ 40.00	C\$ 430.00	C\$ 1,720.00	C\$ 1,760.00	
43	TAPON HEMBRA DE Ø 3/4" PVC	c/u	4	C\$ 10.00	C\$ 40.00	C\$ 20.00	C\$ 80.00	C\$ 120.00	
44	TAPON HEMBRA DE Ø 1/2" PVC	c/u	1	C\$ 10.00	C\$ 10.00	C\$ 15.00	C\$ 15.00	C\$ 25.00	
45	NIPLE 0.60 MTS	c/u	3	C\$ 10.00	C\$ 30.00	C\$ 60.00	C\$ 180.00	C\$ 210.00	
46	ADAPTADOR DE HEMBRA Ø 6 H° G°	c/u	4	C\$ 10.00	C\$ 40.00	C\$ 800.00	C\$ 3,200.00	C\$ 3,240.00	
47	ADAPTADOR DE HEMBRA Ø 4 H° G°	c/u	4	C\$ 10.00	C\$ 40.00	C\$ 600.00	C\$ 2,400.00	C\$ 2,440.00	
47	ADAPTADOR DE HEMBRA Ø 3 H° G°	c/u	12	C\$ 10.00	C\$ 120.00	C\$ 500.00	C\$ 6,000.00	C\$ 6,120.00	
47	ADAPTADOR DE HEMBRA Ø 2 H° G°	c/u	10	C\$ 10.00	C\$ 100.00	C\$ 200.00	C\$ 2,000.00	C\$ 2,100.00	
48	TEFLÓN INDUSTRIAL DE 3/4" X 100M	Rollo	40	C\$ 5.00	C\$ 200.00	C\$ 150.00	C\$ 6,000.00	C\$ 6,200.00	
49	PEGAMENTO PVC	Galón	10	C\$ 10.00	C\$ 100.00	C\$ 1,100.00	C\$ 11,000.00	C\$ 11,100.00	
50	CAJA DE PROTECCIÓN DE VÁLVULA	c/u	6	C\$ 1,200.00	C\$ 7,200.00	C\$ 2,000.00	C\$ 12,000.00	C\$ 19,200.00	
51	BLOQUE DE REACCIÓN (0.20*0.30*0.30)	Glb	110	C\$ 300.00	C\$ 33,000.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 33,000.00	
52	CONCRETO	m³	3.98	C\$ 900.00	C\$ 3,582.00	C\$ -	C\$ -	C\$ 3,582.00	
53	CEMENTO	Bols	34	C\$ -	C\$ -	C\$ 300.00	C\$ 10,200.00	C\$ 10,200.00	
54	ARENA MOTASTEPE	m³	4	C\$ -	C\$ -	C\$ 400.00	C\$ 1,600.00	C\$ 1,600.00	
55	HIERRO CORRUGADO Ø 3/8"	qq	2	C\$ -	C\$ -	C\$ 1,200.00	C\$ 2,400.00	C\$ 2,400.00	
				Costo Total Directo C\$	C\$ 2304,484.50	C\$ -	C\$ -	C\$ 6698,811.90	
				Transporte de material (5% total de mano de obra)		C\$ -	C\$ -	C\$ 115,224.23	
				Sub Total en C\$:		C\$ -	C\$ -	C\$ 6814,036.13	
				Sub Total en U\$:		C\$ -	C\$ -	\$227,134.54	



4.5. CONCLUSIONES

Se diagnosticó que el sistema de abastecimiento de agua potable en el casco urbano del municipio de Catarina, departamento de Masaya, tiene como principal problema las grandes cantidades de aguas no facturadas (ANF), producto de: Fugas en tuberías, falta de medidores domiciliarios, conexiones clandestinas, diámetros menores (perdidas), presiones por debajo de las normas establecidas por tanto; Se concluye ejecutar obras de rehabilitación y rediseño del sistema actual.

- **Se determinó por medio del diagnóstico de la situación actual que la fuente satisface la demanda actual y futura, así como la línea de conducción existente de hierro fundido de 8 pulgadas se encuentra en buen estado y su diámetro satisface la demanda actual y futura.**
- **El tanque de almacenamiento se encuentra en buen estado y satisface la demanda actual y futura según nuestro rediseño hidráulico del municipio de Catarina.**
- **Se determinó que gran parte del agua no facturada corresponde a sistemas de riegos ilegales por malas condiciones en el sistema de abastecimiento de agua potable.**
- **Se propone un rediseño hidráulico tipo fuente-tanque-red, el cual beneficiará una población inicial de 5082 habitantes y en una proyección de 20 años a 8,328 distribuidos en el casco urbano del municipio de Catarina, departamento de Masaya. La continuidad del servicio será 24 horas diario, la calidad del agua cumple con los parámetros de normativa y cumpliendo con las presiones exigidas por la normativa NTON. El rediseño propuesto contempla disminuir gradualmente el ANF de 50. % a 15 %.**
- **Se determinó que al realizar este rediseño hidráulico se dará solución a la problemática del sistema deficiente en pérdidas de agua junto con el déficit en las presiones en el sistema y a la vez ayudara a legalizar las conexiones clandestinas en el casco urbano del municipio de Catarina.**



- **Debido a la topografía del terreno se utilizó un sistema de distribución por medio de gravedad, cumpliendo con presiones y pérdidas unitarias en el sistema de agua potable aunque los rangos de velocidad andan entre 0.15 m/seg y 1.65 m/seg.**
- **Se elaboraron los planos constructivos de la nueva propuesta de red de distribución de agua potable, con los diámetros propuestos, curvas de nivel, red de distribución existente, detalles de válvulas en todo el sistema de abastecimiento de agua potable en el casco urbano del municipio de Catarina.**
- **Se determinó el costo total del rediseño del sistema de agua potable, teniendo como principal base el catálogo de etapas y sub-etapas del Nuevo-FISE, dicho costo será de \$351,157.54 dólares. Se tendrá un costo percápite de \$42 por persona, el cual está dentro del rango establecido.**

Por medio del presente trabajo que hemos realizado concluimos de manera clara y sencilla, que de acuerdo a los resultados de nuestros estudios, las presiones, velocidades y pérdidas resultantes que se obtuvieron del análisis de la línea de conducción y distribución. Nos muestra un comportamiento que nos indica un adecuado funcionamiento de la red de abastecimiento de agua potable en las diferentes etapas que hemos definido la demanda de la población a lo largo del periodo de diseño.

El análisis el sistema estará funcionando en el periodo de diseño propuesto de 20 años, se puede observar que las presiones están en el rango específico de las normas al igual que las pérdidas en tuberías.



4.6. RECOMENDACIONES

Se recomienda dar mantenimiento a las instalaciones del sistema de abastecimiento de agua potable existente en el casco urbano como el sistema de desinfección, pintura anticorrosiva en la sarta, tratamiento con **samblastings**, manómetro, válvula de pase, escalera del tanque, la boya, pintura del tanque y caseta de control.

Se recomienda realizar a la propuesta del rediseño del sistema de agua potable el debido mantenimiento a todos los accesorios y componentes del sistema para tener un diseño exitoso a lo largo del periodo proyectado.

Se recomienda realizar la sustitución de la línea de conducción de hierro fundido de diámetro de 8 pulgadas por tubería PVC-SDR26 lo más pronto posible para garantizar un sistema más eficiente y construido con un solo material como es el PVC.

Se recomienda realizar un estudio Bacteriológico o de calidad de agua en las tuberías existentes de asbesto cemento (AC) y una vez sustituida la red existente para verificar el mejoramiento tanto en la calidad del agua como en el funcionamiento y distribución del servicio de abastecimiento de agua potable del casco urbano del municipio de Catarina.

Se recomienda la instalación de válvulas en puntos estratégicos de la red de Distribución de agua potable, para su mejor distribución y balance del sistema hidráulico de agua potable del casco urbano del municipio de Catarina departamento de Masaya.

Revisar las elevaciones o cotas topográficas del levantamiento de la red de Distribución de agua potable para fines constructivos, con instrumentos específicos tales como teodolito o estación total.

Se recomienda actualizar los costos de ejecución conforme a los presupuestos estimados de la propuesta de rediseño hidráulico de abastecimiento de agua potable en el casco urbano al momento de realizar o llevar a cabo este proyecto hidráulico.

Se recomienda educar a la población por medio de campañas, sobre la importancia que tiene el agua, para la mejora de la calidad de vida y evitar el desperdicio del vital líquido y así mismo las conexiones clandestinas en el casco urbano del municipio de Catarina.



V. BIBLIOGRAFÍA

López, R. A (1999). Diseño de acueductos y alcantarillados, segunda edición. Bogotá, Colombia; editorial Alfa y Omega.

Organización Panamericana de la Salud, Agencia Suiza para el desarrollo y cooperación COSUDE (2007), Guía para la selección de equipos de bombeo para sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento para el medio rural, Lima, Perú.

Jessica Romero (2007) Propuesta de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para las localidades Casares y la boquita, Managua, Nicaragua. UNAN-Managua.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, INAA (2001); Normas técnicas de Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable (NTON 09001-99) en el medio rural.

Empresa Nicaragüense de acueductos y Alcantarillados ENACAL (1999), Manual de Normas y procedimientos Técnicos para la Implementación de Proyectos de Agua Potable y saneamiento en el sector rural Disperso de Nicaragua.

Fondo de Inversión Social de Emergencia, FISE (2007), Manual de Administración de ciclo de proyecto Municipal (MACPM), Capitulo II, Pre inversión, Nicaragua.

Organización Panamericana de la salud, OPS (2006). Criterios básicos para la implementación de sistemas de agua y saneamiento en los ámbitos rural y de pequeñas ciudades. Lima.

Organización panamericana de la Salud, OPS (2004), Guía para el Diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural, Lima.

Organización Panamericana de la salud, OPS (2005). Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua, lima.

Piura, López, J. (2008), Metodología de la investigación científica, sexta edición, Managua, Nicaragua, Xerox.



Seminario de graduación SM, ING, 378.242 LOP 2016 “Propuesta de Diseño Hidráulico nivel de pree factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable en la comarca “CUAJACHILLO” N02 del Municipio de Ciudad Sandino Departamento de Managua.

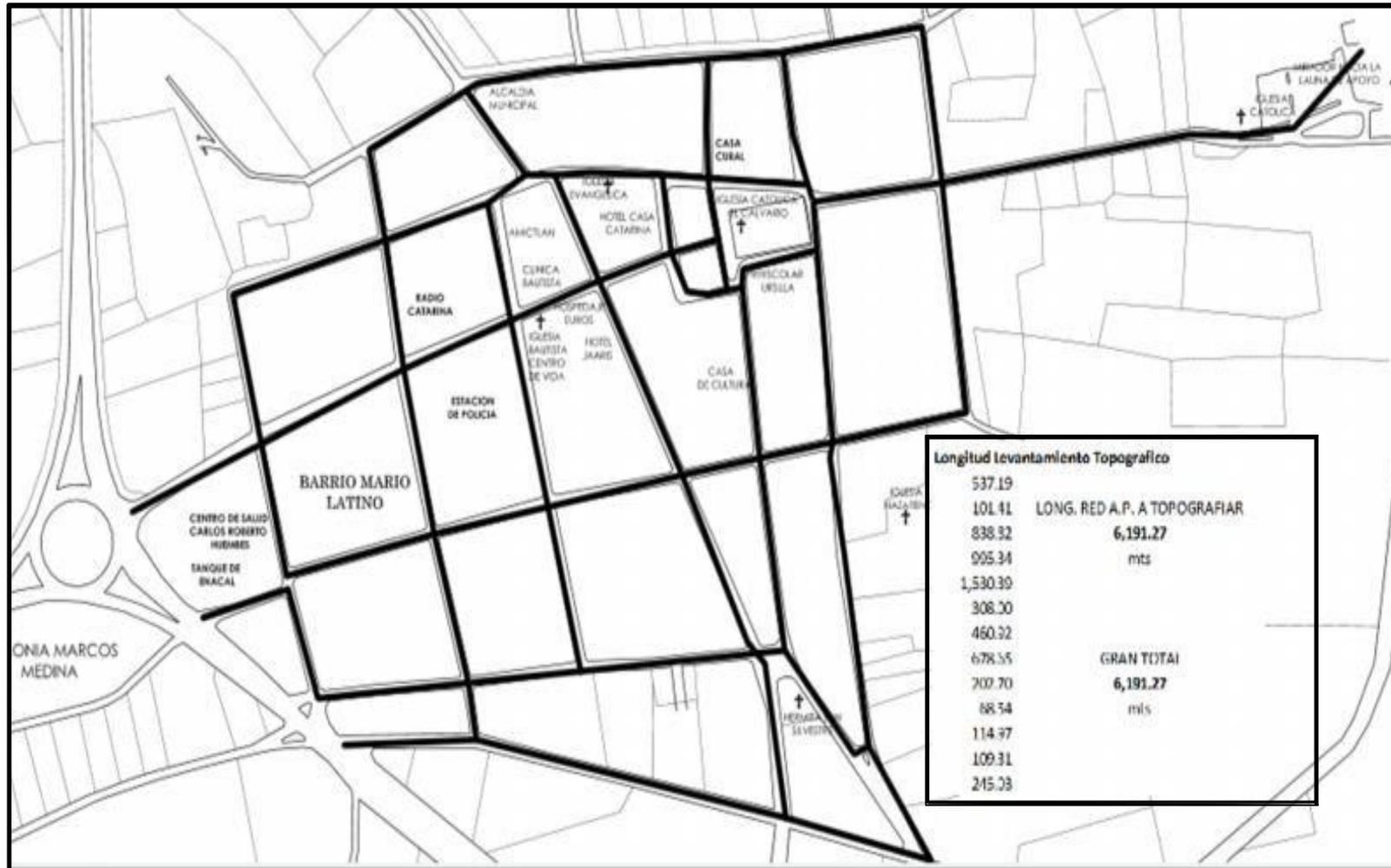
Seminario de graduación SM, ING, 378.242 Agua 2010”Mejoramiento y Ampliación de Sistema de Abastecimiento de Agua potable en la Comarca MOMOTOMBO-LA PAZ CENTRO, departamento de León.”.

Tesis monográfica TM, ING, 378.242 Mend 2013:”Rediseño del sistema de agua potable de la ciudad de Nandaime, Departamento de granada, con un periodo de diseño de julio 2011 – Julio 2031”.

Seminario de graduación SM, ING, 378.242 Esp 2006;”Evaluación y mejoramiento del sistema de agua potable en la localidad de el Sauce, departamento de León”.

VI. ANEXOS

Anexo 1. Esquema del área donde se efectuó el levantamiento topográfico



Fuente: Proporcionado por Enacal Catarina

Anexo 2. Tabla de presupuesto de Línea de Conducción

Línea conducción.								
Ref.	Concepto	u/m	Cant.	Mano de Obra		Materiales		Costo Total Directo C\$
				Costo unitario C\$	Total C\$	Costo unitario C\$	Total C\$	
MOVIMIENTO DE TIERRA								C\$ 477,310.00
1	Excavación de zanjas de tuberías de(0.60mx0.80mx1.0m)	m ³	1512.56	C\$ 250.00	C\$ 378,140.00	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 378,140.00
2	Relleno y compactación (manual)	m ³	63	C\$ 150.00	C\$ 9,450.00	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 9,450.00
3	Acarreo (con camión volquete) de material selecto (0.60 km) carga con equipo	m ³	454	C\$ 150.00	C\$ 68,100.00	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 68,100.00
4	Explotación de banco manual	m ³	200	C\$ 40.00	C\$ 8,000.00	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 8,000.00
5	Botar (con camión volquete)tierra sobrante de excavación(1km) carga manual	m ³	454	C\$ 30.00	C\$ 13,620.00	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 13,620.00
TUBERIAS								C\$ 166,130.40
6	Tubería PVC de Ø8" SDR - 16	ml	1512.56		C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 0.00
7	Instalación de tubería	ml	1512.56	C\$ 90.00	C\$ 136,130.40	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 136,130.40
8	Prueba hidrostática proy. de a.p. tub. PVC menor de 8" hasta 300m	c/u	1	C\$ 30,000.00	C\$ 30,000.00	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 30,000.00
ACCESORIOS								C\$ 2,194.00
9	Codo Ø 8"x45°de PVC	c/u	4	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 150.00	C\$ 600.00	C\$ 600.00
10	Bloque de reacción (0.20*0.30*0.30)	Glb	4	C\$ 300.00	C\$ 1,200.00		C\$ 0.00	C\$ 1,200.00
11	Concreto	m ³	0.07	C\$ 900.00	C\$ 63.00	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 63.00
12	Cemento	Bols	0.65	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 300.00	C\$ 195.00	C\$ 195.00
13	Arena Motastepe	m ³	0.04	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 400.00	C\$ 16.00	C\$ 16.00
14	hierro corrugado Ø 3/8"	qq	0.1	C\$ 0.00	C\$ 0.00	C\$ 1,200.00	C\$ 120.00	C\$ 120.00
Costo Total Directo C\$					C\$ 644,703.40	C\$ -	C\$ -	C\$ 645,634.40
Transporte de material (5%total de mano de obra)						C\$ -	C\$ -	C\$ 32,235.17
Sub Total en C\$:						C\$ -	C\$ -	C\$ 677,869.57
Sub Total en U\$:						C\$ -	C\$ -	C\$ 22,595.65

Anexo 3. Fotografías Situación Actual



Fotografía 12. Tanque existente







Anexo 4. Abreviaturas.

PVC: Cloruro de polivinilo (material de tubo plástico).

HF: Hierro Fundido.

HG: Hierro Galvanizado.

PSI: Libra/pulgadas².

Q: Caudal en volumen.

Lppd: litro por día.

Pf: Población futura.

Pa: Población actual.

C: Coeficiente de rugosidad.

CO: Cota inicial.

Cf: Cota final.

Hab: Habitante.

Hf: Pérdida de carga.

i: Tasa de crecimiento.

n: Período de diseño (20 años).

mca: Metros columna de agua.



Anexo 5. Acrónimos.

CMD: Consumo Máximo Día.

CMH: Consumo Máxima Hora.

CPD: Consumo Promedio Diario.

CPDT: Consumo Promedio Diario Total.

CTD: Carga Total Dinámica.

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

INAA: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

INIDE: Instituto Nacional de Información y el Desarrollo.

MAG: Mini - Acueducto por Gravedad.

PRC: Pilas Rompe Carga.

CAPRE: Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana.