



Facultad de Ingenierías

Escuela de Ingeniería Civil

Tema del Trabajo

**Diagnóstico, análisis y rediseño hidráulico del acueducto de Pozos,
Distrito Santiago, Cantón de Puriscal, Provincia San José.**

**Trabajo Final de Graduación para optar por el grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Civil**

Estudiante (s):

Enmanuel de Jesús Arauz Cáceres

San José, Costa Rica

I Cuatrimestre, 2019



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información (CEDI)
UEN Investigación y Desarrollo



AUTORIZACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR(A) PARA PUBLICACIÓN DE TESIS, ESTUDIOS TÉCNICOS, ARTÍCULOS Y/O INFORMES DE SU AUTORÍA EN EL OPAC y REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI

Yo,

Enmanuel de Jesús Arauz Cáceres

N° Cédula:

8-0115-0885

Dependencia:

UEN de Producción y distribución, de Sistemas Periféricos

Autorizo al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio digital y el Catálogo en línea (OPAC) del siguiente documento de interés bibliográfico:

Autor:

Enmanuel de Jesús Arauz Cáceres

Título y subtítulo:

Diagnóstico, análisis y rediseño hidráulico del acueducto de Pozos, Distrito

Santiago, Cantón de Puriscal, Provincia San José.

E-mail: emarauz@aya.go.cr

N° Teléfono: 2242-5732

Firma física y/o digital:

ENMANUEL DE
JESUS ARAUZ
CACERES
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por ENMANUEL DE
JESUS ARAUZ
CACERES (FIRMA)
Fecha: 2020.07.01
08:00:35 -05'00'



UNIVERSIDAD CENTRAL
Acta para la presentación y defensa oral del
Trabajo Final de Graduación (TFG)
UC-F-031

Candidato: Emanuel de Jesús Arauz Cáceres	N ° Cedula: 801150865
Carrera: Ingeniería Civil	
Grado: Licenciatura	

Tema de la investigación:

"DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y REDISEÑO HIDRÁULICO DEL ACUEDUCTO DE POZOS,
DISTRITO SANTIAGO, CANTÓN DE PURISCAL, PROVINCIA SAN JOSÉ."

Tribunal Examinador

Grado académico y nombre	Cargo
Arq. Sharon Araya Díaz	Director de Carrera y Presidente
ING. SEBASTIAN ARIAS CHACON	Tutor
ING. PABLO RAMIREZ	Lector

Después de haber leído este Trabajo Final de Graduación y examinado la presentación y defensa oral del candidato, los miembros de este tribunal encuentran que merece ser evaluado como se detalla a continuación:

Calificación:

Aprobado Nota 90

La nota mínima de aprobación es de 80% en escala de 1 a 100%

Día: 07 Mes: mayo Año: 2019 Hora: 6:30 pm

Firmas de los miembros del Tribunal Examinador

Director

Tutor

Lector

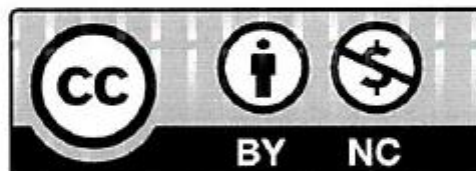
Fiscal

ING. ADRIAN HERNANDEZ SALAS

Carta de entendimiento

Lunes 22 de abril de 2019

Yo, Enmanuel de Jesús Arauz Cáceres, portador de la cedula de identidad número 8-0115-0865, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil, en condición de autor del trabajo final de graduación titulado “ **Diagnóstico, análisis y rediseño hidráulico del acueducto de Pozos, Distrito Santiago, Cantón de Puriscal, Provincia San José**”, acepto que este documento tenga la mas amplia difusión pública a través de internet, por medio del deposito en el repositorio de acceso abierto de la Biblioteca de la Universidad Central, bajo la siguiente licencia:



Esta obra esta sujeta a la licencia de Reconocimiento-No-Comercial 4.0 Internacional de Creative Commos. Para ver una copia de esta licencia visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Enmanuel', written over a horizontal line.

Enmanuel de Jesús Arauz Cáceres

Cedula: 8-0115-0865

Lunes 22 de abril de 2019

Yo, Enmanuel de Jesús Arauz Cáceres, portador de la cedula de identidad número 8-0115-0865, estudiante de la Universidad Central, declaro bajo fe y juramento y consiente de la responsabilidad penal de este acto; que soy el autor intelectual del trabajo final de graduación titulado; “ **Diagnóstico, análisis y rediseño hidráulico del acueducto de Pozos, Distrito Santiago, Cantón de Puriscal, Provincia San José**”.

Por lo tanto, libero a la Universidad Central de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.



Enmanuel de Jesús Arauz Cáceres

Cedula: 8-0115-0865

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San José, 27 de mayo 2019

Señores,
UNIVERSIDAD CENTRAL
Escuela de Ingeniería

Estimados señores,

Sirva la presente para saludarles y confirmar que en mi calidad de Licenciada en Filología he realizado la revisión de la redacción, ortografía, estilo y presentación del proyecto final de graduación *Diagnóstico, análisis y rediseño hidráulico del acueducto de Pozos, Distrito Santiago, Cantón de Puriscal, Provincia San José* elaborado por Enmanuel de Jesús Arauz Cáceres para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil y puedo dar fe del correcto español que contiene.



María Iuliana Iosif David

Cédula 8-082-278

Carné 2208

Resumen Ejecutivo

El acueducto de Pozos abastece a una población de 1252 personas, pertenecientes a las comunidades de Pozos y Bajo Badillas.

Para cumplir con lo propuesto en el proyecto primero se pretende realizar un levantamiento de toda la infraestructura existente en el acueducto, entre ellos; tanques de almacenamiento, red de distribución, red de conducción y el sistema de medición empleando (medidores), esto para poder determinar el diagnóstico del acueducto, para realizar este levantamiento será necesario contar con un instrumento con acceso al sistema global de navegación por satélite (Global Navigation Satellite System, GNSS), se hará la medición de la producción de la fuente de cañalitos; que es donde abastece el acueducto.

Posteriormente, se analiza la información recolectada para determinar el estado del acueducto. Con los parámetros de población y caudal producido en la fuente cañalitos se realiza el rediseño del acueducto de Pozos, (red de distribución, red de conducción y la capacidad necesaria de almacenamiento del tanque).

El rediseño se hará cumpliendo con lo establecido en la Norma técnica para el diseño y construcción de Sistemas de abastecimiento de Agua Potable, Saneamiento y Pluvial del Acueductos y Alcantarillados (AyA) del año 2017, en cuanto a diámetros de tuberías, capacidad de almacenamiento en los tanques, velocidades y presión del fluido.

Palabras Clave: TRATAMIENTO DEL AGUA – ABASTECIMIENTO DE AGUA - DISTRIBUCION DE AGUA.

Dedicatoria

Quiero dedicarle este proyecto primeramente a Dios, por darme el don de la vida, la salud y entendimiento.

A mis padres por enseñarme a creer y a crecer día tras día, que me enseñaron a levantarme cuando estuve a punto de caer, por ayudarme y apoyarme en momento en los momentos buenos y en los momentos malos.

A mi esposa, el ser que ha estado a mi lado en este proceso y que no me abandono ni por un solo instante.

Agradecimientos

Primeramente, las gracias infinitas a Dios, por darme la fuerza para culminar este proceso y por nunca abandonarme.

A mis padres, Leonel Arauz López y a mi madre Mayra Cáceres Rodríguez, ellos los incondicionales, agradecerles por estar a mi lado siempre, dándome animo en los momentos difíciles y por haberme dado la ayuda económica cuando yo ya no podía.

A mi esposa Kemblis Mc Adam Laguna, quien siempre estuvo pendiente del estado de mi proyecto de graduación, por cuidarme y por estar para mí en todo momento.

A la Ing. Angie Herrera Camacho, por brindarme toda la ayuda con su conocimiento y su tiempo para aclarar mis consultas en el momento que se lo solicitaba.

A la directora de carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Central, la Arq. Sharon Araya Díaz, por brindarme sus valiosos consejos durante todo el periodo de mi carrera y en especial en el proceso de elaboración del Trabajo Final de Graduación.

A mi tutor, el Ing. Sebastián Arias Chacón, por sus consejos, por dedicar su valioso tiempo a revisar mi proyecto, a brindarme consejos y a aclarar mis dudas de la forma en que lo hizo.

A mis compañeros y amigos de la Universidad Central, ya que ellos estuvieron para apoyarme y brindarme su ayuda en todo el proceso de carrera universitaria.

A todos ellos, les daré las infinitas gracias siempre.

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo	VI
Dedicatoria.....	VII
Agradecimientos	VIII
Índice de Fórmulas.....	XV
Índice de Ilustraciones.....	XVI
Índice de Tablas	XVIII
Índice de Gráficos	XIX
Abreviaturas	XX
Introducción.....	1
Capítulo I: Generalidades	1
1.1. El problema y su importancia	3
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Antecedentes.....	5
1.3.1. Antecedentes Nacionales.....	5
1.3.1.1. Diagnóstico y Diseño para el Acueducto Administrado por la Municipalidad de Santa Bárbara de Heredia (2012).	5
1.3.1.2. Diagnóstico del acueducto de Santa Cruz y propuestas de mejora (2013).	7
1.3.1.3. Antecedentes Internacionales	10
1.3.1.4. Diseño Acueducto Vereda El Retiro (Municipio de Santa María, Boyacá. 2008, Colombia)	10
1.4. Objetivos.....	12
1.4.1. Objetivo General	12
1.4.2. Objetivos Específicos	12

1.5.	Alcances y limitaciones de la investigación	13
1.5.1.	Proyección.....	13
1.5.2.	Limitaciones	14
Capítulo II Marco Teórico.....		15
2.1.	Conceptos de Abastecimiento de aguas	15
2.1.1.	Aforo	15
2.1.2.	Aforo Volumétrico	15
2.1.3.	Aforo por método de velocidad – área	16
2.1.4.	Aforo por método de vertedero	16
2.1.1.	Red de conducción.....	17
2.1.2.	Red de distribución	17
2.2.	Fuentes de Captación.....	17
2.2.1.	Aleros	17
2.2.1.	Área de captación.....	17
2.2.2.	Área de protección	18
2.2.3.	Barraje	18
2.2.4.	Cámara húmeda.....	18
2.2.5.	Cámara seca.....	18
2.2.6.	Límite de protección.....	18
2.2.7.	Acuíferos	18
2.3.	Parámetros de diseño	19
2.3.1.	Formula Hazen-Williams	19
2.3.2.	Darcy – Weisbach	20
2.3.3.	Ecuación de Bernoulli	21
2.3.4.	Población de diseño	22
2.3.5.	Periodo de diseño.....	23

2.3.6. Dotación	23
2.3.7. Caudal de incendio y ubicación de hidrantes	24
2.3.8. Velocidad.....	25
2.3.9. Presión	25
2.3.10. Dimensionamiento de tuberías.....	25
2.3.11. Prevista.....	26
2.3.12. Golpe de ariete.....	26
2.3.13. Velocidad de flujo	26
2.3.14. Cavitación	27
Capítulo III Marco Metodológico	28
3.1. Enfoque de la investigación.....	28
3.2. Tipo de Investigación.....	28
3.3. Sujetos y Fuentes de Información.....	29
3.3.1. Sujetos.....	29
3.3.2. Fuentes	29
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	30
3.4.1. Observación de las comunidades.....	30
3.4.2. Procesamiento de la información recolectada.....	31
3.4.3. Elaboración del Modelo Hidráulico Existente	31
3.4.4. Software.....	32
3.4.4.1. Programa Google Earth	32
3.4.4.2. Software QGis	33
3.4.4.3. Software Epanet 2.0.....	34
3.4.4.4. Software AutoCAD.....	36
Capítulo IV: Diagnóstico y Análisis de resultados del estado actual del Acueducto de Pozos de Puriscal.....	37

3.1. Área de estudio	37
3.2. Inventario del acueducto de Pozos de Puriscal	38
3.2.1. Fuentes de Captación	38
3.2.2. Red de tuberías de distribución	39
3.2.3. Red de tuberías de Conducción	41
3.2.4. Tanques de almacenamiento.....	42
3.2.5. Válvulas de Compuerta	43
3.2.6. Válvulas de expulsión de aire.....	44
3.2.7. Válvulas reductoras de presión.....	45
3.2.8. Hidrantes.	45
3.2.9. Micro medición.	46
3.3. Dotación	47
3.4. Diseño del Modelo hidráulico del acueducto de Pozos.....	58
3.4.1. Presiones	59
3.4.2. Velocidad.....	65
3.5. Volumen de almacenamiento	70
3.5.1. Volumen promedio diario.....	70
3.5.2. Volumen de regulación del consumo	70
3.5.3. Volumen de reserva por interrupciones (Almacenamiento para 4 horas)	70
3.5.4. Volumen de reserva para Incendios	71
3.5.5. Volumen de almacenamiento total.....	71
Capítulo V: Propuesta de Diseño	72
5.1. Población de diseño	72
5.2. Dotación	73
5.2.1. Calculo de la demanda a un periodo de 25 años.....	73

5.3. Volumen de almacenamiento	75
5.3.1. Volumen promedio diario	75
5.3.2. Volumen de regulación de consumo	75
5.3.3. Volumen de reserva para interrupciones	75
5.3.4. Volumen de reserva para incendios	75
5.3.5. Volumen total de almacenamiento	76
5.4. Crecimiento de la población	76
5.5. Fuente de captación	76
5.6. Red de tuberías	77
5.7. Tanque de almacenamiento	78
5.8. Válvulas de reductoras de presión.....	79
5.9. Válvulas de compuerta	80
5.10. Hidrantes	80
5.11. Rediseño del Modelo hidráulico del acueducto de Pozos por medio del software Epanet.....	81
5.11.1. Velocidades	82
5.11.2. Presiones	87
5.11. Presupuesto global de la obra.....	90
Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones.....	93
6.1. Conclusiones.....	93
6.2. Recomendaciones.....	95
Capítulo VII: Referencias Bibliografía	96
Anexos	98
Anexo 1: Planta del diseño del acueducto	98
Anexo 2: Planta de la tubería de conducción.....	99
Anexo 3: Planta de la tubería de distribución	100

Anexo 4: Planta de la tubería de distribución	101
Anexo 5: Planta de la tubería de distribución	102
Anexo 6: Perfiles del terreno donde se instalará la tubería	103
Anexo 7: Perfiles del terreno donde se instalará la tubería	104
Anexo 8: Lámina de Detalles	105
Anexo 9: Planos de tanque de concreto.....	106
Anexo 13: Ficha Técnica Tanque de acero Vitrificado.	110
Anexo 12: Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241 a utilizar en el diseño.	120
Apéndices	121
Apéndice 1: Longitudes y velocidades diseñadas.	121
Apéndice 2: Presiones diseñada.....	124
Apéndice 3:Costo del tanque de almacenamiento de concreto	127
Apéndice 4: Frecuencia de mantenimiento en estructuras de agua potable.....	130

Índice de Fórmulas

Fórmula 1 Hazen-Williams	19
Fórmula 2 Darcy - Weisbach	20
Fórmula 3 Ecuación de Bernoulli.....	21
Fórmula 4 Calculo de población a 25 años	72
Fórmula 5 Cálculo Caudal Máximo Diario.....	74
Fórmula 6 Cálculo Caudal Máximo Horario	74

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Sector de Pozos de Puriscal	1
Ilustración 2 Sector de Bajo Badillas de Puriscal	2
Ilustración 3: Esquema del Sistema completo del Acueducto de Pozos. ...	2
Ilustración 4 Aforo Volumétrico.....	15
Ilustración 5 Aforo por método de velocidad – área	16
Ilustración 6 Aforo por método de vertedero.....	17
Ilustración 7 Visualización del programa Google Earth.....	32
Ilustración 8 Visualización del Software QGis.....	33
Ilustración 9 Visualización del Software Epanet.	35
Ilustración 10 Visualización del Software AutoCad.	36
Ilustración 11 Área de estudio del Proyecto.....	37
Ilustración 12 Captación Cañalitos.....	39
Ilustración 13 Tubería de distribución existente.	40
Ilustración 14 Tubería de distribución existente.	40
Ilustración 15 Red de tubería de distribución 50mm, PVC.	41
Ilustración 16 Tubería de conducción existente.....	42
Ilustración 17 Tanque de almacenamiento, comunidad de Pozos.....	43
Ilustración 18 Tanque de almacenamiento, comunidad de Bajo Badillas.	43
Ilustración 19 Válvula de compuerta, comunidad de Pozos.....	44
Ilustración 20 Válvula de expulsión de aire, comunidad de Pozos.....	45
Ilustración 21 Hidrante Multiválvular, comunidad de Pozos.	46
Ilustración 22 Micro medición, comunidad de Pozos.	46
Ilustración 23 Modelo Hidráulico del Sistema de Pozos.....	59
Ilustración 24 Presiones menores y mayores de las admisibles	63
Ilustración 25 Presiones menores y mayores de las admisibles	63

Ilustración 26 Presiones menores y mayores de las admisibles	64
Ilustración 27 Presiones menores y mayores de las admisibles	64
Ilustración 28 Velocidades menores de las admisibles	68
Ilustración 29 Velocidades menores de las admisibles	68
Ilustración 30 Velocidades menores de las admisibles	69
Ilustración 31 Velocidades menores de las admisibles	69
Ilustración 32 Propuesta de sustitución de tubería a vía publica	78
Ilustración 33 Sistema Completo de Pozos.	81
Ilustración 34 Modelo Hidráulico Completo Diseñado del Sistema de Pozos.	82
Ilustración 35 Velocidades tubería de conducción	82
Ilustración 36 Velocidades tubería de distribución	83
Ilustración 37 Velocidades tubería de distribución	83
Ilustración 38 Velocidades tubería de distribución	84
Ilustración 39 Presión tubería de conducción	87
Ilustración 40 Presión tubería de distribución.....	87
Ilustración 41 Presión tubería de distribución.....	88
Ilustración 42 Presión tubería de distribución.....	88

Índice de Tablas

Tabla 1 Cálculo de Servicios Equivalentes según tipo de actividad a desarrollar.....	22
Tabla 2 Caudal requerido para Incendios	24
Tabla 3 Coeficientes máximos (Hazen y William).....	26
Tabla 4 Descripción de válvulas de compuertas existentes.	43
Tabla 5 Descripción de válvulas de expulsión de aire existentes.	44
Tabla 6 Datos de consumo, habitantes de Pozos y Bajo Badillas de Puriscal.	47
Tabla 7 Levantamiento topográfico	55
Tabla 8 Levantamiento topográfico de fuente y válvulas.	58
Tabla 9: Presiones existentes	59
Tabla 10: Velocidades existentes	65
Tabla 11 Red de tuberías diseñadas.....	77
Tabla 12 Válvulas reductoras de presión propuestas.....	79
Tabla 13 Válvulas de compuertas propuestas.....	80
Tabla 14 Hidrantes Propuestos.....	80
Tabla 15 Velocidades que no cumplen con los parámetros establecidos	84
Tabla 16 Lista de materiales, presupuesto global.....	90
Tabla 17 Lista de maquinaria de mano de obra.....	91
Tabla 18 Rubros de costos directos.....	91
Tabla 19 Rubros de consultoría	91
Tabla 20 Costo total de la obra	91
Tabla 21 Comparación de costos y tiempo de construcción de Tanques	92

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Aforos fuente Cañalitos, 2018.....	38
Gráfico 2 Datos de consumo, habitantes de Pozos y Bajo Badillas de Puriscal.	54
Gráfico 3 Velocidades diseñadas	86
Gráfico 4 Presiones diseñadas	89

Abreviaturas

OMS: Organización Mundial de la Salud.

ARESEP: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos.

AYA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

ESPH: Empresa de Servicios Públicos de Heredia.

ASADA: Asociación Administradora de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Comunal.

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

BM: Banco Mundial.

BCCR: Banco Central de Costa Rica

CCSS: Caja Costarricense de Seguro Social.

CEPAL: Comisión Económica para América Latina.

CINDE: Colisión Costarricense de Iniciativas para el Desarrollo.

EBAIS: Equipos Básicos de Atención Integral de Salud.

INDER: Instituto de Desarrollo Rural.

IMAS: Instituto Mixto de Ayuda Social.

MEIC: Ministerio de Economía Industria y Comercio.

SETENA: Secretaría Técnica Nacional Ambiental.

MCA: Metros Columna de Agua

ANC: Agua No Contabilizada.

L/hab/día: Litros por Habitante por Día.

SIG: Sistema de Información Geográfico.

XX

KML: Keyhole Markup Language.

HG: Hierro Galvanizado.

CRTM: Transversal de Mercator para Costa Rica con el acrónimo.

MSNM: metros sobre nivel del mar.

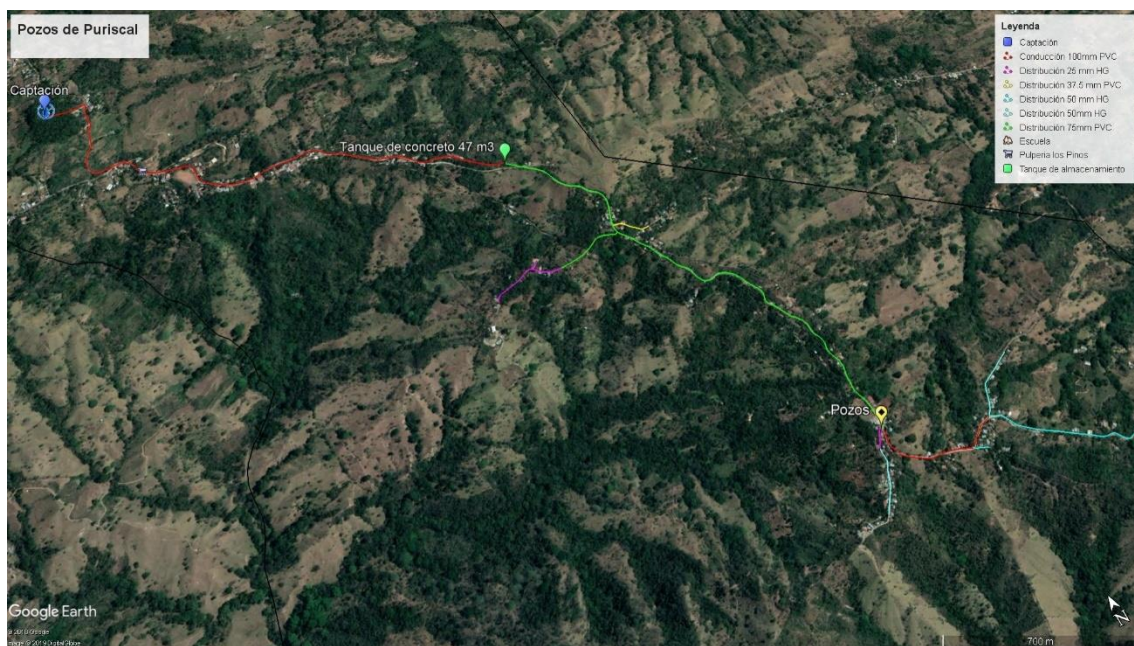
Introducción

Capítulo I: Generalidades

El acueducto de Pozos de Puriscal abastece a los Poblados de Pozos y Bajo Badillas, estos están ubicados en la Provincia de San José, Cantón de Puriscal en el distrito de Santiago, específicamente a 8 kilómetros y a 12 kilómetros respectivamente del distrito de Santiago de Puriscal, su ubicación geográfica es $9^{\circ}48'14.59''N$ - $84^{\circ}17'35.21''O$ y $9^{\circ}47'2.51''N$ - $84^{\circ}16'44.28''O$, respectivamente.

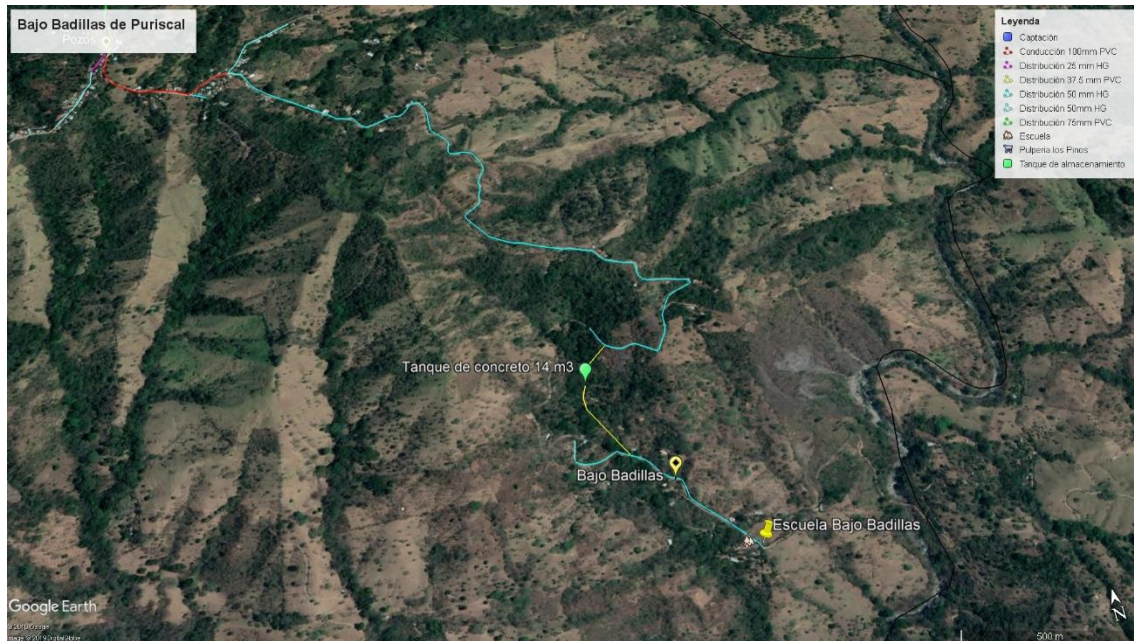
El sistema cuenta con 313 previstas cada una con su respectivo medidor para abastecer a una población total de 1252 personas, entre las cuales se encuentran; dos escuelas, un salón comunal y una iglesia

Ilustración 1 Sector de Pozos de Puriscal



Fuente: Elaborado por el Autor

Ilustración 2 Sector de Bajo Badillas de Puriscal



Fuente: Elaborado por el Autor

Ilustración 3: Esquema del Sistema completo del Acueducto de Pozos.



Fuente: Elaborado por el Autor

1.1. El problema y su importancia

El recurso hídrico es un componente fundamental para todos los seres vivos; en especial de los seres humanos, no solo es importante para el consumo, sino que también este sirve en la producción de alimentos y generación de energía eléctrica; diversos estudios han demostrado que si no se tiene acceso a una fuente de agua potable adecuada se pueden generar epidemias globales, en algunos casos inclusive hasta producir la muerte.

Según la fundación Aquae (2017) actualmente el planeta enfrenta una crisis de escasez de agua potable, el planeta cuenta con 1,386 millones de kilómetros cúbicos de estos solo el 3,5% es agua dulce, sin embargo, solo el 0,025% es apta para el consumo humano. El aumento del consumo de agua se ha multiplicado por seis en el último siglo, mientras que la población ha crecido tres veces, según datos de la Organización de Naciones Unidas (ONU), se estima que entre el año 2000 y el 2050 la demanda de agua potable en el planeta se duplicara, según las previsiones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Costa Rica debido a su ubicación geográfica es vulnerable a las consecuencias del cambio climático, producida por el calentamiento global. Las zonas que presentan mayor vulnerabilidad son las partes altas como las montañas y manglares.

El cantón de Puriscal desde hace varios años presenta un desabastecimiento de agua potable; esto debido a un aumento considerable en la población y una disminución en la producción de agua en las fuentes para abastecer a la población, a esta problemática se le suman el mal estado de la infraestructura hidráulica existente y la antigüedad de la mayoría de ellas.

1.2. Planteamiento del problema

El acueducto de Pozos fue fundado en 1985 por el AyA, desde entonces es administrado y operado por la oficina cantonal de Santiago de Puriscal, cuenta con 10.7 kilómetros de tubería de los cuales 469 metros son de 25 milímetros de diámetro, 742 metros de tubería son de 37.5 milímetros, 6.6 kilómetros son en 50 milímetros de diámetro, 2.3 kilómetros son de 75 milímetros de diámetro y 550 metros son de 100 milímetros de diámetro, cuenta con dos tanques de almacenamiento ambos son de concreto, uno tiene 47 metros cúbicos de almacenamiento y el otro cuenta con 14 metros cúbicos de almacenamiento de agua potable.

El acueducto de Pozos cuenta con infraestructura hidráulica de aproximadamente treinta años de antigüedad debido a esta situación la red hidráulica existente es altamente propensa y vulnerable a que se presenten fugas constantes y a que se presente desabastecimiento de agua potable.

El crecimiento de la población en el sector de Pozos requiere una red de abastecimiento con mejores condiciones, los dos tanques de abastecimiento que existen y los diámetros de tubería ya no son suficientes para dotar a la población del vital líquido, además de no cumplir con la reglamentación existente en cuanto a diámetros de tuberías.

En la investigación presentada se pretende realizar el diagnóstico del acueducto de Pozos en el cantón de Puriscal y rediseñar el sistema para que este pueda abastecer a la población de agua potable por un periodo de tiempo de 25 años.

1.3. Antecedentes

1.3.1. Antecedentes Nacionales

1.3.1.1. Diagnóstico y Diseño para el Acueducto Administrado por la Municipalidad de Santa Bárbara de Heredia (2012).

En la Universidad Central de Costa Rica en el año 2012 los estudiantes Armando Salazar Castro, J. y Vargas Hernández, M. A. realizaron una investigación titulada: “Diagnóstico y Diseño para el Acueducto Administrado por la Municipalidad de Santa Bárbara de Heredia”. El objetivo principal de esta investigación fue: realizar con base en un diagnóstico, el diseño hidráulico que permita obtener planes de mejora y de inversión que garanticen la eficiencia del acueducto de la Municipalidad de Santa Bárbara, acorde con la legislación costarricense. Para alcanzar este objetivo se realizaron reuniones periódicas con funcionarios y profesionales de la Municipalidad de Santa Bárbara para obtener información de importancia de la zona, población, desarrollo urbanístico, entre otros.

Se efectuaron visitas específicas en nacientes y tanques en donde se realizaron toma de puntos con GPS en las infraestructuras principales para la confección de los planos de la red existente y la red propuesta.

Las conclusiones del estudio fueron las siguientes:

- Se ejecutó el diagnóstico del estado actual del Acueducto del cantón de Santa Bárbara con proyección de la demanda de su población para un periodo de vida útil de 25 años, determinándose que, con las condiciones actuales en que se encuentra dicho acueducto será insostenible en el tiempo su operación.

- Se realizó un inventario general de la infraestructura existente del acueducto por medio de Sistemas de Información Geográfico, obteniendo planos digitales de todo el acueducto, con información de la ubicación exacta de los Tanques, Nacientes, Tubería de Conducción y Distribución de acuerdo al diámetro y material y Válvulas mecánicas. Se elaboró un plan secuencial de inversión y ejecución para la implementación de la micro medición y la macro medición para controlar la producción en las nacientes y en los tanques de almacenamiento, para el control de reboses y filtraciones de estos.
- Se elaboró un Plan Maestro de mantenimiento e inversión, proyectado a 25 años, que buscaba asegurar un servicio eficiente de agua en cuanto a calidad, continuidad, cantidad y cobertura se refiere.
- Se elaboró un presupuesto del proyecto por efectuar, que contempla el Plan Maestro de mantenimiento e inversión, tanto para las acciones inmediatas sugeridas, como para las acciones a largo plazo para alcanzar la meta de sostenibilidad y renovación del Acueducto.

1.3.1.2. Diagnóstico del acueducto de Santa Cruz y propuestas de mejora (2013).

En la Universidad de Costa Rica el estudiante Bejarano Salazar, E., realizó denominado “Diagnóstico del acueducto de Santa Cruz y propuestas de mejora” el objetivo principal de este proyecto fue elaborar un diagnóstico completo y detallado del funcionamiento del acueducto de la ciudad de Santa Cruz, para identificar sus principales deficiencias y proponer las mejoras que sean necesarias, ya sea en infraestructura, operación y/o mantenimiento, para garantizar un servicio de calidad, con este también se pretendía actualizar los planos de catastro del acueducto de la ciudad de Santa Cruz, definir la demanda que el acueducto tendría a futuro realizando estimaciones de población y dotación mediante métodos estadísticos de proyección demográfica, realizar mediciones de campo como; por ejemplo caudales y presiones del sistema, crear con ayuda del software WaterCAD/GEMS un modelo hidráulico calibrado que ilustrara de manera precisa las condiciones de operación del acueducto, definir las propuestas de mejoramiento más adecuadas para el incremento de la eficiencia del sistema.

Las conclusiones del estudio fueron:

- Los pozos que se encuentran operando, como los que se encuentran previstos para el futuro, se encuentran ubicados en un radio menor a los 300 m, por lo que se podría estar dando un problema de abatimiento del nivel freático en cada pozo debido al radio de influencia de los otros pozos vecinos, por lo que la capacidad de explotación de cada pozo se podría ver afectada.
- El sistema de Santa Cruz opera actualmente con bombeo directo a la red de distribución, por lo que las bombas no trabajan siempre en el mismo punto de operación, sino que varía constantemente, por lo que la eficiencia de las mismas no es la máxima.

- La capacidad de almacenamiento que requiere actualmente el sistema es de 1660 m³, de los cuales el tanque de compensación solamente cuenta con 493 m³, por lo que el déficit de almacenamiento actual es de 1167 m³, es decir, un 237% respecto a la capacidad instalada.
- A partir de la estimación de la demanda futura se calculó que la capacidad de almacenamiento requerida para el futuro es de 2,000 m³ en total, esto si se reduce la demanda a partir de disminución del ANC. En caso de mantener el %ANC igual al actual, se requiere un almacenamiento de aproximadamente 3,000 m³.
- Actualmente el tanque presenta importantes rebalses durante horas de la noche y madrugada. Estos rebalses se deben al mal control que se tiene de los horarios de operación de los pozos. Para una de las noches de medición se obtuvo un rebalse total de 312 m³, es decir, un volumen equivalente al 63% de la capacidad del tanque.
- La red de distribución se encuentra conformada por 41,8 km de tuberías de hierro fundido, hierro dúctil, PVC y asbesto-cemento. En algunos sectores existen tuberías de diámetros muy reducidos (inferiores a 100 mm), los cuales no cumplen con la norma de AyA.
- Existen válvulas de compuerta para regular presiones en la red de distribución, sin embargo, todas se encuentran operando abiertas actualmente.
- La dotación domiciliar en la ciudad de Santa Cruz es actualmente de 166 L/hab/día y la no domiciliar es de 32 L/hab/día. El porcentaje de ANC calculado es de 60%, lo que representa una dotación de ANC de 288 L/hab/día. El porcentaje de medición es del 100%, con lo que se obtiene una dotación bruta de 486 L/hab/día.

- La demanda promedio diaria obtenida a partir de la base de datos comercial de AyA es de 70 L/s. Sin embargo, a partir de las mediciones de campo realizadas se encontró que la demanda promedio diaria real es de 60 L/s, por lo que se comprueba que hay deficiencias en la medición y facturación del consumo de los servicios.
- A partir de las proyecciones de población y proyecciones de la dotación realizadas, se comprobó la importancia de reducir el %ANC. Si se reduce el porcentaje a un valor de 30% en 2035, la demanda de agua se incrementará tan solo en 10 L/s para este año. Si el %ANC se mantiene en el porcentaje actual, la demanda promedio al año 2035 se incrementa hasta 120 L/s.
- Se construyó un modelo hidráulico del sistema utilizando el software WaterCAD/GEMS. Este modelo se logró calibrar de modo que simule las condiciones reales de operación del sistema. El modelo tiene un problema para simular las condiciones de operación de las 05:00 am a las 07:00 am, sin embargo, a las 08:00 am ya se logra modelar correctamente el sistema (las 08:00 am es la hora de mayor demanda en Santa Cruz). Se intentó encontrar la causa de este problema, pero no fue posible identificarla.

1.3.1.3. Antecedentes Internacionales

1.3.1.4. Diseño Acueducto Vereda El Retiro (Municipio de Santa María, Boyacá. 2008, Colombia)

El estudiante Jaime Roa, P. A. propuso el diseño del acueducto de la Vereda El Retiro en el Municipio de Santa María de Boyacá, Colombia.

El objetivo principal de este proyecto es el diseño del acueducto, en vereda el Retiro, Municipio de Santa María, Boyacá. El problema que se presenta es la deficiente condición de la distribución de agua potable.

Como objetivos específicos se citaron los siguientes:

- Determinar el área de diseño teniendo en cuenta la topografía.
- Establecer la población beneficiada.
- Identificar caudales.
- Cálculo de las estructuras que componen el acueducto en el aspecto hidrológico, geológico, meteorológico, climatológico y topográfico.
- Identificar las condiciones de la zona de captación del agua para su correcta distribución.

Las conclusiones a las que se llegó con el desarrollo de este proyecto fueron:

- Teniendo en cuenta las características topográficas de la zona de estudio, se logró el diseño por gravedad óptimo de la línea de aducción y de la línea de conducción del agua, de acuerdo a la recomendación de diferentes autores con experiencia en la delineación de este tipo de diseños.
- Dentro del desarrollo del trabajo de investigación, se permitió adelantar un proceso de mejora en las condiciones de calidad de vida de los habitantes de la vereda El Retiro Municipio de Santa María (Boyacá) por medio del diseño del acueducto que va a suplir una de las necesidades básicas de dichos pobladores.

- Durante el proceso evaluativo del diseño de la captación se obtuvo que el caudal generado por la fuente de abastecimiento cumple con la demanda necesaria para tal fin
- En el desarrollo del proyecto se logró garantizar que la fuente de abastecimiento proporcionara un caudal medio de 24 L/sg, de acuerdo a los aforos realizados a la fuente por esta razón cumple con el caudal demandado por la comunidad que de acuerdo a la proyección realizada a 20 años es de 1.10 L/seg.

Se toma como antecedentes estos proyectos ya que tienen similitudes a lo que se está proponiendo, lo cual hace referencia a la importancia que adquiere la conservación del recurso hídrico realizando diagnóstico de los acueductos y así poder plantear las mejoras requeridas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diagnosticar el estado actual del acueducto de Pozos, ubicado en el Cantón de Puriscal y realizar el rediseño hidráulico para el acueducto.

1.4.2. Objetivos Específicos

2. Realizar un levantamiento de toda la red hidráulica existente del acueducto de pozos para la evaluación de parámetros de presión, velocidad y caudal.
3. Realizar un análisis hídrico del acueducto utilizando datos de producción, demanda y consumo.
4. Realizar un levantamiento topográfico de la tubería de conducción, la tubería de distribución y del tanque de almacenamiento del acueducto.
5. Realizar un diagnóstico mediante la realización de un modelo por medio del Software Epanet.
6. Diseñar la red de tubería de conducción, de distribución y la capacidad del tanque de almacenamiento principal a una proyección de 25 años según la Norma técnica para el diseño y construcción de Sistemas de abastecimiento de Agua Potable, Saneamiento y Pluvial del AyA.
7. Evaluar la red hidráulica diseñada mediante la modelación por medio del Software Epanet.
8. Elaborar planos de perfil de forma, de planta, detalles y extensión del sistema y de las mejoras propuestas.
9. Realizar una estimación global de costos de las mejoras diseñadas.

1.5. Alcances y limitaciones de la investigación

1.5.1. Proyección

El alcance del proyecto consiste en diagnosticar el acueducto de Pozos, ubicado en el cantón de Puriscal, verificar el diseño de la tubería de conducción desde la fuente de captación hasta el tanque de almacenamiento, verificar el diseño de la tubería de distribución, además se hará el rediseño de la capacidad requerida para abastecer a la población del tanque de almacenamiento con una proyección a 25 años.

Para ello, se deberá realizar mediante la herramienta con acceso al sistema global de navegación por satélite (Global Navigation Satellite System, GNSS) el levantamiento topográfico de la tubería de conducción, la tubería de distribución y el tanque de almacenamiento; así como también se hará el diseño de los planos en planta, detalles de instalación y planos de perfiles topográficos de la red de tubería de conducción y de distribución.

Se realizará una modelación por medio del software Epanet del estado actual del acueducto y una modelación con la red diseñada para realizar un comparativo entre la red existente y la red que se diseñó.

Se elaborará el presupuesto global del rediseño del acueducto, de la línea de distribución, línea de conducción y sus accesorios (válvulas, previstas).

Se hará un presupuesto global con todos los materiales que fueron propuestos en el diseño, tales como; tubería de PVC, válvulas de compuerta, válvulas para evacuar el aire de las tuberías, válvulas reguladoras de presión, tee, reducciones de diferentes diámetros, hidrantes, codos de diferentes diámetros. Se realizará el cálculo del costo de la mano de obra y maquinaria necesaria para realizar las mejoras, así como también los costos directos e indirectos para realizar el proyecto.

1.5.2. Limitaciones

El recurso económico con el que se cuenta para desarrollar la investigación es limitado, también el lugar donde se llevará a cabo la investigación es de difícil acceso; ya que, se encuentra en una de las zonas más alejadas del cantón de Puriscal. Para realizar el presente proyecto se deberá solicitar la ayuda del personal de la Oficina Cantonal de Puriscal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados que conozcan el acueducto y así poder realizar el respectivo levantamiento por medio de la herramienta GPS cartográfico marca TRIMBLE, modelo NOMAD con una exactitud de más, menos (+ -) cuatro metros.

Dentro de los objetivos y el alcance del proyecto no se establece el diseño estructural del tanque de almacenamiento ni se tomará en cuenta para el presente proyecto el análisis de la calidad del agua. Solamente el aspecto hidráulico del funcionamiento de los componentes que conforman el sistema.

Capítulo II Marco Teórico

2.1. Conceptos de Abastecimiento de aguas

2.1.1. Aforo

Cuando se ubica una fuente que podría utilizarse para el abastecimiento de agua, es necesario, medir la cantidad de agua que produce con el fin de conocer para qué cantidad de población puede alcanzar. Esto se hace a través de una operación que se llama aforo, la cual consiste en medir el caudal, o sea el volumen de agua que pasa por una sección de un curso de agua en un tiempo determinado. (Castro, R. y Pérez, R., 2009, p.73)

2.1.2. Aforo Volumétrico

Castro, R. y Pérez, R., (2009) mencionan que el aforo volumétrico “consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en lts/seg” (p.74).

Ilustración 4 Aforo Volumétrico.

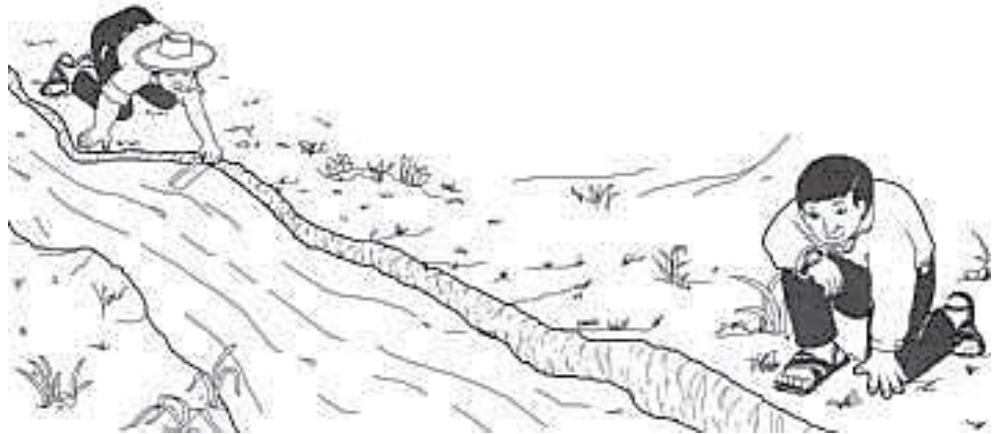


Fuente: Delgadillo, O. (s.f.)

2.1.3. Aforo por método de velocidad – área

Este método mide la velocidad del agua superficial que discurre de la fuente, tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme. Se toma un trecho de la corriente; se mide el área de la sección uniforme o su promedio; se lanza un cuerpo que flote, aguas arriba del primer punto de control. Cuando el cuerpo pasa por dicho punto se inicia la toma del tiempo que dura el viaje hasta el punto de control corriente abajo. Al resultado de la velocidad se le ajusta por un factor de 0.8 a 0.9. (Castro, R. y Pérez, R., 2009, p.74)

Ilustración 5 Aforo por método de velocidad – área



Fuente: Castro, R. y Pérez, R., (2009)

2.1.4. Aforo por método de vertedero

Este método de medición de caudal es útil para caudales pequeños. Se coloca el vertedero que puede ser rectangular o triangular, en forma transversal a la sección del canal o flujo del agua. Se interrumpe el flujo del agua y se produce una depresión del nivel, se mide el tamaño de la lámina de agua y su altura, calculándose la cantidad de agua que se vertió en ese tiempo. Estas mediciones son válidas para la fecha en que se efectúan. Se recomiendan mediciones periódicas para conocer las variaciones del flujo. (Castro, R. y Pérez, R., 2009, p.74)

Ilustración 6 Aforo por método de vertedero



Fuente: Castro, R. y Pérez, R., (2009)

2.1.1. Red de conducción

Según el Ministerio de Salud (2015) en su Reglamento para la Calidad del Agua señala que son las “tuberías usadas para transportar el agua desde la fuente de abastecimiento, hasta el tanque de almacenamiento o a la planta de tratamiento” (p.06).

2.1.2. Red de distribución

El Ministerio de Salud en el reglamento para la calidad del agua indica: “Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias” (p. 07).

2.2. Fuentes de Captación.

2.2.1. Aleros

Al respecto Castro, R. y Pérez, R. (2009) “parte de la estructura de la captación que actúa como una barrera impermeable, marca el límite lateral de la captación y permite que el agua sea conducida a la cámara húmeda” (p.214).

2.1.1. Área de captación

Según Castro, R. y Pérez, R. (2009) es el “área comprendida entre la cámara húmeda, los aleros y la zona o punto de afloramiento” (p.214).

2.2.2. Área de protección

Los autores Castro, R. y Pérez, R. (2009) dicen: “sector circular comprendido entre la captación y un radio de 100 a 150 metros hacia atrás como medida de recarga del acuífero” (p.214).

2.2.3. Barraje

En cuanto a esto Castro, R. y Pérez, R. (2009) dicen, “Presa que permite concentrar el caudal del manantial para conducirlo a la cámara húmeda” (p.214).

2.2.4. Cámara húmeda

Con referencia a este tema Castro, R. y Pérez, R. (2009) indican que es el “Compartimiento donde se colecta toda el agua captada” (p.214).

2.2.5. Cámara seca

Según Castro, R. y Pérez, R. (2009) es el “Compartimiento donde se ubican las válvulas y accesorios de control de la captación” (p.214).

2.2.6. Límite de protección

Al respecto Castro, R. y Pérez, R. (2009) “Perímetro alrededor de la caja de captación que debe ser preservada para la protección a la contaminación” (p.216).

2.2.7. Acuíferos

Según Pérez Porto, J. y Merino, M. (2017) indican que “es una estructura subterránea que alberga agua. Son reservorios de agua que están ubicados debajo de la superficie terrestre. Estos permiten la circulación del agua a través de diversas grietas y de la porosidad de su estructura” (parr.3).

2.3. Parámetros de diseño

2.3.1. Formula Hazen-Williams

El flujo de agua en una tubería de distribución produce pérdidas de carga que se pueden calcular con la ecuación de Hazen-Williams. Para determinar el diámetro óptimo de una tubería, se compara el costo de inversión para comparar las tuberías con el costo de operación del sistema. En realidad, cuando el diámetro de la tubería aumenta, los costos de inversión aumentan; sin embargo, las pérdidas de carga disminuyen, así como también los costos de operación debido a que los costos relativos a la energía de bombeo disminuyen. (Brière G, F., 2005, p.110)

Fórmula 1 Hazen-Williams

$$h_f = \left(\frac{10.67 * Q^{1.852} * L}{D^{4.87} * C^{1.852}} \right)$$

Fuente: AyA (2017)

Donde:

h_f = pérdidas de carga.

Q= caudal ($\frac{m^3}{s}$)

L = longitud (m).

D= diámetro interno de la tubería (m).

C= coeficiente de rugosidad del material (adimensional).

2.3.2. Darcy – Weisbach

Según Sotelo, G. (1999) la ecuación de Darcy-Weisbach es una ecuación ampliamente usada en hidráulica. Permite el cálculo de la pérdida de carga debida a la fricción dentro una tubería, desarrollada por el francés Henry Darcy. En 1845 fue refinada por Julius Weisbach, de Sajonia, hasta la forma en que se conoce actualmente.

Fórmula 2 Darcy - Weisbach

$$h_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Fuente: Sotelo, G. 1999

Donde:

h_f = pérdidas de carga.

f = Factor de fricción de Darcy (Adimensional)

L = longitud (m).

D = diámetro interno de la tubería (m).

V = Velocidad ($\frac{m}{s}$)

G = Aceleración de la gravedad ($\frac{m^2}{s}$)

2.3.3. Ecuación de Bernoulli

Es la relación aproximada entre la presión, la velocidad y la elevación, y es válida en regiones de flujo estacionario e incompresible en donde las fuerzas netas de fricción son despreciables. Pese a su simplicidad, la ecuación de Bernoulli demostró que es un instrumento muy potente en mecánica de fluidos. En esta sección, se deduce la ecuación de Bernoulli a partir del principio de conservación de momento lineal, se demuestra su utilidad y se analiza sus limitaciones. Debe tenerse cuidado cuando se utiliza la ecuación de Bernoulli, porque es una aproximación que solo se aplica a las regiones no viscosas del flujo. En general, los efectos de la fricción siempre son importantes muy cerca de las paredes sólidas (capas límite) y directamente corriente debajo de los cuerpos (estelas). Por tanto, la aproximación de Bernoulli es útil por lo general en regiones del flujo por fuera de las capas límite y estelas, en donde el movimiento del fluido lo rigen los efectos combinados de las presiones y la gravedad (Cengel, Y. A. y Cimbala, J. M., 2006, p. 67).

Fórmula 3 Ecuación de Bernoulli

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

Fuente: (Cengel Yanus A. y Cimbala M. John 67).

Donde:

V = Velocidad del fluido en la sección considerada.

γ = densidad del fluido.

P = presión a lo largo de la línea de corriente.

G = aceleración gravitatoria.

Z = altura en la dirección de la gravedad desde una cota de referencia.

2.3.4. Población de diseño

La población mínima de diseño se debe calcular a partir del número de unidades habitacionales que contempla el proyecto multiplicado por el factor de hacinamiento, este último corresponde al valor que se obtiene del último censo de población del distrito.

Para el cálculo de la población correspondiente a las unidades que no son habitacionales, se deben aplicar los valores que se detallan en la siguiente tabla para determinar una equivalencia con el consumo de una unidad habitacional; lo anterior, para poder estimar el parámetro de población y el consumo respectivo en proyectos cuya actividad esencial es de naturaleza comercial, industrial u otra distinta a la habitacional. (AYA 2017)

Tabla 1 Cálculo de Servicios Equivalentes según tipo de actividad a desarrollar

Tipo de actividad del nuevo desarrollo	Unidades de cálculo (UC)	Unidad de consumo equivalente (UCE) o Servicios equivalentes (SE) *
Hoteles, moteles	Habitación	Un servicio equivalente por cada tres unidades de cálculo.
Escuelas, colegios o centros de educación y capacitación.	Estudiante	Un servicio equivalente por cada veinticinco unidades de cálculo.
Bodegas, industrias o centros de acopio, almacenamiento y distribución	Metro cuadrado de área de parcela o predio (incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas).	Un servicio equivalente por cada quinientas unidades de cálculo.
Restaurantes, sodas, bares y similares.	Metro cuadrado de área de parcela o predio (incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas).	Un servicio equivalente por cada cien unidades de cálculo.
Locales comerciales, centros comerciales, oficinas administrativas y bancarias (industrial o general).	Metro cuadrado de área de parcela o predio (incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas).	Un servicio equivalente por cada doscientas unidades de cálculo.
Parcelamiento agrícola frente a calle pública.	Metro cuadrado del área de la parcela.	Un servicio equivalente por cada quinientas unidades de cálculo.

Parcelamiento agrícola frente a servidumbre.	Metro cuadrado del área de la parcela.	Un servicio equivalente por cada quinientas unidades de cálculo.
Centros de recreación, turísticos o club campestre.	Metro cuadrado de área de parcela o predio (incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas).	Un servicio equivalente por cada doscientas unidades de cálculo.

Fuente: Aya (2017, p. 12-13).

2.3.5. Periodo de diseño

2.3.5.1. Tanque de almacenamiento:

Según AyA, (2017), “para los tanques el período es de 25 años, cuando los proyectos no son de desarrollo urbanístico, se debe dejar previsto en el terreno el espacio para construir otro tanque de dimensiones similares. Los tanques se pueden diseñar por etapas cuando el volumen es mayor a 2000 m³” (p. 14).

2.3.5.2. Tubería de conducción:

De acuerdo a AyA, (2017), “para líneas de tubería de conducción de agua tratada, el período es de 25 años (p. 14).

2.3.5.3. Tubería de distribución:

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA, 2017), dice: “para líneas de tubería de distribución de agua, el período es de 20 años” (p. 14).

2.3.6. Dotación

Según AyA (2017), la dotación es la cantidad de agua que se la asigna a cada habitante para su consumo, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual y sus unidades están dadas en l/h/día.

- Datos de los patrones de consumos y demandas de la localidad en estudio, según datos reales, si los mismos se tienen a disposición del diseñador.

- Cuando no existan datos reales de los patrones de consumos y demandas de la localidad en estudio, se deben utilizar los siguientes valores mínimos:
- **Poblaciones rurales:** 200 l/p/d; en caso de zonas rurales costeras se aplicará la dotación establecida para “Población costera”
- **Poblaciones urbanas:** 300 l/p/d
- **Poblaciones costeras:** 375 l/p/d
- **Área Metropolitana:** 375 l/p/d.

2.3.7. Caudal de incendio y ubicación de hidrantes

El caudal de incendio, la ubicación y el tipo de los hidrantes requeridos para el proyecto, así como cualquier otro sistema alternativo o volúmenes de reserva, deben ser de forma tal que se cumpla con los requerimientos técnicos que establece el Benemérito Cuerpo de Bomberos, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N.º 8641 y sus reformas y en el Reglamento a la Ley N.º 8641 vigente y en La Ley N.º 8228 y sus reformas y en el Reglamento a la Ley N.º 8228 vigente. (AyA., 2017, p.16)

Tabla 2 Caudal requerido para Incendios

Población (Habitantes)	Duración de Incendio (Horas)	Caudal para Incendios (L/S)	Volumen de almacenamiento (m3)
0 - 5000	0	0	0
5000 - 15000	3	8	90
15000 - 30000	3	16	170
30000 - 60000	3	24	260
60000 - 120000	4	40	580
120000 - 200000	4	48	690
200000 - 300000	4	64	920

Fuente: NDPAAP de AyA, 2017

2.3.8. Velocidad

La velocidad máxima en redes de distribución es de 3,0 m/s. La velocidad máxima en líneas de conducción y de aducción es de 5,0 m/s y la mínima de 0,60 m/s. En los casos en los que se obtengan valores de velocidad inferiores al mínimo establecido, prevalecerá el criterio de diámetro mínimo de la tubería. (AyA., 2017, p.19)

2.3.9. Presión

La presión estática máxima será de 50 metros columna de agua (mca) en el punto más bajo de la red. Se permitirán en puntos aislados presiones de hasta de 70 mca cuando el área de servicio sea muy quebrada. La presión dinámica de servicio no será menor de 15 mca en la interconexión con la red de distribución, en el punto crítico de la red. (AyA., 2017, p.19)

2.3.10. Dimensionamiento de tuberías

“Las tuberías se deben dimensionar aplicando las fórmulas de Hazen y Williams u otras. Se acepta la aplicación de otras fórmulas, para lo cual se debe aportar la debida justificación y documentación técnica, lo cual quedará sujeto a la aprobación de AyA” (AyA., 2017, p.19).

Los coeficientes máximos para la fórmula de Hazen y Williams (C), según tipo de material, son los que se detallan a continuación:

Tabla 3 Coeficientes máximos (Hazen y William)

Material	Valor máximo de C (Adimensional)
Polietileno de Alta Densidad (PEAD)	130
Cloruro de Polivinilo (PVC)	130
Concreto	120 - 140
Hierro galvanizado	120
Hierro dúctil	120
Hierro fundido a	130
Hierro fundido (10 años de edad)	107 - 113
Hierro fundido (20 años de edad)	89 - 100
Hierro fundido (30 años de edad)	75 - 90
Hierro fundido (40 años de edad)	64 - 83
Acero	130
Acero a	140 - 150
Acero rolado	110
Cobre	130 - 140

Fuente: AyA (2017, p. 20)

2.3.11. Prevista

“La tubería para una prevista domiciliar debe tener un diámetro nominal entre 12 y 13 mm, ambos inclusive. Cuando se requiera de una conexión con un tubo de un diámetro nominal superior a 13 mm, se deben aportar para su análisis las memorias de cálculo de la demanda interna” (AyA., 2017, p.21).

2.3.12. Golpe de ariete

Al respecto Castro, R. y Pérez, R., (2009) dice que “el golpe de ariete es provocado por el paro súbito de un fluido, es debido a que al frenar de forma súbita el paso de un fluido, la energía dinámica se convierten energía de presión” (p. 127)

2.3.13. Velocidad de flujo

Según el AyA (2017), “la velocidad no debe ser mayor de 5,0 m/s y la velocidad mínima se debe establecer con base en el análisis de fuerza tractiva. El criterio que debe regir la pendiente mínima debe ser el de fuerza tractiva mínima de 0,10 kg/m² (1 Pa), generado por el caudal mínimo del proyecto que corresponde a la condición crítica de diseño” (p. 29).

2.3.14. Cavitación

Al respecto Veraliz Guzmán, N., (2018) lo describe como: “Fenómeno físico mediante el cual un líquido, en determinadas condiciones, pasa a estado gaseoso y unos instantes después pasa nuevamente a estado líquido” (párr. 1).

Capítulo III Marco Metodológico

3.1. Enfoque de la investigación

Se realizará el diagnóstico del acueducto de Pozos, ubicado en el cantón de Puriscal, se realizará el diseño hidráulico de las mejoras necesarias para que el acueducto sea funcional de acuerdo a la normativa vigente del Instituto costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). También se hará el diseño del tanque de almacenamiento ya que el tanque existente se encuentra obsoleto.

La investigación presentada es considerada de tipo mixta, ya que comprende la parte cuantitativa y cualitativa. De la parte cuantitativa se requiere realizar cálculos matemáticos para determinar los diámetros de tubería de conducción y distribución y la capacidad de almacenamiento del tanque.

Y cualitativa debido a que se realizará una investigación para determinar el estado actual del acueducto para poder realizar el rediseño del acueducto.

3.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación corresponde a correlacional en cuanto a la parte cuantitativa debido a que se requiere realizar cálculos matemáticos para determinar el tipo de tubería a utilizar, cantidad de material requerido para el diseño del tanque en lo cualitativo, el proyecto es de tipo investigación-acción debido a que el tema a tratar está involucrando a una población y pretende resolver los problemas de esta.

3.3. Sujetos y Fuentes de Información

3.3.1. Sujetos

Serán sujetos de información profesionales en el ámbito de Ingeniería Civil, personal administrativo y operativo de la Oficina Cantonal de Puriscal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), así como habitantes de la comunidad de Pozos.

3.3.2. Fuentes

- Como fuente de información se tomarán datos que ya han sido recolectados por parte de la oficina regional del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados como; aforos de la fuente de captación durante el año 2018, estas mediciones se realizan una vez por mes.
- Libros de textos enfocado en el diseño de redes hidráulicas, estos se detallan en la Bibliografía.
- Se tomarán como fuente proyectos similares de graduación que han sido presentados en la universidad.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1. Observación de las comunidades

Con el fin de empezar con la recolección de la de información, se realizará una visita guiada por parte de funcionarios de la oficina cantonal de Puriscal de AyA por toda la zona por investigar. Con esto, se pretende identificar lo más exacto cada uno de los elementos que componen el acueducto, entre ellas: captaciones, tubería de distribución, tubería de conducción, los tanques de almacenamiento, válvulas de compuerta, válvulas de aire, válvulas reductoras de presión, tanques quiebra gradientes. Se realizará un levantamiento topográfico sobre la tubería para identificar los niveles de estas y se tomarán coordenadas en puntos específicos para conocer la ubicación de las tuberías.

Se hará una visita al sector para identificar la cantidad de escuelas, plazas, centros de salud, clínicas, iglesias, salones comunales, pulperías, comedores escolares y vivienda, esto para tener conocimiento óptimo de la cantidad de instituciones y la cantidad de población a la cual abastece el acueducto.

3.4.2. Procesamiento de la información recolectada

Cuando se haya recolectado la información del acueducto, se tomarán los datos del GPS cartográfico marca TRIMBLE, modelo NOMAD, utilizado para realizar el levantamiento topográfico y se extraerán por medio del Software QGis 2.18 para posteriormente exportarlos al programa Google Earth. Lo que se pretende con la utilización de este programa es representar visualmente donde se ubica el proyecto, la fuente de abastecimiento del acueducto, la red de tuberías existentes, las válvulas de compuertas, las válvulas de admisión y extracción de aire, las válvulas reductoras de presión, hidrantes y el mecanismo que es utilizado para realizar las mediciones de consumo de los habitantes (micromedidores).

Una vez que se haya realizado esto, los datos se exportarán al programa AutoCAD, en este Software se tendrán las curvas de nivel del sector de Pozos y Bajo Bodillas, para así conocer las pendientes respectivas y crear el diseño con respecto a todos los cambios y variaciones del campo de trabajo. De este posible, se creará el diseño con la mayor veracidad posible.

3.4.3. Elaboración del Modelo Hidráulico Existente

Para realizar el modelo hidráulico para el diagnóstico del acueducto se utilizará el Software Epanet, el cual es una herramienta o software comercial de análisis, modelación y gestión de redes a presión. Este permite la simulación hidráulica de un modelo computacional representado en este caso por elementos tipo: línea de tuberías, nodos de consumo, tanques, reservorios, hidrantes, bombas, válvulas de control, válvulas de regulación.

3.4.4. Software

Para la elaboración de este proyecto se utilizarán una serie de software, los cuales serán explicados a continuación:

3.4.4.1. Programa Google Earth

Google Earth es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital.

El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos creados por computadora.

Google Earth es capaz de mostrar diferentes capas de imagen encima de la base. Google Earth soporta datos geoespaciales tridimensionales mediante los archivos Keyhole Markup Language o kml.

Ilustración 7 Visualización del programa Google Earth.



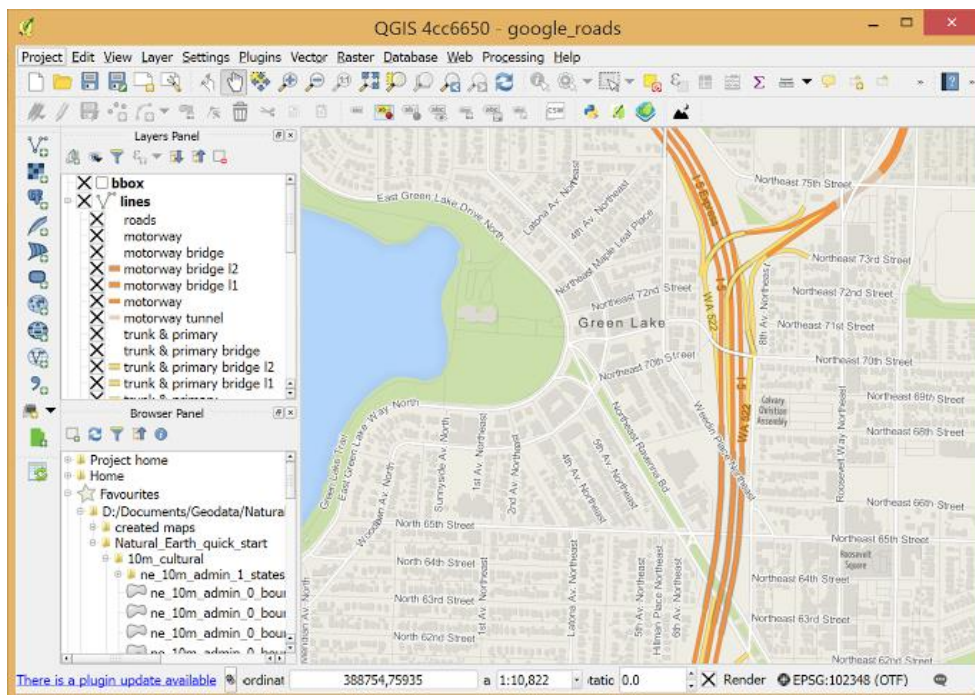
Fuente: Google Earth

3.4.4.2. Software QGIS

QGIS es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU (General Public License), ofrece muchas funcionalidades SIG comunes proporcionado por las características principales y complementos. Algunas de sus características principales son:

- Se puede ver y sobreponer datos vectoriales y ráster en diferentes formatos y proyecciones sin convertir a un formato interno o común.
- Se puede componer mapas y explorar datos espaciales.
- Puede crear, editar, administrar y exportar capas vectoriales y ráster en varios formatos.

Ilustración 8 Visualización del Software QGIS.



Fuente: Sitio Web de QGIS

3.4.4.3. Software Epanet 2.0.

El Software EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodo extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de

distribución a presión.

El Software EPANET es un motor de análisis, modelación y simulación matemática de redes hidráulicas, es de código abierto (Open Source), este puede utilizar Hazen Williams y Darcy-Weisbach para el cálculo de pérdidas de presión. Modela nudos de demanda, embalses, bombas, tuberías, válvulas, emisores, patrones y controles.

Tipos de elemento

Elementos tipo nudo (Conexiones):

- Nudos de demanda y emisores
- Embalses (altura fija)
- Tanques (altura variable, entra y sale caudal)

Elementos tipo enlace o línea (Tuberías):

- Tuberías (abiertas o cerradas)
- Bombas
- Válvulas

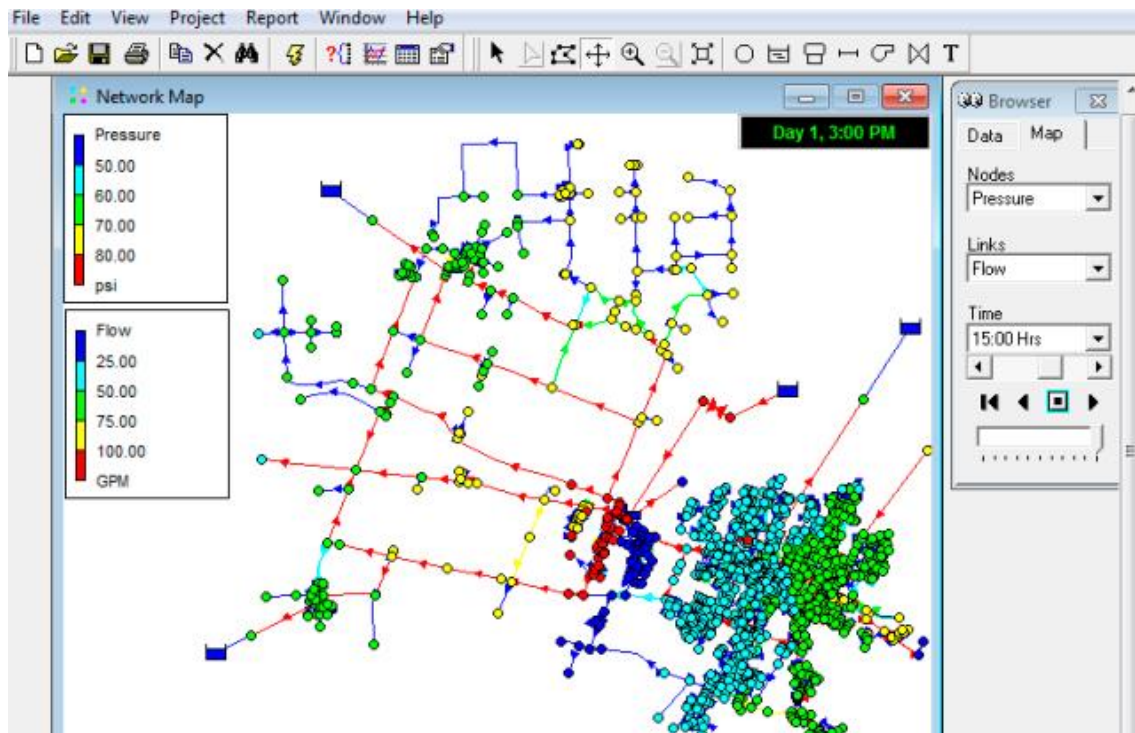
Elementos no físicos

- Curvas de bombas
- Patrones de demanda
- Controles

EPANET determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque entre otros. Este software está diseñado para ser una herramienta de desarrollo en el aumento del conocimiento relacionado con el movimiento y el destino de los constituyentes del agua en una red de distribución. De hecho, puede emplearse para multitud de aplicaciones en el análisis de sistemas de distribución. Diseño de programas de muestreo, calibración de modelos hidráulicos, análisis del cloro residual y valoración del riesgo a que se encuentran sometidos los consumidores

son algunas de las aplicaciones que pueden llevarse a cabo. Así mismo EPANET puede servir de ayuda para la evaluación de diferentes estrategias alternativas de gestión de los sistemas de distribución encaminadas todas ellas a la mejora de la calidad del agua dentro del sistema. (Environmental Protection Agency, 2017, p1).

Ilustración 9 Visualización del Software Epanet.



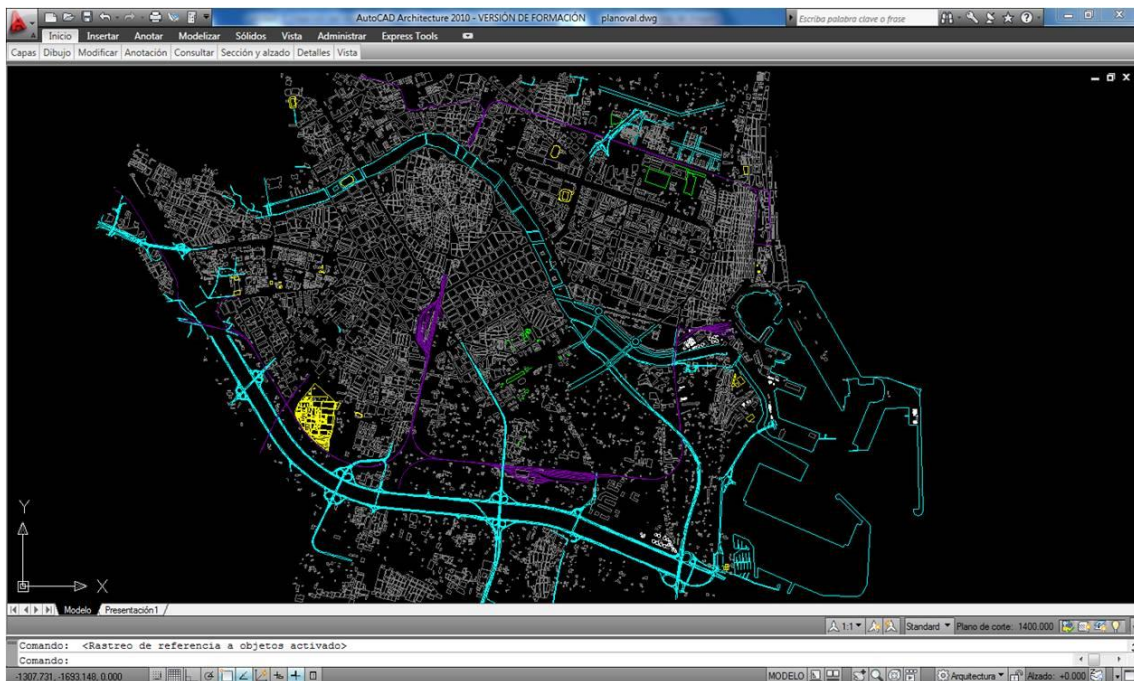
Fuente: Epanet.

3.4.4.4. Software AutoCAD

Es un programa de dibujo por computadora CAD dos y tres dimensiones, con él se pueden crear dibujos o planos genéricos, documentar proyectos de ingeniería, arquitectura, mapas o sistemas de información geográfica, por mencionar algunas industrias y aplicaciones. El archivo generado por AutoCAD tiene el formato DWG.

Al igual que otros programas de Diseño Asistido por Ordenador (DAO), AutoCAD gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran éstas, el llamado editor de dibujo. La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo, desde la línea de órdenes, a la que el programa está fundamentalmente orientado. Sitio Web de Autodesk.

Ilustración 10 Visualización del Software AutoCad.



Fuente: Autodesk.

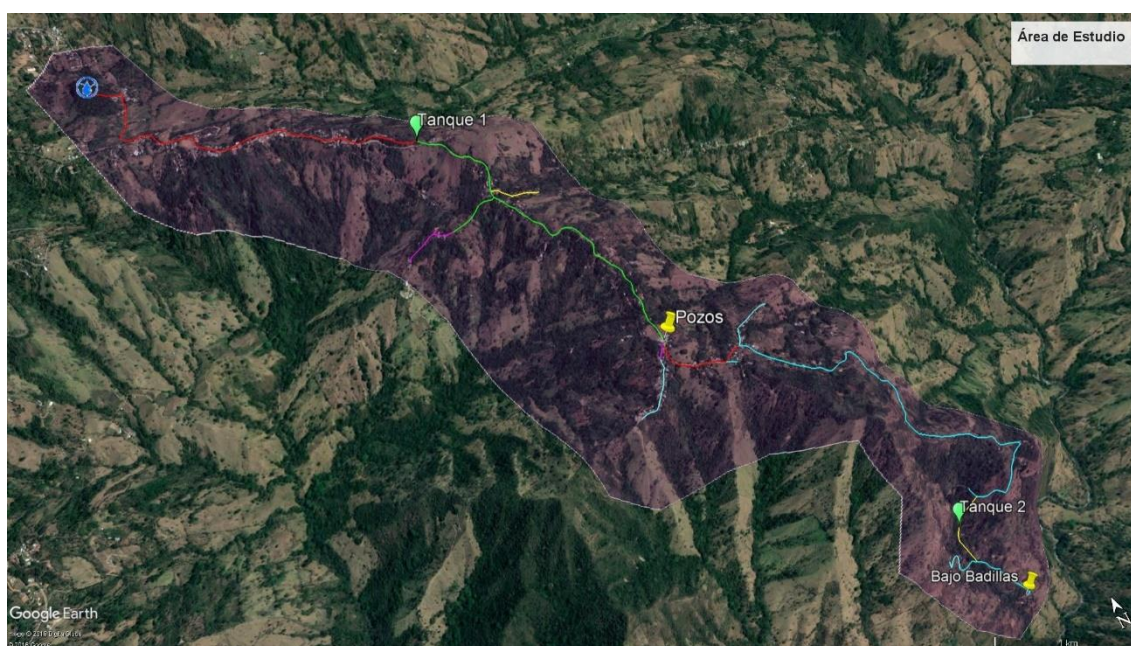
Capítulo IV: Diagnóstico y Análisis de resultados del estado actual del Acueducto de Pozos de Puriscal.

3.1. Área de estudio

El área de estudio está compuesta por los sectores de Pozos y Bajo Badillas, estos están ubicados en la Provincia de San José, Cantón de Puriscal en el distrito de Santiago, la comunidad de Pozos está ubicada a 8 kilómetros y la comunidad de Bajo Badillas está ubicada a 12 kilómetros del Distrito de Santiago de Puriscal, su ubicación geográfica es 1084087.264 N - 467847.194 O y 1081871.558 N - 469397.234 O, respectivamente.

El área de estudio del proyecto es de 7 kilómetros cuadrados aproximadamente, para realizar esta medición se toma en cuenta desde la captación hasta el último medidor de la comunidad de Bajo Badillas.

Ilustración 11 Área de estudio del Proyecto.



Fuente: Propia

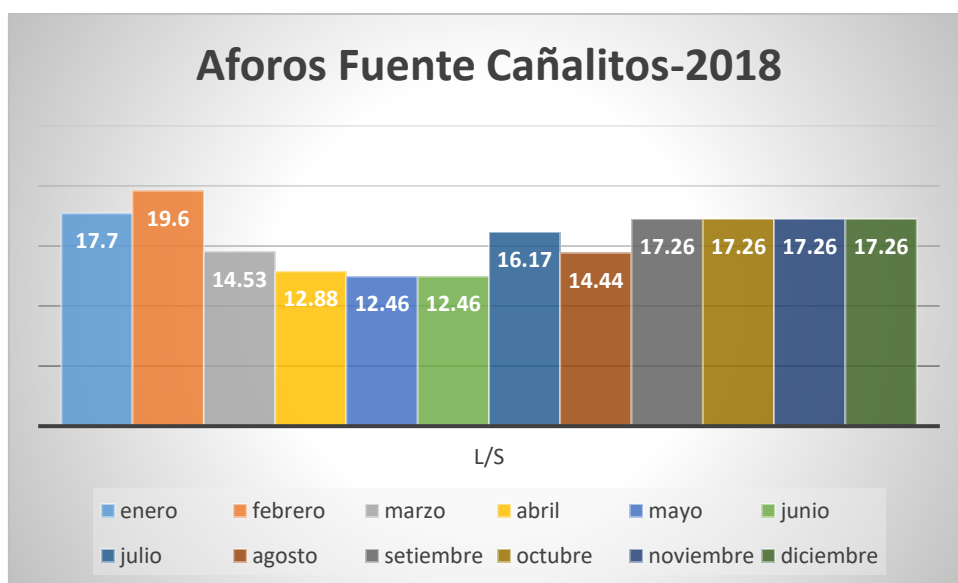
3.2. Inventario del acueducto de Pozos de Puriscal

Para realizar el diagnóstico del acueducto es de vital importancia conocer la infraestructura con la que cuenta, para ello se realiza una visita a campo con el objetivo de identificar cada uno de los componentes del acueducto como; fuente de captación, tanques de almacenamiento, válvulas, entre otros. A continuación, se realiza una descripción detallada de todo el inventario.

3.2.1. Fuentes de Captación

El acueducto cuenta con una fuente de captación, la cual es conocida como Cañalitos, está fuente abastece a una población de 1252 personas, según las mediciones realizadas por la oficina Cantonal de Puriscal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, tiene una producción de 15.77 l/s, estas mediciones se realizan una vez por mes.

Gráfico 1 Aforos fuente Cañalitos, 2018



Fuente: Oficina Regional del AyA

Su ubicación geográfica es 1086945.753 N, 465620.003 O y se encuentra a una elevación de 1050 msnm.

Ilustración 12 Captación Cañalitos.



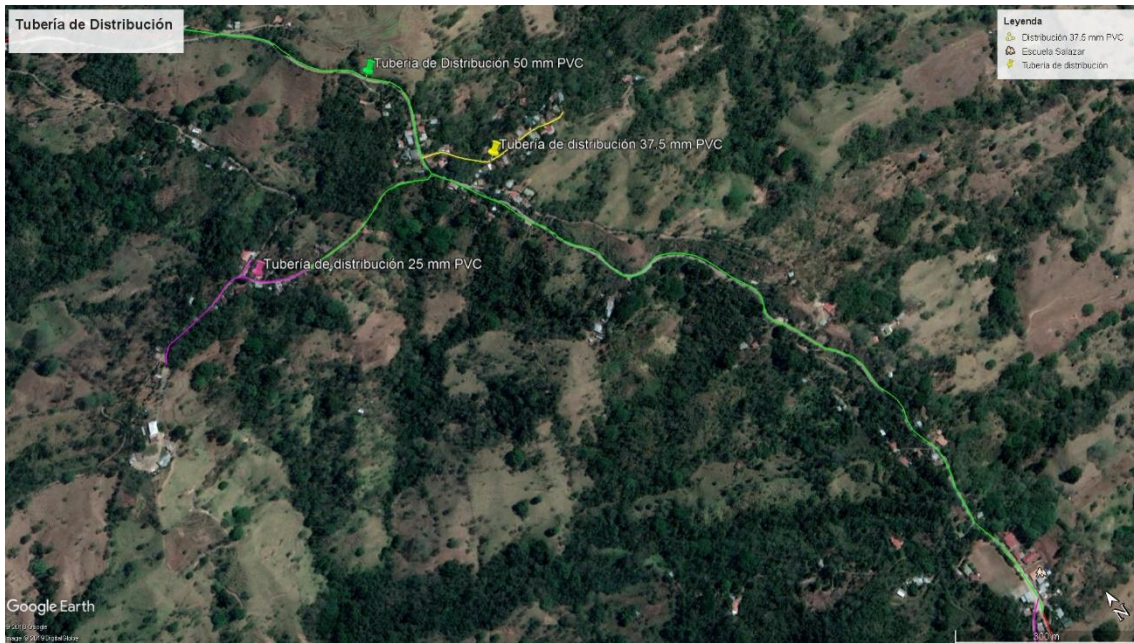
Fuente: Propia.

3.2.2. Red de tuberías de distribución

El acueducto cuenta con 8 kilómetros lineales de tubería de distribución, de los cuales en su gran mayoría se instaló hace 30 años aproximadamente, según datos brindados por personal operativo de la Oficina Cantonal de Puriscal. La red de tubería de distribución cuenta con 364 metros en tubería de 25 mm de diámetro en PVC, 105 metros en tubería de 25 mm de diámetro en HG, 578 metros de tubería en 37.5 mm de diámetro en PVC, 5741 metros de tubería en 50 mm de diámetro en PVC, 61 metros de tubería en 50 mm de diámetro en HG y 566 metros de tubería en 100 mm de diámetro en PVC.

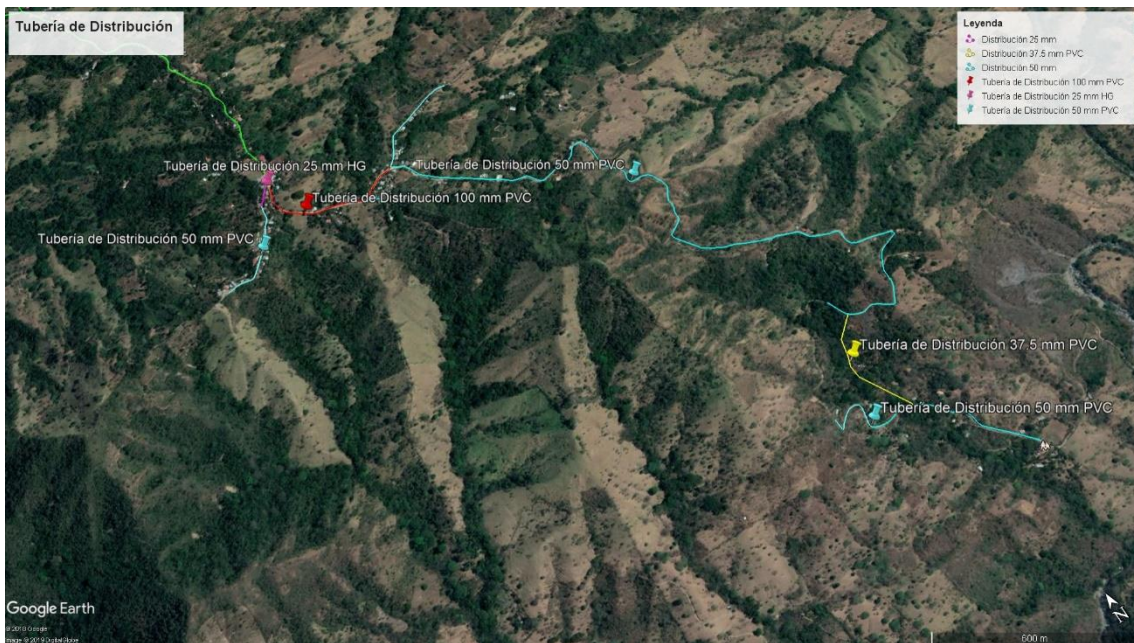
De esta red de tuberías de distribución existen 446 metros de 37.5mm de diámetro en material PVC que se encuentran en propiedad privada.

Ilustración 13 Tubería de distribución existente.



Fuente: Propia.

Ilustración 14 Tubería de distribución existente.



Fuente: Propia.

Ilustración 15 Red de tubería de distribución 50mm, PVC.

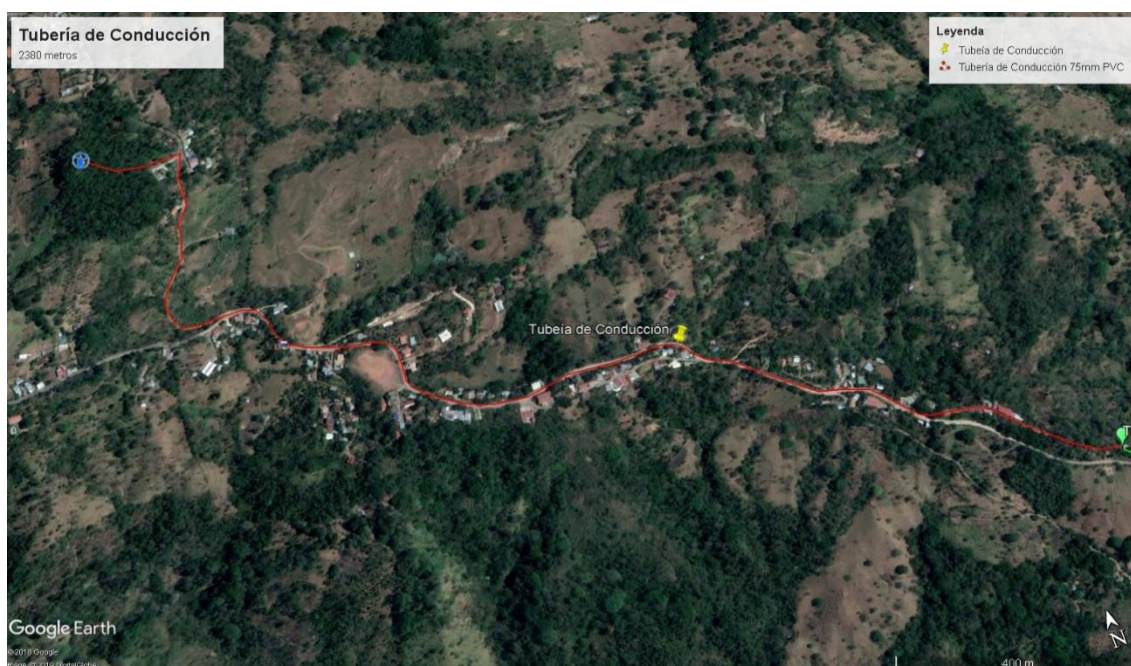


Fuente: Propia.

3.2.3. Red de tuberías de Conducción

La red de tubería de conducción es de 2954 metros de longitud con un diámetro de 75 mm en material de PVC.

Ilustración 16 Tubería de conducción existente.



Fuente: Propia

3.2.4. Tanques de almacenamiento

El acueducto cuenta con dos tanques de almacenamiento, uno en la comunidad de Pozos, este es el tanque principal con capacidad de 47 m³, está construido en concreto, se ubica geográficamente en 1085792.262 Norte y 467191.452 Oeste con coordenadas CRTM-05, a una altitud de 1022 msnm, este se encuentra en estado físico y operativo regular. El otro tanque se encuentra 700 metros antes de llegar a la comunidad de Bajo Badillas, este es abastecido por el tanque principal, tiene una capacidad de almacenamiento de 14 m³, es de concreto y se encuentra en estado operativo regular y en estado físico malo, se ubica geográficamente en 1082462.250 Norte y 469109.465 Oeste, con proyección CRTM-05 y se encuentra a una altura de 665 msnm. El tanque de almacenamiento secundario de encuentra en propiedad privada.

En el tanque de almacenamiento principal se encuentra la caceta de cloración, la cual es realizada mediante pastillas de hipoclorito de calcio, estas pastillas al entrar en contacto con el agua se derriten para lograr la solución de agua con cloro y así realizar la purificación del agua.

Ilustración 17 Tanque de almacenamiento, comunidad de Pozos.



Fuente: Propia

Ilustración 18 Tanque de almacenamiento, comunidad de Bajo Badillas.



Fuente: Propia

3.2.5. Válvulas de Compuerta

En toda la red de tuberías el acueducto cuenta con tres válvulas de compuerta (sectorización), las tres se encuentran instaladas en tubería de 50 mm en PVC. En la siguiente tabla se muestra la descripción y ubicación de cada una de ellas.

Tabla 4 Descripción de válvulas de compuertas existentes.

ID	Válvulas de Compuerta	Diámetro (mm)	Coordenadas CRTM-05		Altura (msnm)	Estado
			Coordenada Y	Coordenada X		
1	Válvula de Compuerta	50	1085317.096	467424.737	1012	Regular
2	Válvula de Compuerta	50	1083853.289	467703.476	1000	Regular
3	Válvula de Compuerta	50	1083910.88	468247.736	967	Regular

Fuente: Oficina Cantonal de Puriscal (AyA)

Ilustración 19 Válvula de compuerta, comunidad de Pozos.



Fuente: Propia.

3.2.6. Válvulas de expulsión de aire.

En todo el sistema se encuentran tres válvulas de expulsión de aire las cuales se encuentran en mal estado, a continuación, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5 Descripción de válvulas de expulsión de aire existentes.

ID	Válvulas de Aire	Diámetro (mm)	Coordenadas CRTM-05		Altura (msnm)	Estado
			Coordenada Y	Coordenada X		
1	Válvula de Aire	100	1083937.945	467862.608	1007	Malo
2	Válvula de Aire	50	1083682.73	468480.337	935	Malo
3	Válvula de Aire	50	1083589.935	468863.284	898	Malo

Fuente: Oficina Cantonal de Puriscal (AyA)

Ilustración 20 Válvula de expulsión de aire, comunidad de Pozos.



Fuente: Propia

3.2.7. Válvulas reductoras de presión.

El acueducto cuenta con dos válvulas reductoras de presión, la primera se encuentra ubicada a 1200 metros del tanque principal, su ubicación geográfica en proyección con CRTM-05 1084918.412 Norte y 467693.439 Oeste, se encuentra a una altura de 1019 msnm y la segunda se encuentra en las coordenadas 1082736.28 Norte y 469493.333 Oeste a una altura de 818 msnm, ambas válvulas actualmente no están en operación.

3.2.8. Hidrantes.

En toda el área de estudio solo se cuenta con un hidrante, este está ubicado en el centro de la comunidad de Pozos, el dispositivo es de tipo multiválvular y se encuentra conectado a una red de distribución de 50 mm de diámetro. Es importante recalcar que según el reglamento a la ley 8641 Declaratoria del servicio de hidrantes como servicio público y reforma de leyes conexas en el artículo 6 indica que “toda la interconexión de un hidrante a la red de abastecimiento de agua se debe realizar a una tubería con un diámetro nominal igual o mayor a 100 milímetros” (p.03). Por lo tanto, no se estaría cumpliendo lo establecido en esta Ley.

Ilustración 21 Hidrante Multiválvular, comunidad de Pozos.



Fuente: Propia

3.2.9. Micro medición.

El acueducto cuenta con 313 medidores, de los cuales el 80% de estos se encuentran en buen estado, estos permiten que la medición se realice de una forma más efectiva y precisa, el restante 20% se desconoce su estado operativo.

Ilustración 22 Micro medición, comunidad de Pozos.



Fuente: Propia

3.3. Dotación

Para realizar el cálculo de la dotación se toma como referencia los datos suministrados por parte de la Oficina Regional de AyA de la Región Central Oeste, los datos suministrados corresponden al consumo de cada micro medidor instalado en cada vivienda en los meses de diciembre del año 2018 y enero del año 2019.

Tabla 6 Datos de consumo, habitantes de Pozos y Bajo Badillas de Puriscal.

Numero	Ubicación	Consumo (m3)		Promedio mensual m3	l/día	l/s
		Diciembre 2018 m3	Enero 2019 m3			
1	Puriscal, 10 e.entrada cañales abajo	20	10	15	241,9354839	0,002800179
2	Puriscal, 50e.ent.cañales abajo	20	21	20,5	330,6451613	0,003826912
3	Puriscal, 150n del cruce pozos-cañales abajo	31	30	30,5	491,9354839	0,005693698
4	Puriscal, 130n cruce pozos-cañales abajo	30	26	28	451,6129032	0,005227001
5	Puriscal, 300mts antes de la pulp. amado mora	4	4	4	64,51612903	0,000746714
6	Puriscal, 120n.cruce pozos cañales abajo	0	0	0	0	0
7	Puriscal, 100n.cruce pozos -cañales abajo	25	34	29,5	475,8064516	0,005507019
8	Puriscal, 90n.cruce pozos-canales abajo	14	24	19	306,4516129	0,003546894
9	Puriscal, 80n.cruce pozos-cañales abajo	33,5	33,5	33,5	540,3225806	0,006253734
10	Puriscal, 40n.cruce pozos-cañales abajo	17	15	16	258,0645161	0,002986858
11	Puriscal, 35n.cruce pozos- cañales abajo	12	14	13	209,6774194	0,002426822
12	Puriscal, 30n.cruce pozos-cañales abajo	20	15	17,5	282,2580645	0,003266876
13	Puriscal, 30n.cruce pozos-cañales abajo	9	13	11	177,4193548	0,002053465
14	Puriscal, 20n.cruce pozos-cañales abajo	118	117	117,5	1895,16129	0,021934737
15	Puriscal, 15n.cruce pozos -cañales abajo	25	20	22,5	362,9032258	0,004200269
16	Puriscal, 100w.cruce pozos- cañales bajo	5	4	4,5	72,58064516	0,000840054
17	Puriscal, 200e.esc.cañales abajo	18	18	18	290,3225806	0,003360215
18	Puriscal, 200e.esc.cañales abajo	21	18	19,5	314,516129	0,003640233
19	Puriscal, 15n.esc.cañales abajo	16	26	21	338,7096774	0,003920251
20	Puriscal, 80 este entrada cañales abajo	8	10	9	145,1612903	0,001680108
21	Puriscal, 80 este entrada cañales abajo	14	16	15	241,9354839	0,002800179
22	Puriscal, entrada cañales abajo.	32	29	30,5	491,9354839	0,005693698
23	Puriscal, 100ne.esc.cañales abajo	42	50	46	741,9354839	0,008587216
24	Puriscal, 25w.esc.cañales abajo	20	23	21,5	346,7741935	0,00401359
25	Puriscal, 200w.esc.cañales abajo	15	17	16	258,0645161	0,002986858
26	Puriscal, 210w.esc.cañales abajo	27	25	26	419,3548387	0,004853644
27	Puriscal, 210w.esc.cañales abajo	24	28	26	419,3548387	0,004853644
28	Puriscal, 35w.esc.cañales abajo	19	19	19	306,4516129	0,003546894
29	Puriscal, escuela cañales abajo	6	6	6	96,77419355	0,001120072
30	Puriscal, 80e.esc.cañalez abajo	12	6	9	145,1612903	0,001680108
31	Puriscal, 80e.esc.cañalez abajo	34	37	35,5	572,5806452	0,006627091
32	Puriscal, 80e.esc.cañalez abajo	20	16	18	290,3225806	0,003360215
33	Puriscal, 90e.esc. cañales abajo	21	15	18	290,3225806	0,003360215

Numero	Ubicación	Consumo (m3)		Promedio mensual m3	l/día	l/s
		Diciembre 2018 m3	Enero 2019 m3			
34	Puriscal, 300e esc. cañales abajo	12	12	12	193,5483871	0,002240143
35	Puriscal, 50s.cruce pozos-cañales abajo	20	33	26,5	427,4193548	0,004946983
36	Puriscal, 100s.cruce pozos-cañales abajo	14	15	14,5	233,8709677	0,00270684
37	Puriscal, 130s.cruce pozos-cañales abajo	5	6	5,5	88,70967742	0,001026732
38	Puriscal, 130s.cruce pozos-cañales abajo	28	25	26,5	427,4193548	0,004946983
39	Puriscal, 200s.cruce pozos. Cañales abajo.	20	20	20	322,5806452	0,003733572
40	Puriscal, 565n. escuela pozos	15	19	17	274,1935484	0,003173536
41	Puriscal, 560n de la escuela	30	36	33	532,2580645	0,006160394
42	Puriscal, 400s.cruce pozos-cañales abajo.c.i	26	25	25,5	411,2903226	0,004760305
43	Puriscal, 565n escuela pozos	35	40	37,5	604,8387097	0,007000448
44	Puriscal, 410s.cruce pozos-cañales abajo	11	16	13,5	217,7419355	0,002520161
45	Puriscal, 850n.esc.pozos	3	3	3	48,38709677	0,000560036
46	Puriscal, 840n.escuela pozos	27	25	26	419,3548387	0,004853644
47	Puriscal, 500n esc pozos ci	14	20	17	274,1935484	0,003173536
48	Puriscal, 530n.esc.pozos	24	26	25	403,2258065	0,004666965
49	Puriscal, 530n.esc.pozos	7	8	7,5	120,9677419	0,00140009
50	Puriscal, 410n escuela de pozos	18	20	19	306,4516129	0,003546894
51	Puriscal, 390n escuela pozos	10	10	10	161,2903226	0,001866786
52	Puriscal, 400n escuela de pozos	5	5	5	80,64516129	0,000933393
53	Puriscal, 330n.esc.pozos	5	5	5	80,64516129	0,000933393
54	Puriscal, 300n.esc.pozos	25	16	20,5	330,6451613	0,003826912
55	Puriscal, 270n.esc.pozos	45	50	47,5	766,1290323	0,008867234
56	Puriscal, 245n.esc.pozos	15	15	15	241,9354839	0,002800179
57	Puriscal, 240n.esc.pozos	50	24	37	596,7741935	0,006907109
58	Puriscal, 230n.esc.pozos	30	26	28	451,6129032	0,005227001
59	Puriscal, 230n.esc.pozos	21	17	19	306,4516129	0,003546894
60	Puriscal, 210n.esc.pozos	23	51	37	596,7741935	0,006907109
61	Puriscal, 185n esc pozos	50	50	50	806,4516129	0,009333931
62	Puriscal, 100n y 200se esc. de pozos	8	3	5,5	88,70967742	0,001026732
63	Puriscal, 100n escuela pozos	48	60	54	870,9677419	0,010080645
64	Puriscal, 95n.esc.pozos	4	4	4	64,51612903	0,000746714
65	Puriscal, 95n.esc.pozos	21	28	24,5	395,1612903	0,004573626
66	Puriscal, 90n.esc.pozos	6	6	6	96,77419355	0,001120072
67	Puriscal, 90n.50w.esc.pozos	7	17	12	193,5483871	0,002240143
68	Puriscal, cost.w. plaza dep pozos	11	10	10,5	169,3548387	0,001960125
69	Puriscal, cost.w-plaza dep-pozos	30	12	21	338,7096774	0,003920251
70	Puriscal, 45sw.esc. pozos planta alta	11	7	9	145,1612903	0,001680108
71	Puriscal, 45 sw.esc.pozos	16	15	15,5	250	0,002893519
72	Puriscal, 50swesc.pozos	33	41	37	596,7741935	0,006907109
73	Puriscal, 100sw.esc.pozos	25	26	25,5	411,2903226	0,004760305
74	Puriscal, 100sw.esc.pozos	30	26	28	451,6129032	0,005227001
75	Puriscal, 110sw.esc.pozos	19	20	19,5	314,516129	0,003640233
76	Puriscal, cost.nw.cementerio pozos	3	4	3,5	56,4516129	0,000653375
77	Puriscal, cementaerio de pozos.	2	2	2	32,25806452	0,000373357
78	Puriscal, cost.sw cementerio pozos	20	24	22	354,8387097	0,00410693
79	Puriscal, cost.sw.cementerio pozos	23	20	21,5	346,7741935	0,00401359
80	Puriscal, 60sw.cementerio pozos	20	11	15,5	250	0,002893519

Numero	Ubicación	Consumo (m3)		Promedio mensual m3	l/día	l/s
		Diciembre 2018 m3	Enero 2019 m3			
81	Puriscal, 75 sw.del cementerio	40	31	35,5	572,5806452	0,006627091
82	Puriscal, 75sw cementerio	20	14	17	274,1935484	0,003173536
83	Puriscal, 150sw.cementerio pozos	25	13	19	306,4516129	0,003546894
84	Puriscal, 165sw cementerio pozos	19	10	14,5	233,8709677	0,00270684
85	Puriscal, 180 oeste cementerio de pozos	16	11	13,5	217,7419355	0,002520161
86	Puriscal, 200w,cementerio de pozos	6	10	8	129,0322581	0,001493429
87	Puriscal, 220w cementerio pozos	20	14	17	274,1935484	0,003173536
88	Puriscal, 250w cementerio de pozos.	70	54	62	1000	0,011574074
89	Puriscal, 265w cementerio de pozos	25	20	22,5	362,9032258	0,004200269
90	Puriscal, 275 o cementerio pozos	28	14	21	338,7096774	0,003920251
91	Puriscal, 300w cementerio de pozos	70	75	72,5	1169,354839	0,0135342
92	Puriscal, 300w cementerio de pozos	20	19	19,5	314,516129	0,003640233
93	Puriscal, 155 sw.cementrerio pozos	12	12	12	193,5483871	0,002240143
94	Puriscal, 150sw.cementerio	13	10	11,5	185,483871	0,002146804
95	Puriscal, 125sw.cementerio	30	11	20,5	330,6451613	0,003826912
96	Puriscal, 100sw,cementerio de pozos	35	23	29	467,7419355	0,00541368
97	Puriscal, 20se.cementerio	15	21	18	290,3225806	0,003360215
98	Puriscal, cost.se.cementerio pozos	12	11	11,5	185,483871	0,002146804
99	Puriscal, frente cementerio	20	13	16,5	266,1290323	0,003080197
100	Puriscal, cost.se.cementerio pozos	60	49	54,5	879,0322581	0,010173984
101	Puriscal, 15ne del cementerio de pozos	75	40	57,5	927,4193548	0,01073402
102	Puriscal, 20ne.cementerio pozos	22	12	17	274,1935484	0,003173536
103	Puriscal, 50ne.cementerio pozos	16	17	16,5	266,1290323	0,003080197
104	Puriscal, 100ne.cementerio pozos	10	12	11	177,4193548	0,002053465
105	Puriscal, 110se.esc.pozos	30	49	39,5	637,0967742	0,007373805
106	Puriscal, 110se.esc.pozos	23	21	22	354,8387097	0,00410693
107	Puriscal, 110se escuela pozos	27	23	25	403,2258065	0,004666965
108	Puriscal, 125s.esc.pozos	16	27	21,5	346,7741935	0,00401359
109	Puriscal, 150s.esc.pozos	36	42	39	629,0322581	0,007280466
110	Puriscal, 250se.esc.pozos	58	50	54	870,9677419	0,010080645
111	Puriscal, 300se.esc.pozos	50	52	51	822,5806452	0,009520609
112	Puriscal, 315se.esc.pozos	50	57	53,5	862,9032258	0,009987306
113	Puriscal, 320se.esc.pozos	3	6	4,5	72,58064516	0,000840054
114	Puriscal, 390se.esc.pozos	20	16	18	290,3225806	0,003360215
115	Puriscal, 400se.esc.pozos	61	50	55,5	895,1612903	0,010360663
116	Puriscal, 500 sur este escuela de pozos	40	38	39	629,0322581	0,007280466
117	Puriscal, 490se.esc.pozos	35	52	43,5	701,6129032	0,00812052
118	Puriscal, 460 se escuela de pozos	49	35	42	677,4193548	0,007840502
119	Puriscal, 450se.esc.pozos	16	45	30,5	491,9354839	0,005693698
120	Puriscal, 440se.esc.pozos	23	23	23	370,9677419	0,004293608
121	Puriscal, 500se.esc.pozos	40	32	36	580,6451613	0,00672043
122	Puriscal, 85w.ent.bajo cerdas	21	24	22,5	362,9032258	0,004200269
123	Puriscal, 70w,entrada bajo cerdas	35	40	37,5	604,8387097	0,007000448
124	Puriscal, 65w.ent.bajo cerdas	11	20	15,5	250	0,002893519
125	Puriscal, 30w.ent.bajo cerdas	37	49	43	693,5483871	0,00802718
126	Puriscal, 20 w entr bajo cerdas	39	44	41,5	669,3548387	0,007747162
127	Puriscal, 140este entrada bajo cerdas	16	19	17,5	282,2580645	0,003266876
128	Puriscal, 150e entrada bajo cerdas	21	27	24	387,0967742	0,004480287

Numero	Ubicación	Consumo (m3)		Promedio mensual m3	l/día	l/s
		Diciembre 2018 m3	Enero 2019 m3			
129	Puriscal, 370e entrada bajo cerdas	80	94	87	1403,225806	0,016241039
130	Puriscal, 370e entrada bajo cerdas	15	21	18	290,3225806	0,003360215
131	Puriscal, 600e entrada bajo cerdas	15	10	12,5	201,6129032	0,002333483
132	Puriscal, 600e entrada bajo cerdas	13	11	12	193,5483871	0,002240143
133	Puriscal, 550e entrada bajo cerdas	24	21	22,5	362,9032258	0,004200269
134	Puriscal, 550e entrada bajo cerdas	28	28	28	451,6129032	0,005227001
135	Puriscal, 450e entrada bajo cerdas	27	35	31	500	0,005787037
136	Puriscal, 400e ent bajo cerdas	40	24	32	516,1290323	0,005973716
137	Puriscal, 350e entrada bajo cerdas	12	17	14,5	233,8709677	0,00270684
138	Puriscal, 345 este entrada bajo cerdas	10	11	10,5	169,3548387	0,001960125
139	Puriscal, 320e entrada bajo cerdas	19	33	26	419,3548387	0,004853644
140	Puriscal, 310 este entrada bajo cerdas	4	5	4,5	72,58064516	0,000840054
141	Puriscal, 40 este de la entrada de bajo cerdas	22	10	16	258,0645161	0,002986858
142	Puriscal, 30e.ent.bajo cerdas	52	80	66	1064,516129	0,012320789
143	Puriscal, 20 este entrada bajo cerdas	17	21	19	306,4516129	0,003546894
144	Puriscal, 100n entrada bajo cerdas	21,5	21,5	21,5	346,7741935	0,00401359
145	Puriscal, 50ne,ent. bajo cerdas	17	18	17,5	282,2580645	0,003266876
146	Puriscal, 60ne entrada bajo cerdas	27	20	23,5	379,0322581	0,004386947
147	Puriscal, 90ne.ent.bajo cerdas	59	61	60	967,7419355	0,011200717
148	Puriscal, 80ne entrada bajo cerdas	45	40	42,5	685,483871	0,007933841
149	Puriscal, 110ne.entrada bajo cerdas	25	33	29	467,7419355	0,00541368
150	Puriscal, 150ne.ent. bajo cerdas	37	18	27,5	443,5483871	0,005133662
151	Puriscal, 155 ne ent bajo cerdas	30	33	31,5	508,0645161	0,005880376
152	Puriscal, 170ne de la entrada de bajo cerdas	26	20	23	370,9677419	0,004293608
153	Puriscal, 160 ne entrada bajo cerdas	37	44	40,5	653,2258065	0,007560484
154	Puriscal, 180ne ent- bajo cerdas	39	43	41	661,2903226	0,007653823
155	Puriscal, 180 ne entrada bajo cerdas	7	9	8	129,0322581	0,001493429
156	Puriscal, 160mts de la entrada de bajo cerdas	14	10	12	193,5483871	0,002240143
157	Puriscal, 190 ne. ent.bajo cerdas	44	30	37	596,7741935	0,006907109
158	Puriscal, 200ne.ent.bajo cerdas	11	21	16	258,0645161	0,002986858
159	Puriscal, 210ne.ent.bajo cerdas	19	30	24,5	395,1612903	0,004573626
160	Puriscal, 215ne.ent.bajo cerdas	20	20	20	322,5806452	0,003733572
161	Puriscal, 230ne,ent. bajo cerdas	23	35	29	467,7419355	0,00541368
162	Puriscal, 240ne entrada bajo cerdas	18	24	21	338,7096774	0,003920251
163	Puriscal, 250ne entrada bajo cerdas	34	36	35	564,516129	0,006533751
164	Puriscal, 320ne.entrada bajo cerdas	37	40	38,5	620,9677419	0,007187127
165	Puriscal, entrada bajo cerdas	21	28	24,5	395,1612903	0,004573626
166	Puriscal, 30w.ent.bajo cerdas	22	20	21	338,7096774	0,003920251
167	Puriscal, 75w.ent.bajo cerdas	20	15	17,5	282,2580645	0,003266876
168	Puriscal, 80w.ent.bajo cerdas	16	18	17	274,1935484	0,003173536
169	Puriscal, 400se.esc.pozos	11	14	12,5	201,6129032	0,002333483
170	Puriscal, 390sureste esc, pozos	11	10	10,5	169,3548387	0,001960125
171	Puriscal, 380se.esc.pozos	37	34	35,5	572,5806452	0,006627091
172	Puriscal, 370se.esc.pozos	45	56	50,5	814,516129	0,00942727
173	Puriscal, 360 s.e. escuela pozos	13	13	13	209,6774194	0,002426822
174	Puriscal, 350se escuela de pozos	16	22	19	306,4516129	0,003546894

Numero	Ubicación	Consumo (m3)		Promedio mensual m3	l/día	l/s
		Diciembre 2018 m3	Enero 2019 m3			
175	Puriscal, 285 se esc.pozos	25	27	26	419,3548387	0,004853644
176	Puriscal, 275se.esc.pozos	27	40	33,5	540,3225806	0,006253734
177	Puriscal, 270se.esc.pozos	33	18	25,5	411,2903226	0,004760305
178	Puriscal, 50s esc. pozos	55	46	50,5	814,516129	0,00942727
179	Puriscal, 40 s.s escuela de pozos	85	83	84	1354,83871	0,015681004
180	Puriscal, 20s esc, pio salazar	80	56	68	1096,774194	0,012694146
181	Puriscal, costado s esc pozos	37	44	40,5	653,2258065	0,007560484
182	Puriscal, escuela pio zalazar -pozos-puriscal	39	45	42	677,4193548	0,007840502
183	Puriscal, templo catolico pozos	33	36	34,5	556,4516129	0,006440412
184	Puriscal, salon comunal	19	27	23	370,9677419	0,004293608
185	Puriscal, 130n.esc.pozos	22	25	23,5	379,0322581	0,004386947
186	Puriscal, 150n.esc.pozos	32	37	34,5	556,4516129	0,006440412
187	Puriscal, 205n.esc.pozos	31	36	33,5	540,3225806	0,006253734
188	Puriscal, 255n.esc.pozos	39	45	42	677,4193548	0,007840502
189	Puriscal, 275n.esc.pozos	31	40	35,5	572,5806452	0,006627091
190	Puriscal, 500n escuela pozos	18	20	19	306,4516129	0,003546894
191	Puriscal, 550n.50e.50s.esc.pozos	49	61	55	887,0967742	0,010267324
192	Puriscal, 550n, 50e y 49s de esc. pozos	20	25	22,5	362,9032258	0,004200269
193	Puriscal, 550n, 50e de esc. pozos	68	66	67	1080,645161	0,012507467
194	Puriscal, 560ne. escuela de pozos	47	35	41	661,2903226	0,007653823
195	Puriscal, 150se.cruce pozos-cañales abajo	48	46	47	758,0645161	0,008773895
196	Puriscal, 145 se. cruce pozos-cañales abajo	31	29	30	483,8709677	0,005600358
197	Puriscal, 140se.cruce pozos-cañales abajo	21	21	21	338,7096774	0,003920251
198	Puriscal, 140se.cruce pozos-cañales abajo	50	46	48	774,1935484	0,008960573
199	Puriscal, 140se.cruce pozos-cañales abajo	13	15	14	225,8064516	0,002613501
200	Puriscal, 135se.cruce posos-cañales abajo	14	20	17	274,1935484	0,003173536
201	Puriscal, 130se.cruce pozos-cañales abajo	35	34	34,5	556,4516129	0,006440412
202	Puriscal, 100se.cruce pozos-cañales abajo	42	50	46	741,9354839	0,008587216
203	Puriscal, 50se.cruce pozos-cañales abajo	60	52	56	903,2258065	0,010454002
204	Puriscal, cost e.cruce pozos -cañales abajo	11	16	13,5	217,7419355	0,002520161
205	Puriscal, 25n.150e.cruce pozos-cañales abajo	21	11	16	258,0645161	0,002986858
206	Puriscal, 25n.160e.cruce pozos-cañales abajo	19	21	20	322,5806452	0,003733572
207	Puriscal, 25n.170e.cruce pozos-cañales abajo	24	32	28	451,6129032	0,005227001
208	Puriscal, 25n.180e.cruce pozos-cañales abajo	15	19	17	274,1935484	0,003173536
209	Puriscal, 25 norte 200 este cruce pozos-cañal	8	5	6,5	104,8387097	0,001213411
210	Puriscal, 25n.230e.cruce pozos-cañales abajo	14	13	13,5	217,7419355	0,002520161
211	Puriscal, 25n.240e.cruce pozos-cañales abajo	11	9	10	161,2903226	0,001866786
212	Puriscal, 25n.250e.cruce pozos-cañales abajo	26	24	25	403,2258065	0,004666965
213	Puriscal, 25n.260e.cruce pozos-cañales abajo	12	19	15,5	250	0,002893519

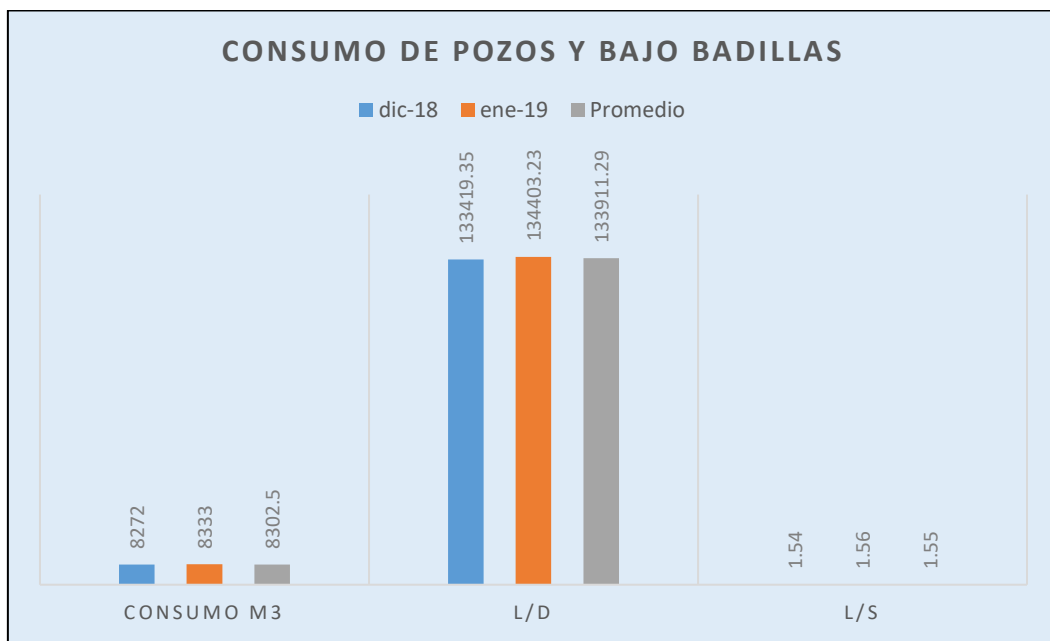
Numero	Ubicación	Consumo (m3)		Promedio mensual m3	l/día	l/s
		Diciembre 2018 m3	Enero 2019 m3			
214	Puriscal, 25n, 300e cruce pozos-cañales abajo	20	29	24,5	395,1612903	0,004573626
215	Puriscal, 25n.270e.cruce pozos-cañales abajo	30	26	28	451,6129032	0,005227001
216	Puriscal, 25n.270e.cruce pozos-cañales abajo	39	35	37	596,7741935	0,006907109
217	Puriscal, 25n.270e.cruce pozos-cañales abajo	19	24	21,5	346,7741935	0,00401359
218	Puriscal, 25n.270e.cruce pozos-cañales abajo	20	35	27,5	443,5483871	0,005133662
219	Puriscal, 25n y 280e del cruce pozos cañales a	9	13	11	177,4193548	0,002053465
220	Puriscal, 25n.240e.cruce pozos-cañales abajo	14	17	15,5	250	0,002893519
221	Puriscal, 25n.230e.cruce pozos-cañales abajo	23	27	25	403,2258065	0,004666965
222	Puriscal, 25n.220e.cruce pozos-cañales abajo	50	36	43	693,5483871	0,00802718
223	Puriscal, 25n.160.e.cruce pozos-cañales abajo	13	10	11,5	185,483871	0,002146804
224	Puriscal, 25n150e cruce pozos-cañales abajo	11	11	11	177,4193548	0,002053465
225	Puriscal, 25n.100e. cruce posos-cañales abajo	16	17	16,5	266,1290323	0,003080197
226	Puriscal, 25n, 50e cruce pozos-cañales abajo	14	20	17	274,1935484	0,003173536
227	Puriscal, 25n, 50e cruce pozos-cañales abajo	17	13	15	241,9354839	0,002800179
228	Puriscal, 25n, 50e cruce pozos-cañales abajo	19	18	18,5	298,3870968	0,003453554
229	Puriscal, 25n.40e.cruce pozos-cañales abajo	23	26	24,5	395,1612903	0,004573626
230	Puriscal, 70n.cruce pozos-cañales abajo	20	10	15	241,9354839	0,002800179
231	Puriscal, 75n.cruce pozos-cañales abajo	5	6	5,5	88,70967742	0,001026732
232	Puriscal, 80n.cruce pozos-cañales abajo	33	30	31,5	508,0645161	0,005880376
233	Puriscal, 20 n.cruce cañales abajo	33	36	34,5	556,4516129	0,006440412
234	Puriscal, 100n.cruce pozos -cañales abajo	20	24	22	354,8387097	0,00410693
235	Puriscal, 110n.cruce pozos-cañales abajo	35	29	32	516,1290323	0,005973716
236	Puriscal, 400ne.cruce pozos-cañales abajo	12	12	12	193,5483871	0,002240143
237	Puriscal, 430ne.cruce pozos-cañales abajo	21	34	27,5	443,5483871	0,005133662
238	Puriscal, 350se.ent.cañalez abajo	34	25	29,5	475,8064516	0,005507019
239	Puriscal, 425se.ent.cañalez abajo	35	30	32,5	524,1935484	0,006067055
240	Puriscal, 400se.ent.cañalez abajo	37	35	36	580,6451613	0,00672043
241	Puriscal, 380se.ent.cañalez abajo	16	21	18,5	298,3870968	0,003453554
242	Puriscal, 370se entrada cañales abajo	46	49	47,5	766,1290323	0,008867234
243	Puriscal, 360se.ent.cañalez abajo	41	47	44	709,6774194	0,008213859
244	Puriscal, 300se.ent.cañalez abajo	55	59	57	919,3548387	0,010640681
245	Puriscal, 210se.ent.cañalez abajo	36	32	34	548,3870968	0,006347073
246	Puriscal, 205se ent cañales abajo0	37	35	36	580,6451613	0,00672043
247	Puriscal, 150se.ent.cañalez abajo	33	42	37,5	604,8387097	0,007000448
248	Puriscal, 100se ent. cañales abajo	61	61	61	983,8709677	0,011387395
249	Puriscal, 90se de la entrada a cañales abajo	44	29	36,5	588,7096774	0,006813769

Numero	Ubicación	Consumo (m3)		Promedio mensual m3	l/día	l/s
		Diciembre 2018 m3	Enero 2019 m3			
250	Puriscal, 15se.ent.cañalez abajo	31	37	34	548,3870968	0,006347073
251	Puriscal, fte.ent.cañalez abajo	12	12	12	193,5483871	0,002240143
252	Puriscal, 20n.ent.cañalez abajo	45	39	42	677,4193548	0,007840502
253	Puriscal, 20n.ent.cañalez abajo	32	29	30,5	491,9354839	0,005693698
254	Puriscal, 125nw.ent.cañales abajo	16	17	16,5	266,1290323	0,003080197
255	Puriscal, 410se esc. cañales arriba	47	44	45,5	733,8709677	0,008493877
256	Puriscal, 400se.esc. cañales arriba.	19	22	20,5	330,6451613	0,003826912
257	Puriscal, 390se.esc cañalez arriba	15	20	17,5	282,2580645	0,003266876
258	Puriscal, 330se.esc.cañales arriba	13	20	16,5	266,1290323	0,003080197
259	Puriscal, 310se.esc cañales arriba	17	15	16	258,0645161	0,002986858
260	Puriscal, 290se. esc. cañales arrib	36	43	39,5	637,0967742	0,007373805
261	Puriscal, 190se. esc cañalez arriba	29	25	27	435,483871	0,005040323
262	Puriscal, 190se. esc cañalez arriba	22	18	20	322,5806452	0,003733572
263	Puriscal, 130se. esc cañalez arriba	36	28	32	516,1290323	0,005973716
264	Puriscal, 120se. esc cañales arriba	21	13	17	274,1935484	0,003173536
265	Puriscal, 30se. esc cañales arriba	29	28	28,5	459,6774194	0,005320341
266	Puriscal, frente escuela cañales arriba	33	16	24,5	395,1612903	0,004573626
267	Puriscal, 40 nw.esc-cañales	34	23	28,5	459,6774194	0,005320341
268	Puriscal, 50nw.esc.cañales arriba	14	10	12	193,5483871	0,002240143
269	Puriscal, frente iglesia cañales	56	59	57,5	927,4193548	0,01073402
270	Puriscal, 15nw.igl.cañalez arriba	28	28	28	451,6129032	0,005227001
271	Puriscal, 25nw iglesia cañales arriba	21	19	20	322,5806452	0,003733572
272	Puriscal, fte. plaza de cañalez arriba	53	51	52	838,7096774	0,009707288
273	Puriscal, fte.plaza dep. cañalez	26	22	24	387,0967742	0,004480287
274	Puriscal, frente a la plaza de deportes de cañ	27	23	25	403,2258065	0,004666965
275	Puriscal, frente plaza deportes cañales arrib	16	30	23	370,9677419	0,004293608
276	Puriscal, frente a plaza deportes cañales arr	35	20	27,5	443,5483871	0,005133662
277	Puriscal, 80w,plaza dep.cañales	55	37	46	741,9354839	0,008587216
278	Puriscal, 80w,plaza dep.cañales	26	22	24	387,0967742	0,004480287
279	Puriscal, 100w de la plaza de cañales	26	35	30,5	491,9354839	0,005693698
280	Puriscal, 180w,plaza dep.cañañes	51	70	60,5	975,8064516	0,011294056
281	Puriscal, 2 km s del cruce bajo cerdas	15	17	16	258,0645161	0,002986858
282	Puriscal, 2,4 kms cruce bajo cerdas	18	20	19	306,4516129	0,003546894
283	Puriscal, 2.4km cruce bajo cerdas	22	28	25	403,2258065	0,004666965
284	Puriscal, 2.5km del cruce bajo cerdas	22	29	25,5	411,2903226	0,004760305
285	Puriscal, 3km del cruce a bajo cerdas	33	25	29	467,7419355	0,00541368
286	Puriscal, 380w.esc.bajo badillas	42	38	40	645,1612903	0,007467145
287	Puriscal, 380w.esc.bajo badillas	22	26	24	387,0967742	0,004480287
288	Puriscal, 380w.esc.bajo badillas	38	34	36	580,6451613	0,00672043
289	Puriscal, 310 mts.oeste, esc.de bajo badillas	48	52	50	806,4516129	0,009333931
290	Puriscal, 300w.esc.bajo badillas	17	14	15,5	250	0,002893519
291	Puriscal, 300w.esc.bajo badillas	18	18	18	290,3225806	0,003360215
292	Puriscal, 200w.esc.bajo badillas	43	46	44,5	717,7419355	0,008307198
293	Puriscal, 160nw escuela bajo badillas	25	26	25,5	411,2903226	0,004760305
294	Puriscal, 170nw.esc.bajo badillas	22	15	18,5	298,3870968	0,003453554
295	Puriscal, 155nw.esc.bajo badillas	7	6	6,5	104,8387097	0,001213411

Numero	Ubicación	Consumo (m3)		Promedio mensual m3	l/día	l/s
		Diciembre 2018 m3	Enero 2019 m3			
296	Puriscal, 100nw.esc.bajo badillas	23	25	24	387,0967742	0,004480287
297	Puriscal, costado w escuela	39	45	42	677,4193548	0,007840502
298	Puriscal, escuela bajo badillas-puriscal	24	25	24,5	395,1612903	0,004573626
299	Puriscal, 05 s de la esc. bajo badillas	18	18	18	290,3225806	0,003360215
300	Puriscal, 15s.esc.bajo badillas	47	46	46,5	750	0,008680556
301	Puriscal, 35s.esc.bajo badillas	21	25	23	370,9677419	0,004293608
302	Puriscal, pulperia los badillas	17	16	16,5	266,1290323	0,003080197
303	Puriscal, 50npulp.los badilla	15	19	17	274,1935484	0,003173536
304	Puriscal, 150n plaza dep, bajo badillas	13	17	15	241,9354839	0,002800179
305	Puriscal, 400nw esc. bajo badillas	23	26	24,5	395,1612903	0,004573626
306	Puriscal, 450nw.esc.bajo badillas	17	28	22,5	362,9032258	0,004200269
307	Puriscal, 650nw.esc.bajo badillas	37	46	41,5	669,3548387	0,007747162
308	Puriscal, 750nw.esc.bajo badillas	9	9	9	145,1612903	0,001680108
309	Puriscal, 765nw esc. bajo badillas	21	19	20	322,5806452	0,003733572
310	Puriscal, 2.5 km s del cruce bajo cerdas	18	18	18	290,3225806	0,003360215
311	Puriscal, 2km sur del cruce de bajo cerdas	15	15	15	241,9354839	0,002800179
312	Puriscal, 2 km.sur esc.pozos,calle a b.badilla	45	37	41	661,2903226	0,007653823
313	Puriscal, 2km sur escuela pozos- camino bajo	27	25	26	419,3548387	0,004853644
					133911,29	1,54989919

Fuente: AYA

Gráfico 2 Datos de consumo, habitantes de Pozos y Bajo Badillas de Puriscal.



Fuente: Propia

El consumo de la población de las comunidades de Pozos y Bajo Badillas es de 1.549 l/s y según los datos de aforos de la fuente de Cañalitos durante el año 2018 el promedio de producción es de 15.77 l/s.

Según los datos anteriores el Acueducto de Pozos está en la capacidad de abastecer a la población de una forma eficiente y tiene la capacidad hídrica para seguir creciendo.

4.4. Levantamiento Topográfico

Para realizar la modelación es de vital importancia contar con información verídica y confiable, por lo que se realiza un levantamiento topográfico de la tubería de distribución y conducción existente, los tanques de almacenamiento, los diferentes tipos de válvulas, entre otros componentes del acueducto.

A continuación se detalla la información relevante que se obtuvo con el levantamiento.

**Tabla 7 Levantamiento topográfico
de Tanques y Tubería.**

Tramo	Longitud (m)	Altura (m)	Diámetro (mm)	Material	Coordenadas CRTM-05	
					Norte	Oeste
E1-1	186.7	1004	75	PVC	1086904.11	465800.34
1-2	111.4	1006	75	PVC	1086793.83	465785.01
2-3	107.3	1006	75	PVC	1086691.87	465751.70
3-4	100.3	1019	75	PVC	1086606.82	465700.13
4-5	50.13	1022	75	PVC	1086560.72	465719.58
5-6	131.4	1017	75	PVC	1086558.47	465850.90
6-7	100.6	1018	75	PVC	1086465.93	465890.43
7-9	171.5	1020	75	PVC	1086412.64	466053.39
9-8	120.2	1018	75	PVC	1086298.01	466089.53
8-11	114.6	1017	75	PVC	1086238.63	466187.60
11-10	73.12	1020	75	PVC	1086229.65	466260.10
10-12	259.2	1016	75	PVC	1086240.79	466519.10
12-13	119.3	1006	75	PVC	1086170.96	466615.32
13-14	165.7	1003	75	PVC	1086063.01	466741.06
14-15	88.77	1005	75	PVC	1086039.59	466826.66
15-16	111.5	1004	75	PVC	1085958.42	466903.06
16-17	109.1	1006	75	PVC	1085932.52	467009.08
17-18	194.9	1008	75	PVC	1085804.27	467155.81

Tramo	Longitud (m)	Altura (m)	Diámetro (mm)	Material	Coordenadas CRTM-05	
					Norte	Oeste
18-D1	38.78	1012	75	PVC	1085797.17	467193.90
D1-19	180.89	1013	50	PVC	1085668.33	467320.84
19-20	106	1014	50	PVC	1085572.14	467365.25
20-21	88.05	1012	50	PVC	1085509.72	467427.34
21-22	65.19	1012	50	PVC	1085459.92	467469.35
22-23	147.3	1011	50	PVC	1085318.33	467428.70
23-24	34.76	1006	50	PVC	1085283.62	467427.14
23-25	40.96	1002	37.5	PVC	1085306.31	467467.39
25-26	79.59	987	37.5	PVC	1085247.59	467520.96
26-27	119.2	973	37.5	PVC	1085250.55	467639.19
27-28	56.32	995	37.5	PVC	1085249.27	467693.73
24-29	90.37	975	50	PVC	1085301.51	467340.02
29-30	106.1	968	50	PVC	1085261.66	467243.70
30-31	101.1	963	50	PVC	1085254.37	467143.14
31-32	79.42	959	25	PVC	1085279.32	467067.90
32-33	39.81	950	25	PVC	1085308.23	467040.81
33-34	78.67	930	25	PVC	1085289.56	466964.92
34-35	122.8	960	25	PVC	1085243.88	466852.75
33-36	34.86	1012	25	PVC	1085325.10	467071.30
24-37	118	1014	50	PVC	1085183.1	467488.91
37-38	134.8	1009	50	PVC	1085062.61	467549.44
38-39	163.8	1013	50	PVC	1084916.32	467623.05
39-40	54.81	1012	50	PVC	1084925.18	467676.99
40-41	189.6	1000	50	PVC	1084770.86	467787.15
41-42	63.19	1002	50	PVC	1084618.15	467781.01
42-43	99.33	995	50	PVC	1084618.15	467820.85
43-44	153.3	984	50	PVC	1084474.02	467872.52
44-45	109.4	995	50	PVC	1084365.27	467877.29
45-46	159.7	1002	50	PVC	1084206.75	467861.63
46-47	113.6	1004	50	PVC	1084093.39	467859.08
47-48	41.87	1002	25	HD	1084065.77	467827.67
48-49	63.31	1002	25	HD	1084014.81	467790.16
49-50	49.3	998	50	PVC	1083965.97	467783.41
50-51	103.7	989	50	PVC	1083878.15	467728.49
51-52	123.9	987	50	PVC	1083788.52	467643.39
52-53	97.29	1004	50	PVC	1083785.22	467546.18
47-54	24.58	1002	50	PVC	1084070.67	467849.92
54-55	74.68	1002	100	PVC	1083997.87	467833.41
55-56	110.7	1000	100	PVC	1083912.41	467903.72
56-57	149.1	990	100	PVC	1083861.6	468043.85
57-58	61.76	1000	100	PVC	1083839.12	468100.5
58-59	137.8	974	100	PVC	1083811.42	468154.1

Tramo	Longitud (m)	Altura (m)	Diámetro (mm)	Material	Coordenadas CRTM-05	
					Norte	Oeste
58-60	17	969	100	PVC	1083898.92	468223.65
60-61	61.16	938	50	HD	1083905.98	468238.29
61-62	134.3	900	50	PVC	1084013.13	468313.03
62-63	209	897	50	PVC	1084087.93	468504.45
63-64	74.04	963	50	PVC	1084095.24	468577.89
61-65	55.43	964	50	PVC	1083877.06	468285.19
65-66	59.05	940	50	PVC	1083822.35	468307.38
66-67	164.3	931	50	PVC	1083720.86	468434.36
67-68	164.3	924	50	PVC	1083619.98	468563.77
68-69	51.73	926	50	PVC	1083608.58	468613.74
69-70	61.66	912	50	PVC	1083561.84	468653.92
70-71	135.7	896	50	PVC	1083585.39	468786.80
71-72	67.26	907	50	PVC	1083622.22	468840.76
72-73	124.1	892	50	PVC	1083499.31	468853.76
73-74	94.73	902	50	PVC	1083436.28	468922.87
74-75	54.04	878	50	PVC	1083385.60	468906.99
75-76	66.23	868	50	PVC	1083375.62	468967.92
76-77	82.4	870	50	PVC	1083300.42	468999.85
77-78	127.9	868	50	PVC	1083179.11	468959.23
78-79	77.84	874	50	PVC	1083130.01	468898.86
79-80	107	860	50	PVC	1083038.41	468953.92
80-81	98.49	837	50	PVC	1082992.87	469040.12
81-82	242.6	830	50	PVC	1082903.90	469264.63
82-83	138.3	836	50	PVC	1082827.61	469379.75
83-84	51.82	814	50	PVC	1082776.61	469386.72
84-85	157.3	808	50	PVC	1082724.57	469533.54
85-86	155.7	761	50	PVC	1082627.89	469411.57
86-87	131.4	756	50	PVC	1082516.11	469360.90
87-88	106.7	746	50	PVC	1082549.68	469259.76
88-89	59.81	756	50	PVC	1082575.53	469206.76
89-90	76.48	720	50	PVC	1082644.99	469176.35
90-91	53.66	690	37.5	PVC	1082547.30	469169.26
91-92	65.16	640	37.5	PVC	1082508.94	469125.96
92-D2	54.95	620	37.5	PVC	1082462.87	469109.47
D2-93	79.79	600	37.5	PVC	1082388.85	469093.25
93-94	70.79	593	37.5	PVC	1082327.69	469122.76
94-95	88.83	605	37.5	PVC	1082250.55	469162.00
95-96	33.55	633	37.5	PVC	1082219.50	469172.64
96-97	93.41	648	50	PVC	1082220.5	469080.01
97-98	113.5	650	50	PVC	1082318.24	469029.51
98-99	99.93	580	50	PVC	1082282.38	468937.45
99-100	40.39	578	50	PVC	1082322.63	468934.74

Tramo	Longitud (m)	Altura (m)	Diámetro (mm)	Material	Coordenadas CRTM-05	
					Norte	Oeste
96-101	108.3	565	50	PVC	1082143.25	469248.45
101-102	57.65	550	50	PVC	1082110.65	469295.96
102-103	58.95	531	50	PVC	1082053.50	469302.32
103-104	108.1	528	50	PVC	1081973.26	469373.25
104-105	108.8	531	50	PVC	1081889.95	469440.53
105-106	25.1	528	50	PVC	1081878.60	469418.27
10792.04						

Fuente: Propia

Tabla 8 Levantamiento topográfico de fuente y válvulas.

ID	Descripción	Norte	Oeste	Elevación
1	Fuente Cañalitos	1086945.75	465620.003	1050
2	Válvula de Compuerta 1	1085317.1	467424.737	1012
3	Válvula de Compuerta 2	1083853.29	467703.476	1000
4	Válvula de Compuerta 3	1083910.88	468247.736	967
5	Válvula de Aire 1	1083937.95	467862.608	1007
6	Válvula de Aire 2	1083682.73	468480.337	935
7	Válvula de Aire 3	1083589.94	468863.284	898
8	Válvula Reductora de Presión	1082736.28	469493.333	818
9	Válvula Reductora de Presión	1084918.41	467693.439	1019
10	Hidrante	1084106.3	467863.358	1001

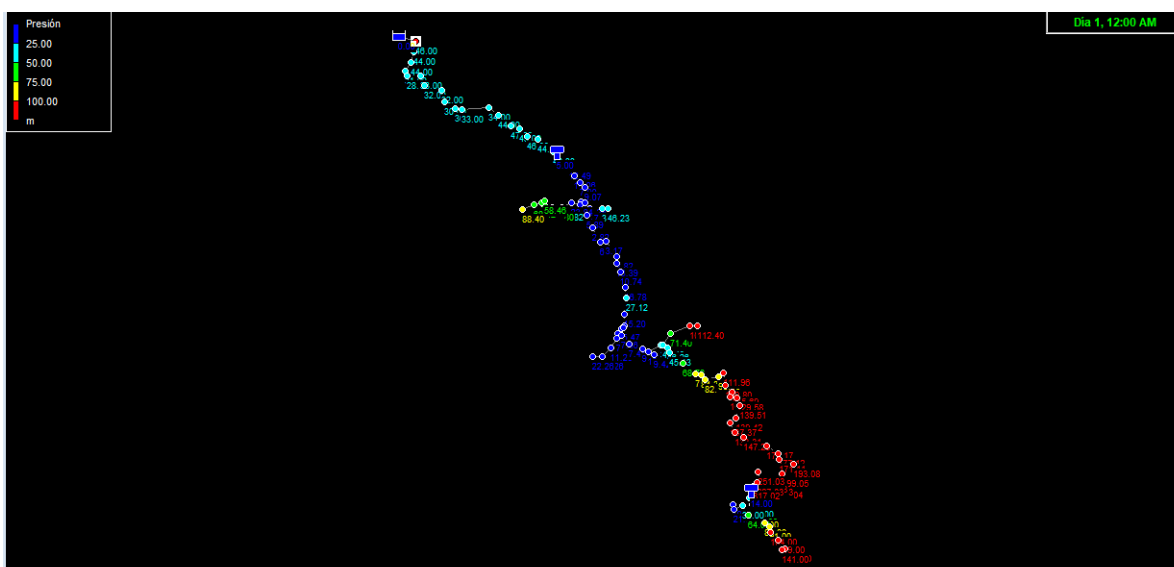
Fuente: Propia

El levantamiento topográfico se realizó por medio de la herramienta GPS cartográfico marca TRIMBLE, modelo NOMAD con una exactitud de más, menos (+ -) cuatro metros.

3.4. Diseño del Modelo hidráulico del acueducto de Pozos.

Con los datos de topografía levantados se procede a realizar el modelo hidráulico por medio del software Epanet, esto con el objetivo de determinar el comportamiento del acueducto en sus condiciones actuales.

Ilustración 23 Modelo Hidráulico del Sistema de Pozos.



Fuente: Propia.

3.4.1. Presiones

Según AYA (2017) la presión estática máxima será de 50 metros columna de agua (mca) en el punto más bajo de la red. Se permitirán en puntos aislados presiones de hasta de 70 mca cuando el área de servicio sea muy quebrada y la presión dinámica de servicio no será menor de 15 mca en la interconexión con la red de distribución, en el punto crítico de la red. (p. 19).

Tabla 9: Presiones existentes

Tabla de Red - Nudos		00:00 Horas	
	Cota	Demanda	Presión
ID Nudo	m	LPS	m
Conexión CO1	1004	0.00	46.00
Conexión CO2	1006	0.00	44.00
Conexión CO3	1006	0.00	44.00
Conexión CO4	1019	0.00	31.00
Conexión CO5	1022	0.00	28.00
Conexión CO6	1017	0.00	33.00
Conexión CO7	1018	0.00	32.00
Conexión CO8	1018	0.00	32.00
Conexión CO9	1020	0.00	30.00
Conexión CO10	1020	0.00	30.00
Conexión CO11	1017	0.00	33.00
Conexión CO12	1016	0.00	34.00

Tabla de Red - Nudos		00:00 Horas	
	Cota	Demanda	Presión
Conexión CO13	1006	0.00	44.00
Conexión CO14	1003	0.00	47.00
Conexión CO15	1005	0.00	45.00
Conexión CO16	1004	0.00	46.00
Conexión CO17	1006	0.00	44.00
Conexión CO18	1008	0.00	42.00
Conexión CO19	1012	0.02	12.49
Conexión CO20	1013	0.02	10.06
Conexión CO21	1014	0.02	7.90
Conexión CO22	1012	0.02	9.07
Conexión CO23	1012	0.02	7.24
Conexión CO24	1011	0.02	7.86
Conexión CO25	1006	0.02	13.24
Conexión CO26	1002	0.02	17.23
Conexión CO27	987	0.02	32.23
Conexión CO28	973	0.00	46.23
Conexión CO29	995	0.02	23.84
Conexión CO30	975	0.02	43.82
Conexión CO31	968	0.02	50.80
Conexión CO32	963	0.02	55.55
Conexión CO33	959	0.02	59.47
Conexión CO34	950	0.02	68.42
Conexión CO35	930	0.02	88.40
Conexión CO36	960	0.02	58.46
Conexión CO37	1012	0.02	5.89
Conexión CO38	1014	0.02	2.82
Conexión CO39	1009	0.02	6.57
Conexión CO40	1012	0.02	3.17
Conexión CO41	1011	0.02	2.82
Conexión CO42	1000	0.02	13.39
Conexión CO43	1002	0.02	10.74
Conexión CO44	995	0.02	16.78
Conexión CO45	984	0.02	27.12
Conexión CO46	995	0.02	15.20
Conexión CO47	1002	0.02	7.57
Conexión CO48	1004	0.02	5.42
Conexión CO49	1002	0.02	7.26
Conexión CO50	1002	0.02	7.26
Conexión CO51	998	0.02	11.26
Conexión CO52	989	0.02	20.26
Conexión CO53	987	0.00	22.26
Conexión CO54	1004	0.02	5.47
Conexión CO55	1002	0.02	7.46

Tabla de Red - Nudos		00:00 Horas	
	Cota	Demanda	Presión
Conexión CO56	1002	0.02	7.44
Conexión CO57	1000	0.02	9.42
Conexión CO58	990	0.02	19.42
Conexión CO59	1000	0.00	9.42
Conexión CO60	974	0.02	35.40
Conexión CO61	696	0.02	40.40
Conexión CO62	938	0.02	71.40
Conexión CO63	900	0.02	109.40
Conexión CO64	897	0.00	112.40
Conexión CO65	963	0.02	46.26
Conexión CO66	964	0.02	45.13
Conexión CO67	940	0.02	68.78
Conexión CO68	931	0.02	77.46
Conexión CO69	924	0.02	84.37
Conexión CO70	926	0.02	82.26
Conexión CO71	912	0.02	96.06
Conexión CO72	896	0.02	111.96
Conexión CO73	907	0.02	100.80
Conexión CO74	892	0.02	115.69
Conexión CO75	902	0.02	105.64
Conexión CO76	878	0.02	129.58
Conexión CO77	868	0.02	139.51
Conexión CO78	868	0.02	139.42
Conexión CO79	870	0.02	137.37
Conexión CO80	874	0.02	133.31
Conexión CO81	860	0.02	147.26
Conexión CO82	837	0.02	170.17
Conexión CO83	830	0.02	177.12
Conexión CO84	836	0.02	171.11
Conexión CO85	814	0.02	193.08
Conexión CO86	808	0.02	199.05
Conexión CO87	761	0.02	246.04
Conexión CO88	756	0.02	251.03
Conexión CO89	746	0.02	261.03
Conexión CO90	756	0.00	251.03
Conexión CO91	720	0.02	287.03
Conexión CO92	690	0.02	287.03
Conexión CO93	640	0.00	29.00
Conexión CO94	620	0.00	49.00
Conexión CO95	600	0.00	69.00
Conexión CO96	593	0.00	76.00
Conexión CO97	650	0.00	19.00
Conexión CO98	648	0.00	21.00

Tabla de Red - Nudos		00:00 Horas	
	Cota	Demanda	Presión
Conexión CO99	633	0.00	36.00
Conexión CO100	605	0.00	64.00
Conexión CO101	580	0.00	89.00
Conexión CO102	578	0.00	91.00
Conexión CO103	565	0.00	104.00
Conexión CO104	550	0.00	119.00
Conexión CO105	531	0.00	138.00
Conexión CO106	528	0.00	141.00
Embalse E1	1050	0.00	0.00
Depósito D1	1022	-1.36	5.00
Depósito D2	655	0.00	14.00

Fuente: Propia

Se resalta en color anaranjado las presiones que están por encima y por debajo de los parámetros establecidos en la Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial (2017).

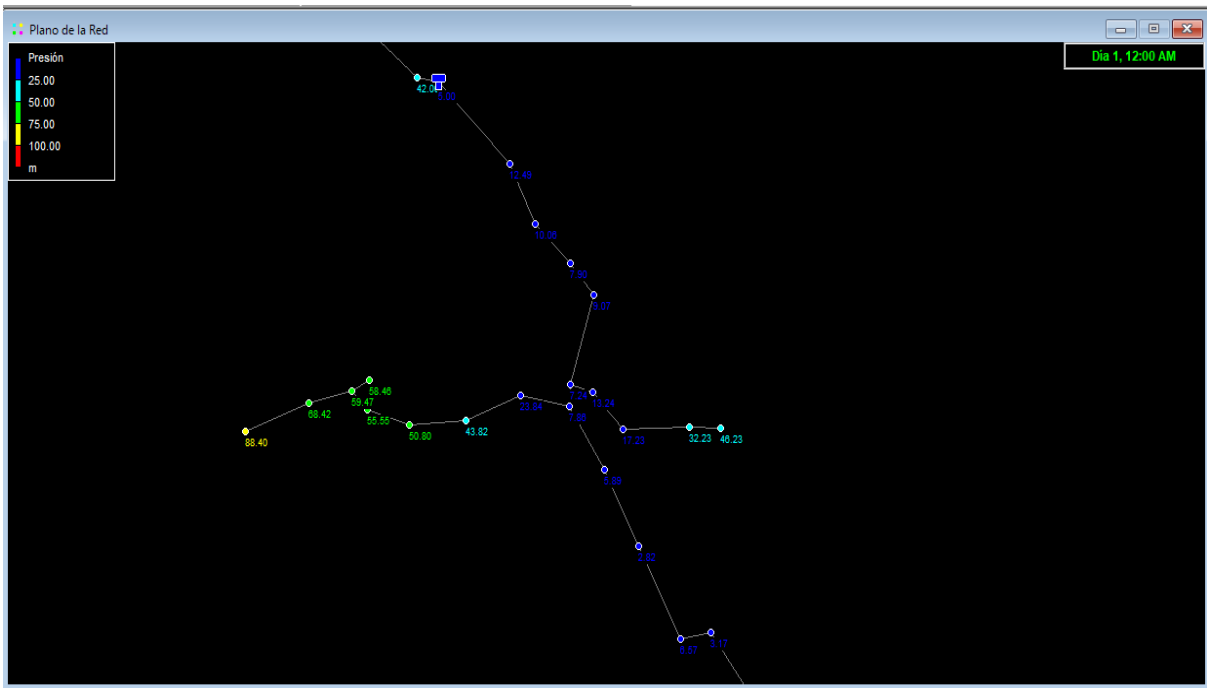
- **Presiones menores a las admisibles**

En las conexiones CO19, CO20, CO21, CO22, CO23, CO24, CO25, CO37, CO38, CO39, CO40, CO41, CO42, CO43, CO47, CO48, CO49, CO50, CO51, CO54, CO55, CO56, CO57, CO59, se presentan presiones por debajo de lo admisible, esto se debe a que se encuentran cercanas al tanque principal.

- **Presiones mayores a las admisibles**

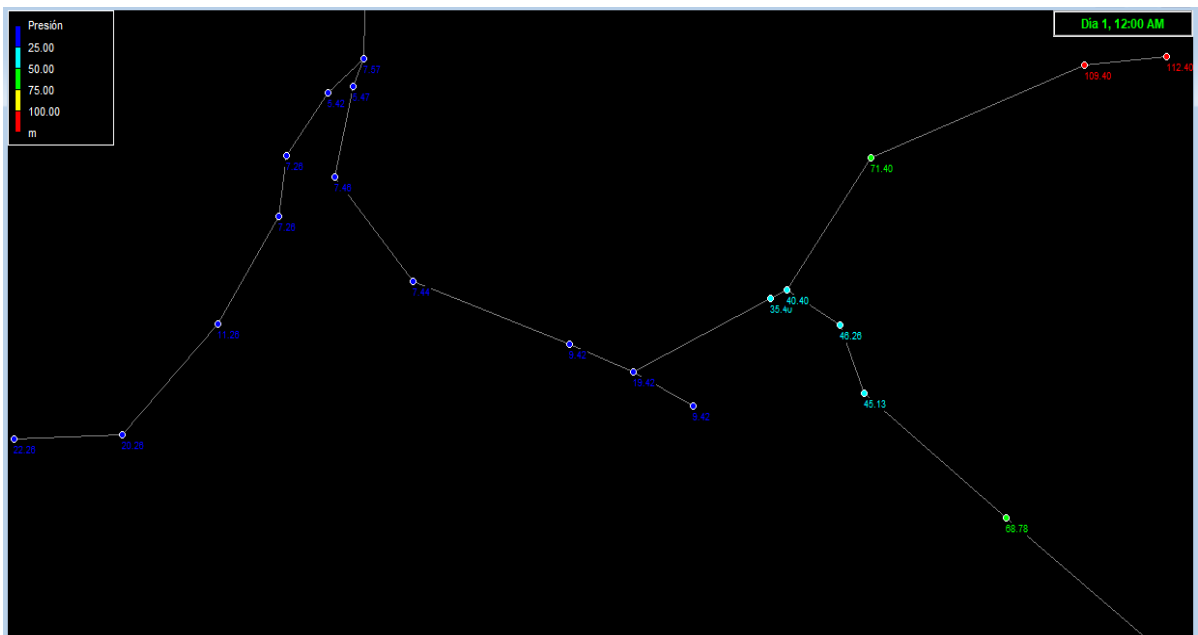
En los puntos donde se encontraron altas presiones fueron; CO31, CO32, CO33, CO34, CO35, CO36, CO62, CO63, CO64, CO67, CO68, CO69, CO70, CO71, CO72, CO73, CO74, CO75, CO76, CO77, CO78, CO79, CO80, CO81, VO82, CO83, CO84, CO85, CO86, CO87, CO88, CO89, CO90, CO91, CO92, CO94, CO95, CO96, CO100, CO101, CO102, CO103, CO104, CO105, CO106, la presión alta en estos puntos se debe a que las válvulas reguladoras de presión se encuentran en mal estado, además las pendientes encontradas presentan mucha diferencia de altura.

Ilustración 24 Presiones menores y mayores de las admisibles



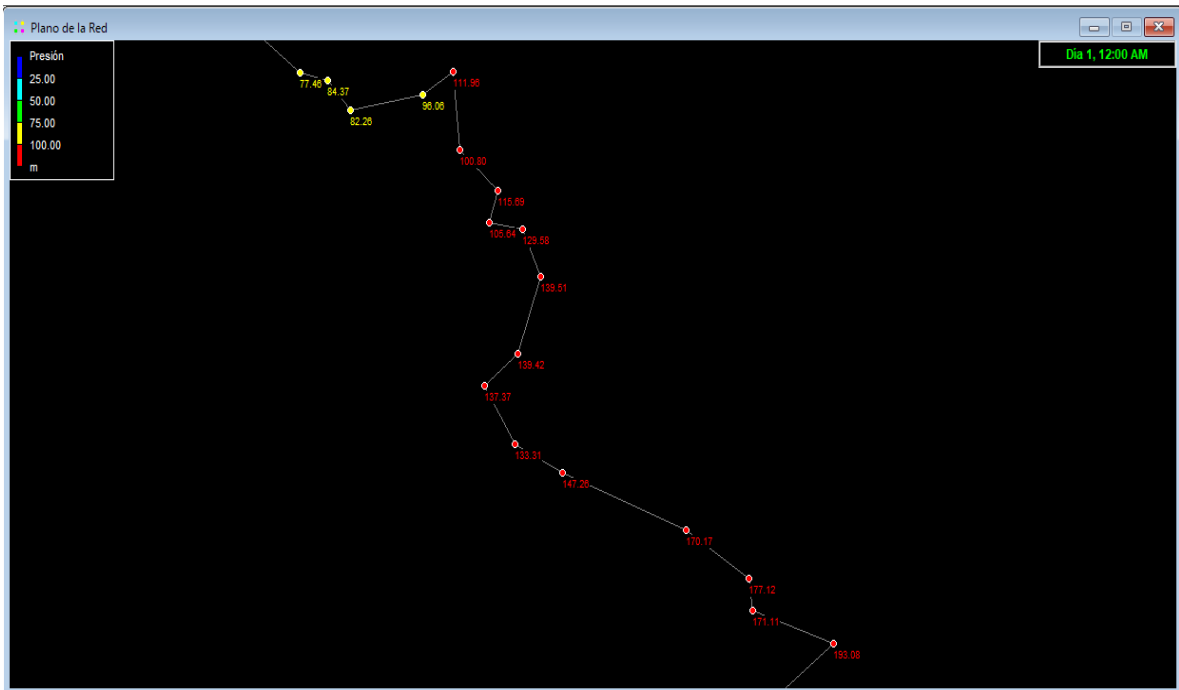
Fuente: Propia

Ilustración 25 Presiones menores y mayores de las admisibles



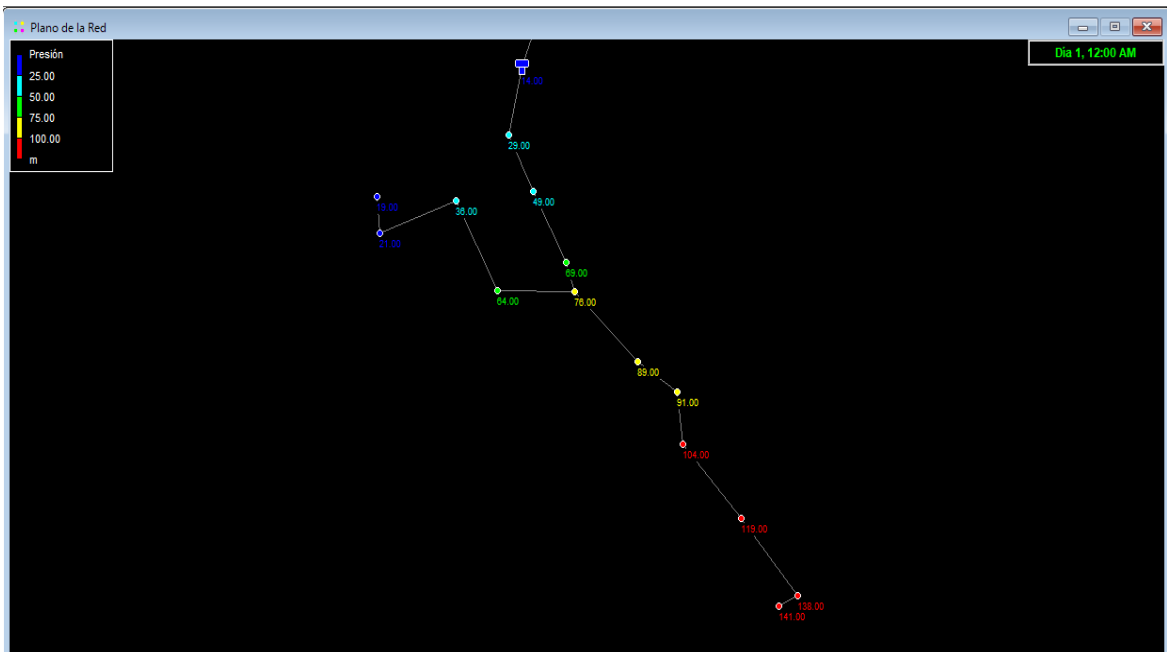
Fuente: Propia

Ilustración 26 Presiones menores y mayores de las admisibles



Fuente: Propia

Ilustración 27 Presiones menores y mayores de las admisibles



Fuente: Propia

3.4.2. Velocidad

Según AYA (2017) la velocidad máxima en redes de distribución es de 3,0 m/s. La velocidad máxima en líneas de conducción y de aducción es de 5,0 m/s y la mínima de 0,60 m/s. En los casos en los que se obtengan valores de velocidad inferiores al mínimo establecido, prevalecerá el criterio de diámetro mínimo de la tubería. (p. 19).

Tabla 10: Velocidades existentes

Tabla de Red - Líneas			06:00 Horas	
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm	LPS	m/s
Tubería L1	186.7	75	3.27	0.74
Tubería L2	111.4	75	3.27	0.74
Tubería L3	107.3	75	3.27	0.74
Tubería L4	100.3	75	3.27	0.74
Tubería L5	50.13	75	3.27	0.74
Tubería L6	131.4	75	3.27	0.74
Tubería L7	100.6	75	3.27	0.74
Tubería L8	171.5	75	3.27	0.74
Tubería L9	120.2	75	3.27	0.74
Tubería L10	114.6	75	3.27	0.74
Tubería L11	73.12	75	3.27	0.74
Tubería L12	259.2	75	3.27	0.74
Tubería L13	119.3	75	3.27	0.74
Tubería L14	165.7	75	3.27	0.74
Tubería L15	88.77	75	3.27	0.74
Tubería L16	111.5	75	3.27	0.74
Tubería L17	109.1	75	3.27	0.74
Tubería L18	194.9	75	3.27	0.74
Tubería L19	38.78	75	3.27	0.74
Tubería L20	180.89	50	1.36	0.69
Tubería L21	106	50	1.34	0.68
Tubería L22	88.05	50	1.32	0.67
Tubería L23	65.19	50	1.30	0.66
Tubería L24	147.3	50	1.28	0.65
Tubería L25	34.76	50	1.20	0.61
Tubería L26	40.96	37.5	0.06	0.05
Tubería L27	79.59	37.5	0.04	0.04
Tubería L28	119.2	37.5	0.02	0.02
Tubería L29	56.32	37.5	0.00	0.00
Tubería L30	90.37	50	0.16	0.08

Tabla de Red - Líneas			06:00 Horas	
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
Tubería L31	106.1	50	0.14	0.07
Tubería L32	101.1	50	0.12	0.06
Tubería L33	79.42	25	0.10	0.20
Tubería L34	39.81	25	0.08	0.16
Tubería L35	78.67	25	0.04	0.08
Tubería L36	122.8	25	0.02	0.04
Tubería L37	34.86	25	0.02	0.04
Tubería L38	118	50	1.02	0.52
Tubería L39	134.8	50	1.01	0.51
Tubería L40	163.8	50	0.99	0.50
Tubería L41	54.81	50	0.97	0.49
Tubería L42	189.6	50	0.95	0.48
Tubería L43	63.19	50	0.93	0.47
Tubería L44	99.33	50	0.91	0.46
Tubería L45	153.3	50	0.89	0.45
Tubería L46	109.4	50	0.87	0.44
Tubería L47	159.7	50	0.85	0.43
Tubería L48	113.6	50	0.83	0.42
Tubería L49	41.87	25	0.10	0.20
Tubería L50	63.31	25	0.08	0.16
Tubería L51	49.3	50	0.06	0.03
Tubería L52	103.7	50	0.04	0.02
Tubería L53	123.9	50	0.02	0.01
Tubería L54	97.29	50	0.00	0.00
Tubería L55	24.58	50	0.71	0.36
Tubería L56	74.68	100	0.69	0.09
Tubería L57	110.7	100	0.67	0.09
Tubería L58	149.1	100	0.65	0.08
Tubería L59	61.76	100	0.63	0.08
Tubería L60	61.16	50	0.00	0.00
Tubería L61	137.8	100	0.61	0.08
Tubería L62	17	100	0.59	0.08
Tubería L63	134.3	50	0.04	0.02
Tubería L64	209	50	0.02	0.01
Tubería L65	74.04	50	0.00	0.00
Tubería L66	55.43	50	0.53	0.27
Tubería L67	59.05	50	0.51	0.26
Tubería L68	164.3	50	0.49	0.25
Tubería L69	164.3	50	0.47	0.24
Tubería L70	51.73	50	0.45	0.23
Tubería L71	61.66	50	0.43	0.22
Tubería L72	135.7	50	0.41	0.21
Tubería L73	67.26	50	0.39	0.20

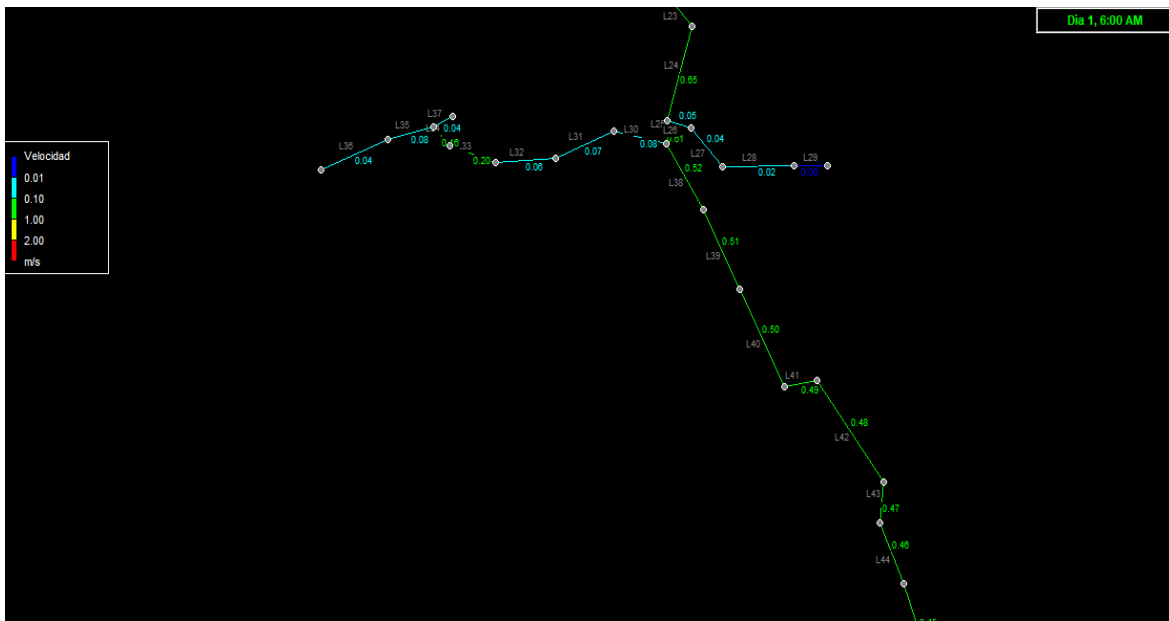
Tabla de Red - Líneas			06:00 Horas	
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad
Tubería L74	124.1	50	0.37	0.19
Tubería L75	94.73	50	0.35	0.18
Tubería L76	54.04	50	0.34	0.17
Tubería L77	66.23	50	0.32	0.16
Tubería L78	82.4	50	0.30	0.15
Tubería L79	127.9	50	0.28	0.14
Tubería L80	77.84	50	0.26	0.13
Tubería L81	107	50	0.24	0.12
Tubería L82	98.49	50	0.22	0.11
Tubería L83	242.6	50	0.20	0.10
Tubería L84	138.3	50	0.18	0.09
Tubería L85	51.82	50	0.16	0.08
Tubería L86	157.3	50	0.14	0.07
Tubería L87	155.7	50	0.12	0.06
Tubería L88	131.4	50	0.10	0.05
Tubería L89	106.7	50	0.08	0.04
Tubería L90	59.81	50	0.06	0.03
Tubería L91	76.48	50	0.00	0.00
Tubería L92	53.66	37.5	0.04	0.04
Tubería L99	65.16	37.5	0.02	0.02
Tubería L100	54.95	37.5	2.61	2.37
Tubería L93	79.79	37.5	0.18	0.16
Tubería L94	70.79	37.5	0.18	0.16
Tubería L95	88.83	37.5	0.18	0.16
Tubería L96	33.55	37.5	0.18	0.16
Tubería L97	40.39	50	0.06	0.03
Tubería L98	99.93	50	0.04	0.02
Tubería L101	113.5	50	0.02	0.01
Tubería L102	93.41	50	0.00	0.00
Tubería L103	108.3	50	0.10	0.05
Tubería L104	57.65	50	0.08	0.04
Tubería L105	58.95	50	0.06	0.03
Tubería L106	108.1	50	0.04	0.02
Tubería L107	108.8	50	0.02	0.01
Tubería L108	25.1	50	0.00	0.00

Fuente: Propia

Se resalta en color anaranjado las velocidades que están por debajo de los parámetros establecidos en la Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2017).

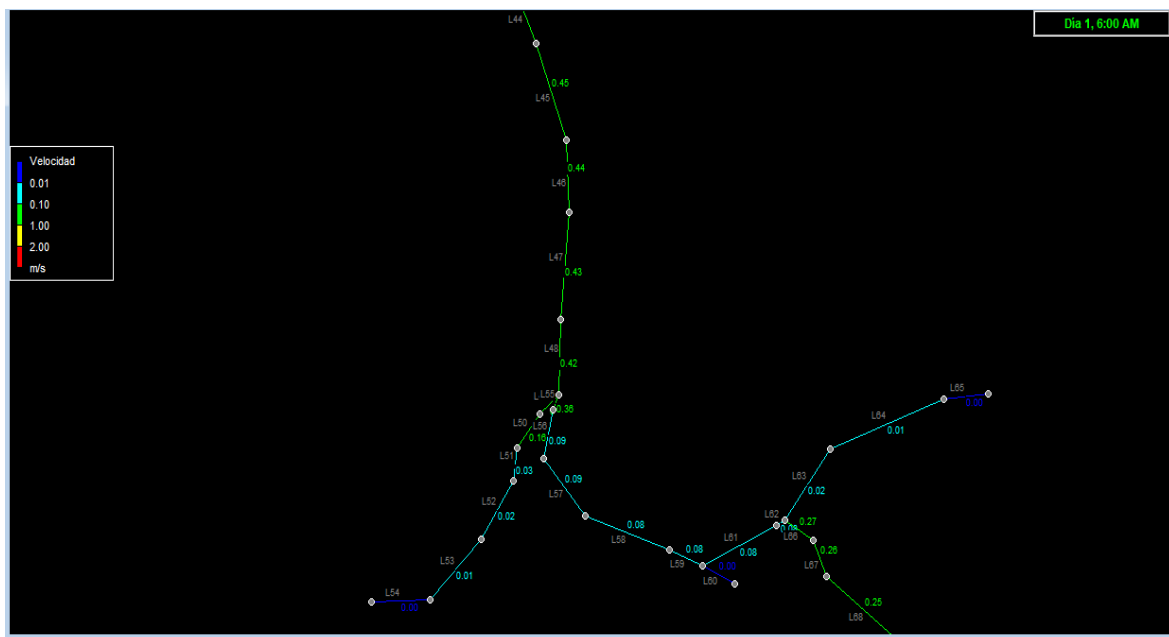
Después de que los datos fueron analizados se determina que la mayoría de las velocidades están por debajo de los parámetros establecidos en la norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial (2017) del AyA.

Ilustración 28 Velocidades menores de las admisibles



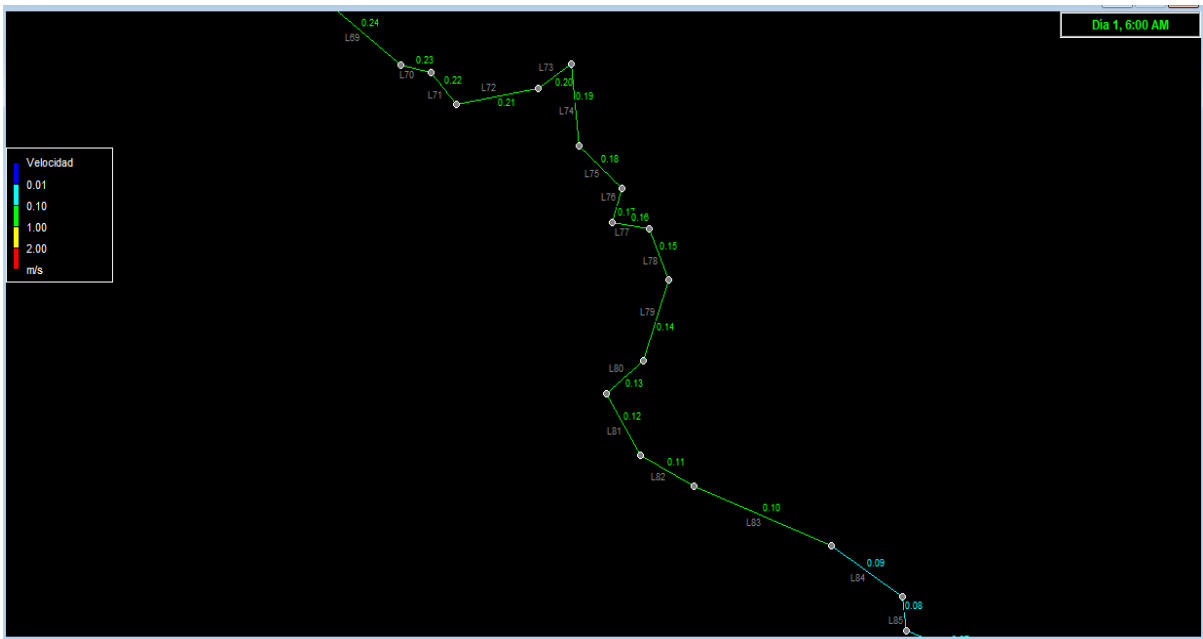
Fuente: Propia

Ilustración 29 Velocidades menores de las admisibles



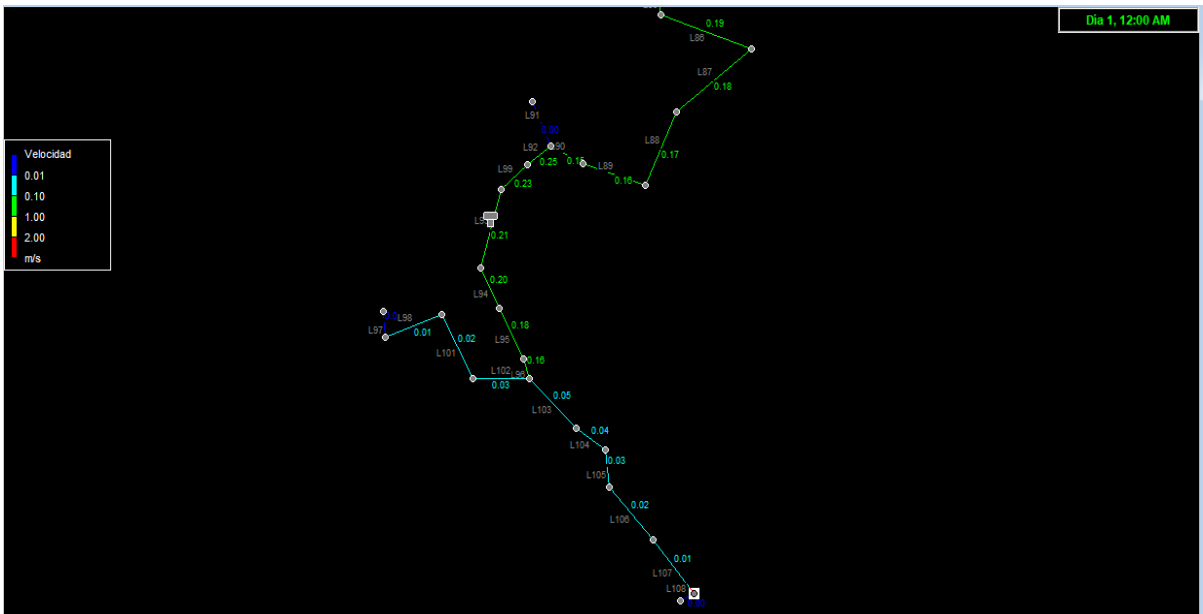
Fuente: Propia

Ilustración 30 Velocidades menores de las admisibles



Fuente: Propia

Ilustración 31 Velocidades menores de las admisibles



Fuente: Propia

3.5. Volumen de almacenamiento

El Acueducto de Pozos cuenta con dos tanques de almacenamiento, el principal tiene una capacidad de 47 metros cúbicos y el tanque secundario tiene una capacidad de almacenamiento de 14 metros cúbicos, esto representa un volumen total de almacenamiento de 61 metros cúbicos para abastecer a sus usuarios.

A continuación, se presenta el cálculo de la capacidad de almacenamiento requerida:

$$Q = 1.546 \text{ l/s} = 0.00154 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.5.1. Volumen promedio diario

Caudal (m^3/s) x 86400 (segundos de un día).

$$0.00154 \text{ m}^3/\text{s} \times 86400 \text{ s} = 133,57 \text{ m}^3$$

3.5.2. Volumen de regulación del consumo

Este es el 14 % del volumen promedio diario = $133.57 \text{ m}^3 \times 14\% = 18.69 \text{ m}^3$

3.5.3. Volumen de reserva por interrupciones (Almacenamiento para 4 horas)

Caudal (m^3/s) x 14400 (segundos de cuatro horas).

$$\text{VRI} = 0.001546 \text{ m}^3/\text{s} \times 14400 \text{ s} = 22,26 \text{ m}^3$$

3.5.4. Volumen de reserva para Incendios

Según la *Tabla 2 caudal requerido para incendios*, indica que cuando la población del acueducto se encuentra entre 0 y 5000 habitantes no es necesario tomar en cuenta el volumen de reserva para incendios para realizar el cálculo del volumen total de almacenamiento.

3.5.5. Volumen de almacenamiento total

Es igual a la sumatoria de los volúmenes calculados en los puntos anteriores.

$$\mathbf{V_t = 18.69m^3 + 22.26m^3}$$

$$\mathbf{V_t = 40.95m^3}$$

El volumen total de almacenamiento con que cuenta el acueducto es de **61.00 m³** y el volumen calculado es de **40.95m³** entonces;

$$\mathbf{61.00m^3 > 40.95m^3.}$$

Según los datos calculados anteriormente demuestran que la capacidad de almacenamiento del acueducto está dentro de los parámetros de la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial.

Capítulo V: Propuesta de Diseño

5.1. Población de diseño

La población actual de la comunidad de Pozos y la comunidad de bajo Badillas es de 1252 habitantes, según el último censo realizado en 2011 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos la tasa de crecimiento anual del Cantón de Puriscal es de 3,2%.

Según la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial, el diseño el tanque de almacenamiento y la tubería de conducción se deber realizar para un periodo de 25 años; por lo tanto, el cálculo del crecimiento poblacional se realiza a 25 años.

Para realizar la proyección a 25 años de la población se utiliza una fórmula que permite conocer el crecimiento de la población que habrá en un lugar, después de que pase un determinado número de periodos de tiempo (25 años). Para aplicar esta fórmula se requiere conocer la población inicial (Comisión Nacional del Agua, 1998, p9).

Fórmula 4 Calculo de población a 25 años

$$P_n = P_i(1 + T_c)^n$$

Donde:

P_n = Población que habrá en “n” periodos después de tiempo.

P_i = Población inicial.

T_c = Tasa de crecimiento (promedio anual).

n = Cantidad de periodos que hay entre P_i y P_n

entonces;

$$P_n = 1252(1 + 3,2)^{25}$$

$$P_n = 2\ 752 \text{ habitantes.}$$

5.2. Dotación

5.2.1. Calculo de la demanda a un periodo de 25 años

Para el diseño del sistema de abastecimiento se deben aplicar las siguientes dotaciones brutas:

- **Poblaciones rurales: 200 l/p/d,**

Según la Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial (p.15)

Las comunidades de Pozos y de Bajo Badillas están catalogadas como poblaciones rurales, por lo tanto, para el cálculo de la demanda se tomará la dotación de estas poblaciones correspondientes a 200 l/p/d.

Caudal Promedio Diario (QPD).

Corresponde a la multiplicación del consumo promedio diario x la población de diseño

$$\text{QPD} = 200 \text{ l/p/d} \times 2752 \text{ h}$$

$$\text{QPD} = 550\ 400 \text{ l/d}$$

$$\text{QPD} = 6.67 \text{ l/s}$$

Caudal Máximo Diario (QMD)

Según la Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial se calcula mediante la fórmula:

Fórmula 5 Cálculo Caudal Máximo Diario

$$\mathbf{QMD = QPD \times FMD}$$

En dónde:

QMD: caudal máximo diario

QPD: caudal promedio diario

FMD: factor máximo diario (1.2)

$$\mathbf{QMD = 6.67 \text{ l/s} \times 1.2}$$

$$\mathbf{QMD = 8.004 \text{ l/s}}$$

Caudal Máximo Horario (QMH)

Según la Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial (p.16), se calcula mediante la fórmula:

Fórmula 6 Cálculo Caudal Máximo Horario

$$\mathbf{QMH = FCM \times QMD}$$

En dónde:

QMH: Caudal Máximo Horario

FCM: Factor de Consumo Máximo

QMD: Caudal Máximo Diario (1.8)

$$\mathbf{QMH = 1.8 \times 8.004 \text{ l/s}}$$

$$QMH = 14,40 \text{ l/s}$$

5.3. Volumen de almacenamiento

5.3.1. Volumen promedio diario

$$0.014 \text{ m}^3/\text{s} \times 86400$$

$$\text{Volumen promedio diario} = 1209,60 \text{ m}^3$$

5.3.2. Volumen de regulación de consumo

Corresponde al 14% del volumen promedio diario

$$VRC = 1209.60 \text{ m}^3 \times 14\%$$

$$VRC = 169.34 \text{ m}^3$$

5.3.3. Volumen de reserva para interrupciones

Según la Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial (p.18), este debe de ser como mínimo 4 horas del caudal promedio diario.

$$VRI = 0.014 \text{ m}^3 \times 14400 \text{ s}$$

$$VRI = 196,00 \text{ m}^3$$

5.3.4. Volumen de reserva para incendios

Según la tabla 2, en poblaciones que se encuentran entre 0 y 5000 habitantes se debe realizar un almacenamiento de 0 m^3 ; por lo tanto, este no se tomará en cuenta para el diseño de la capacidad requerida del tanque de almacenamiento.

5.3.5. Volumen total de almacenamiento

Este corresponde a la suma del volumen de regulación de consumo, volumen de reserva para interrupciones y del volumen de reserva para incendio, por lo tanto:

$$V_t = 169.34 \text{ m}^3 + 196,00 \text{ m}^3 + 0 \text{ m}^3$$

$$V_t = 365.34 \text{ m}^3$$

El tanque de almacenamiento debe de contar con una capacidad de almacenamiento de 365.34 m^3 .

5.4. Crecimiento de la población

Según los cálculos que se realizaron en el punto 6.1 “**Población de diseño**” proyectado a un periodo de 25 años la población de las comunidades de Pozos y Bajo Badillas crecerá en aproximadamente 1500 personas, lo que hace necesario que se realicen cambios importantes en la infraestructura del acueducto. Por esta situación con el rediseño del acueducto se buscará un mejor aprovechamiento del recurso hídrico.

5.5. Fuente de captación

De acuerdo con los cálculos realizados en el punto 6.2.1. “**Cálculo de la demanda a un periodo de 25 años**”, el caudal requerido para abastecer a la población a un periodo de cinco años es de 14.40 l/s, actualmente la fuente de cañalitos tiene una producción de 15.77 l/s, según las mediciones realizadas por la oficina regional de AyA. Esto indica que la fuente está en la capacidad hídrica para abastecer a la población en el periodo diseñado.

5.6. Red de tuberías

Actualmente en el acueducto se encuentran tuberías muy antiguas y de diámetros reducidos, en el nuevo diseño se contemplan diámetros que van desde los 150mm de diámetro hasta los 75 mm de diámetro, con el aumento de diámetro en las tuberías se pretende que el servicio de agua sea mejorado en cuanto a presiones y velocidades, así como también la colocación de hidrantes en los lugares de mayor concentración de la población.

La red de tuberías diseñada está compuesta por;

Tabla 11 Red de tuberías diseñadas

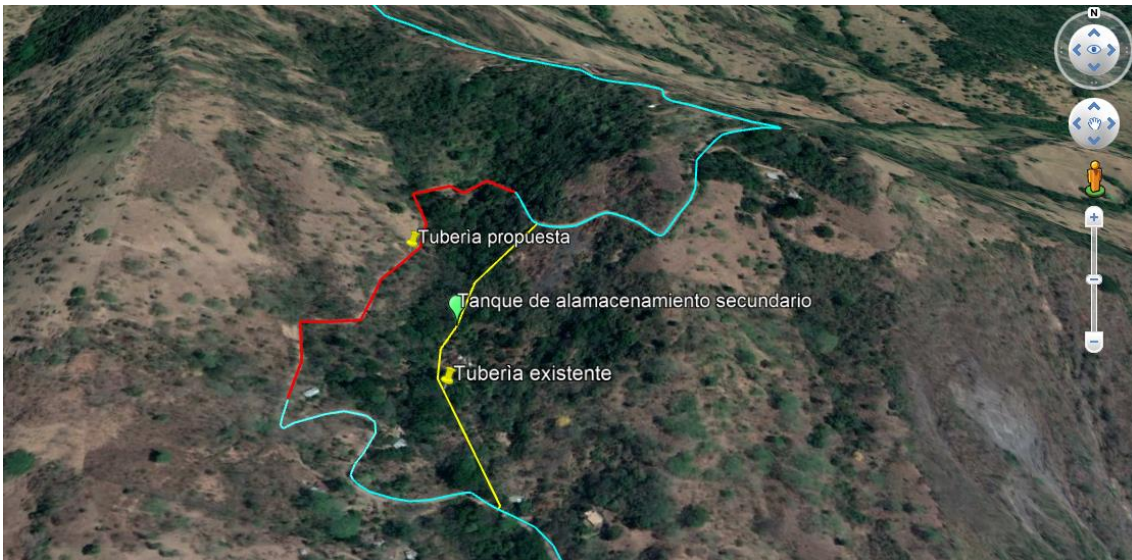
Tipo	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Material
Conducción	2354,5	150	PVC
Distribución	1283,2	150	PVC
Distribución	2979,53	100	PVC
Distribución	3152,3	75	PVC
	9769,53		

Fuente: Propia

El total de tubería existente es de 10.8 metros lineales; esto incluyendo la tubería de conducción y la tubería diseñada presenta una longitud de 9.8 kilómetros, esto representa un ahorro de un kilómetro de tubería, este ahorro se da principalmente en la red de tubería de conducción con un ahorro de 600 metros aproximadamente, los otros 400 metros corresponden a ahorros en los ramales secundarios.

Se realiza la sustitución de 446 metros de tubería que se encuentra en propiedad privada y se coloca en vía pública. Para ubicar esta tubería en vía pública se tiene que trasladar 124 metros del punto donde se encuentra instalada actualmente.

Ilustración 32 Propuesta de sustitución de tubería a vía publica



Fuente: Propia

5.7. Tanque de almacenamiento

Según los cálculos realizados en el apartado 6.3.5. *Volumen total de almacenamiento*, la capacidad requerida para el tanque de almacenamiento es de 365.34 m^3 , en el diseño se propone eliminar el tanque secundario con capacidad de almacenamiento de 14 m^3 y que actualmente se encuentra en propiedad privada y se propone construir solo un tanque de almacenamiento con la capacidad diseñada.

5.8. Válvulas de reductoras de presión

Se realiza la instalación de trece válvulas reductoras de presión, en la siguiente tabla se describe la ubicación y el diámetro de las mismas.

Tabla 12 Válvulas reductoras de presión propuestas

Válvulas Reductoras de presión			
		Coordenadas CRTM-05	
ID	Diámetro	Coordenadas X	Coordenadas Y
1	75	467448,506	1085315,549
2	100	467420,744	1085279,63
3	100	467046,904	1085303,309
4	75	468249,263	1083913,334
5	100	468249,558	1083899,819
6	100	468592,408	1083612,284
7	100	468928,312	1083380,664
8	100	469065,102	1082985,786
9	75	469388,352	1082552,652
10	75	469051,703	1082626,048
11	75	468998,233	1082453,75
12	75	469023,987	1082278,919
13	75	469302,335	1082074,083

Fuente: Propia.

Se propone la instalación de 13 (trece) válvulas reductoras de presión, se proponen válvulas y no tanques quiebra gradientes debido a que estas se pueden calibrar y automatizar, además por el factor de renovación de los componentes del acueducto.

5.9. Válvulas de compuerta

Se propone la instalación de seis válvulas de compuerta, a continuación, se detallan:

Tabla 13 Válvulas de compuertas propuestas

Válvulas de Compuerta			
		Coordenadas CRTM-05	
ID	Diámetro	Coordenadas X	Coordenadas Y
1	150	467193,288	1085796,253
2	150	467429,006	1085318,331
3	150	467425,925	1085283,618
4	100	467856,04	1084092,476
5	100	468241,03	1083906,274
6	75	469207,059	1082574,303

Fuente: Propia.

5.10. Hidrantes

Se propone la instalación de cuatro hidrantes, tres de ellos de tipo multivalvular y uno de tipo cabezote, en la siguiente tabla se detalla las coordenadas donde se propone su ubicación.

Tabla 14 Hidrantes Propuestos

Hidrantes				
			Coordenadas CRTM-05	
ID	Diámetro	Tipo	Coordenadas X	Coordenadas Y
1	150	Multivalvular	467254,781	1085736,288
2	150	Multivalvular	467439,698	1085353,337
3	150	Multivalvular	467470,954	1085209,843
4	100	Cabezote	468237,062	1083897,065

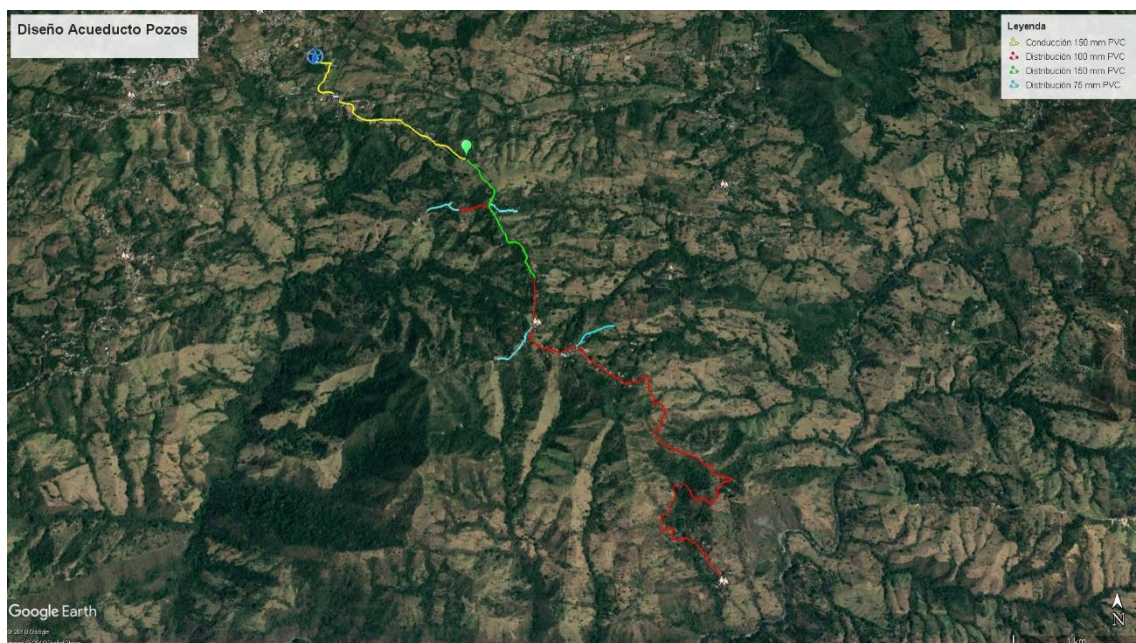
Fuente: Propia.

De los cuatro hidrantes propuestos tres de ellos se proponen que se instalen en una red de 150mm de diámetro y uno en 100mm de diámetro ya que la Ley de Hidrantes numero 8641 “*Declaratoria del Servicio de Hidrantes como Servicio Público y Reforma de Leyes Conexas*”, indica que; la interconexión de un hidrante a una nueva red de abastecimiento de agua, se debe realizar a una

tubería con un diámetro nominal igual o mayor a 150 milímetros, siempre que la tubería se derive de un diámetro igual o superior a 150 milímetros, se exceptúan los hidrantes que no se consideren estratégicos (tipo cabezote), en cuyo caso la interconexión podrá realizarse a una tubería con un diámetro nominal de 100 milímetros.

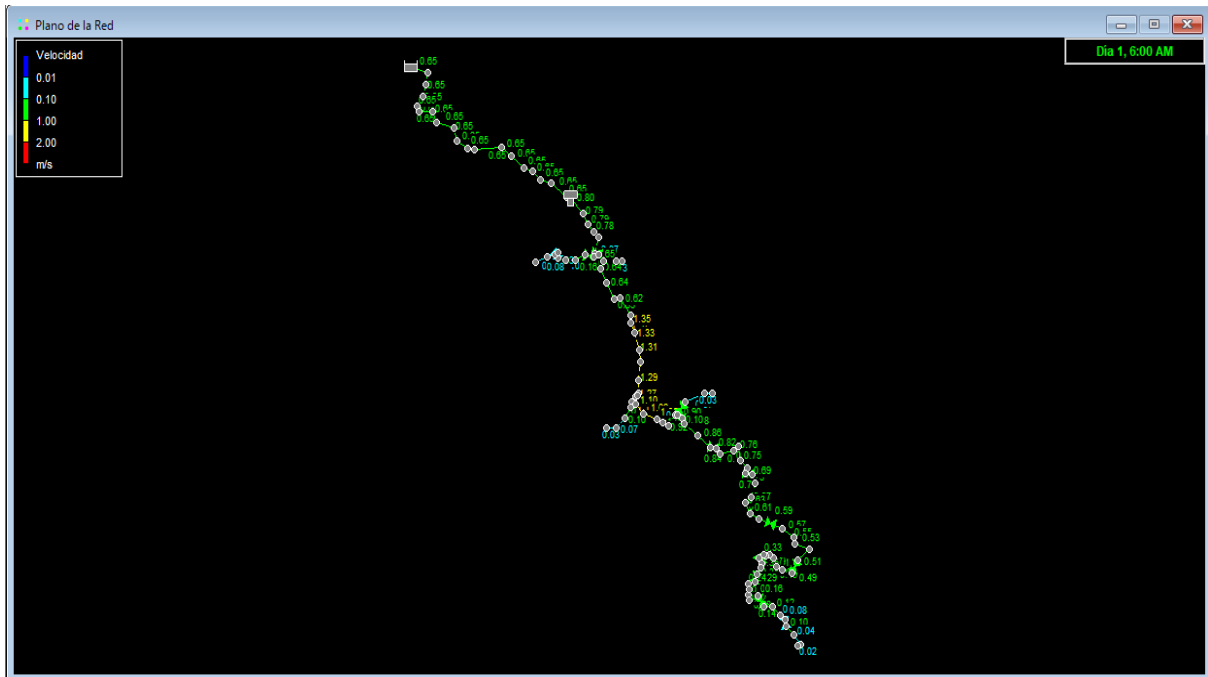
5.11. Rediseño del Modelo hidráulico del acueducto de Pozos por medio del software Epanet.

Ilustración 33 Sistema Completo de Pozos.



Fuente: Propia

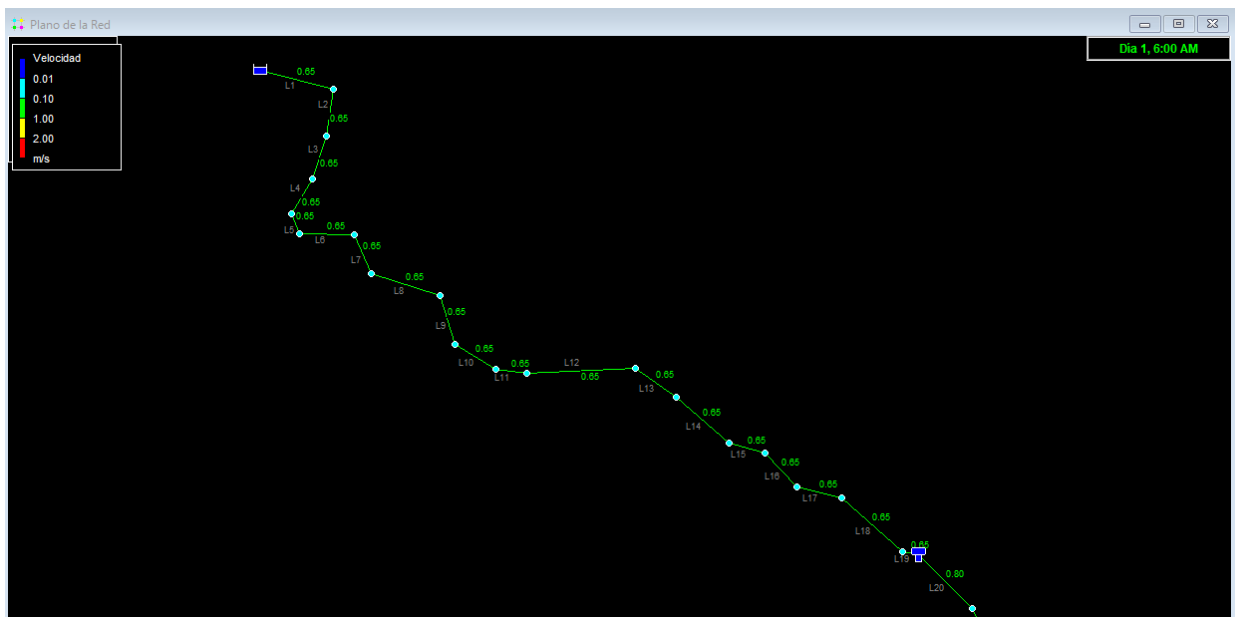
Ilustración 34 Modelo Hidráulico Completo Diseñado del Sistema de Pozos.



Fuente: Propia

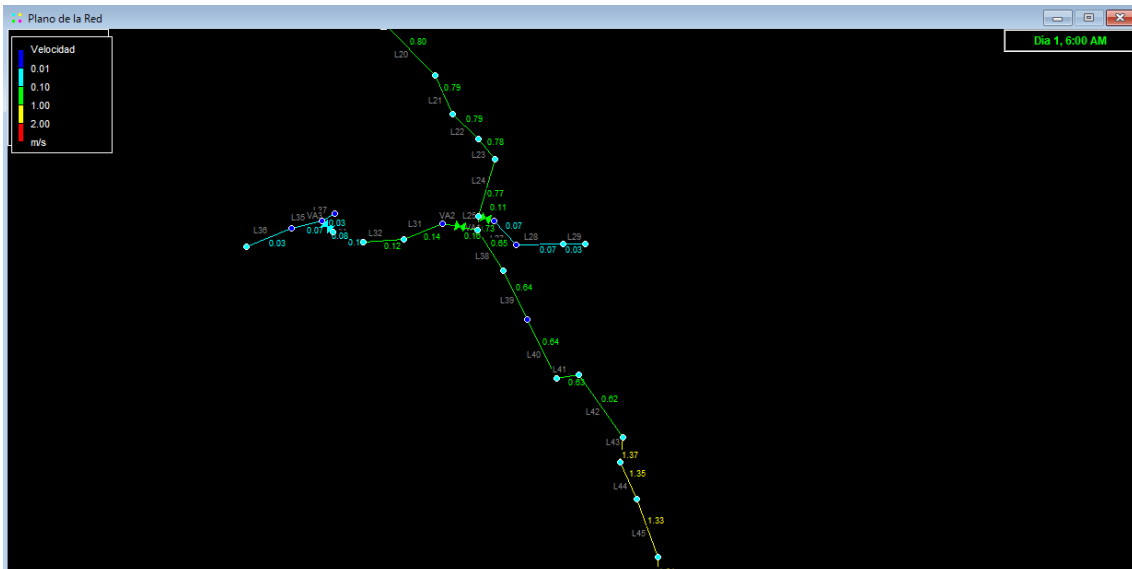
5.11.1. Velocidades

Ilustración 35 Velocidades tubería de conducción



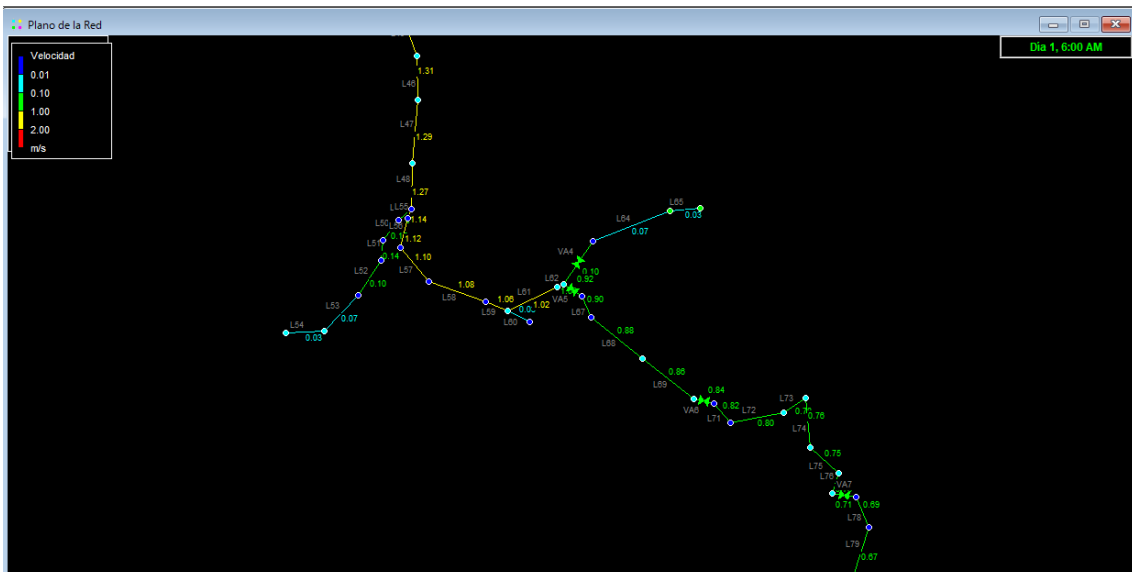
Fuente: Propia

Ilustración 36 Velocidades tubería de distribución



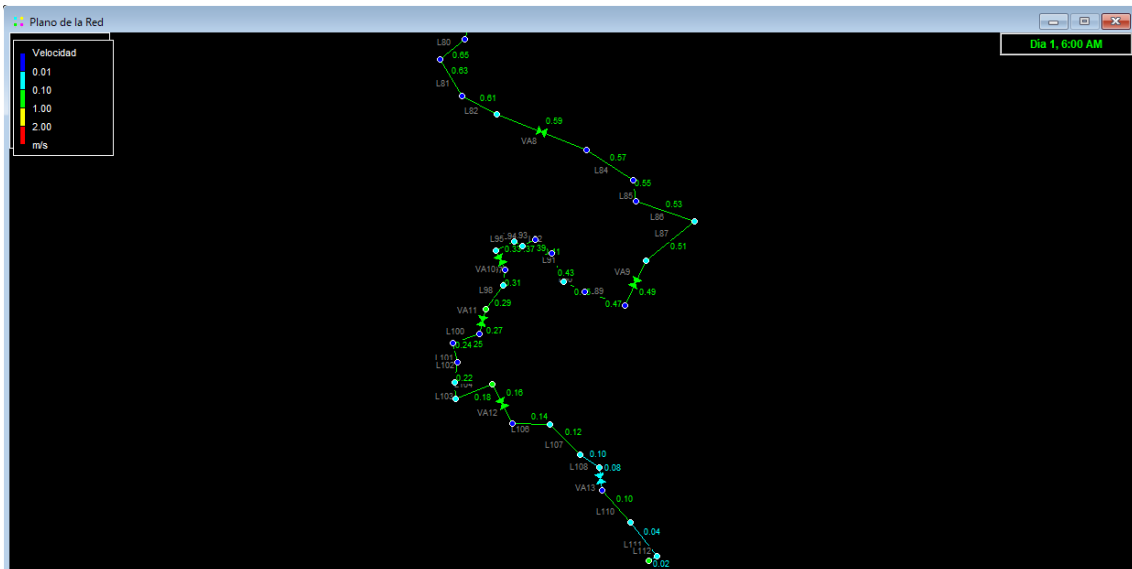
Fuente: Propia

Ilustración 37 Velocidades tubería de distribución



Fuente: Propia

Ilustración 38 Velocidades tubería de distribución



Fuente: Propia

Tabla 15 Velocidades que no cumplen con los parámetros establecidos

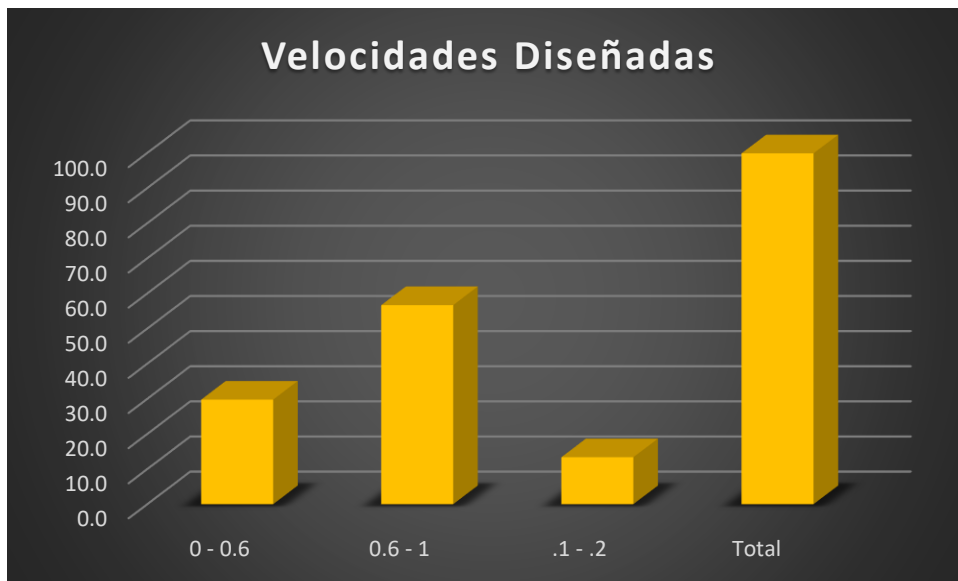
Tabla de Red - Líneas				00:00 Horas		06:00 Horas		09:00 Horas		12:00 Horas		19:00 Horas	
	Longitud	Diámetro	Material	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería L27	79.59	75	PVC	0.32	0.07	0.32	0.07	0.32	0.07	0.32	0.07	0.32	0.07
Tubería L28	119.2	75	PVC	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07
Tubería L29	56.32	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L31	106.1	100	PVC	1.08	0.14	1.08	0.14	1.08	0.14	1.08	0.14	1.08	0.14
Tubería L32	101.1	100	PVC	0.92	0.12	0.92	0.12	0.92	0.12	0.92	0.12	0.92	0.12
Tubería L33	79.42	100	PVC	0.77	0.10	0.77	0.10	0.77	0.10	0.77	0.10	0.77	0.10
Tubería L35	78.67	75	PVC	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07
Tubería L36	122.8	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L37	34.86	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L49	41.87	75	PVC	0.92	0.21	0.92	0.21	0.92	0.21	0.92	0.21	0.92	0.21
Tubería L50	63.31	75	PVC	0.77	0.17	0.77	0.17	0.77	0.17	0.77	0.17	0.77	0.17
Tubería L51	49.3	75	PVC	0.62	0.14	0.62	0.14	0.62	0.14	0.62	0.14	0.62	0.14
Tubería L52	103.7	75	PVC	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10
Tubería L53	123.9	75	PVC	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07
Tubería L54	97.29	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L60	61.16	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L64	209	75	PVC	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07
Tubería L65	74.74	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L103	40.39	75	PVC	1.54	0.35	1.54	0.35	1.54	0.35	1.54	0.35	1.54	0.35
Tubería L104	99.93	75	PVC	1.39	0.31	1.39	0.31	1.39	0.31	1.39	0.31	1.39	0.31

Tabla de Red - Líneas				00:00 Horas		06:00 Horas		09:00 Horas		12:00 Horas		19:00 Horas	
	Longitud	Diámetro	Material	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería L106	93.41	75	PVC	1.08	0.24	1.08	0.24	1.08	0.24	1.08	0.24	1.08	0.24
Tubería L107	108.3	75	PVC	0.92	0.21	0.92	0.21	0.92	0.21	0.92	0.21	0.92	0.21
Tubería L108	57.65	75	PVC	0.77	0.17	0.77	0.17	0.77	0.17	0.77	0.17	0.77	0.17
Tubería L110	108.1	75	PVC	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10
Tubería L111	108.8	75	PVC	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07
Tubería L112	25.1	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L97	40.12	75	PVC	2.46	0.56	2.46	0.56	2.46	0.56	2.46	0.56	2.46	0.56
Tubería L98	71.5	75	PVC	2.31	0.52	2.31	0.52	2.31	0.52	2.31	0.52	2.31	0.52
Tubería L100	70	75	PVC	2.00	0.45	2.00	0.45	2.00	0.45	2.00	0.45	2.00	0.45
Tubería L101	50.16	75	PVC	1.85	0.42	1.85	0.42	1.85	0.42	1.85	0.42	1.85	0.42
Tubería L102	54.5	75	PVC	1.69	0.38	1.69	0.38	1.69	0.38	1.69	0.38	1.69	0.38

Fuente: Propia

En la *Tabla 12 Velocidades que no cumplen con los parámetros establecidos* no se cumple con los parámetros de velocidad establecidos en la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial.; sin embargo, en el apartado 4,10 de esta misma Norma de AYA indica: **“La velocidad máxima en líneas de conducción y de aducción es de 5,0 m/s y la mínima de 0,60 m/s. En los casos en los que se obtengan valores de velocidad inferiores al mínimo establecido, prevalecerá el criterio de diámetro mínimo de la tubería” (p. 19)**, en dado caso los diámetros mínimos establecidos en la norma son 100 mm y 75 mm.

Gráfico 3 Velocidades diseñadas

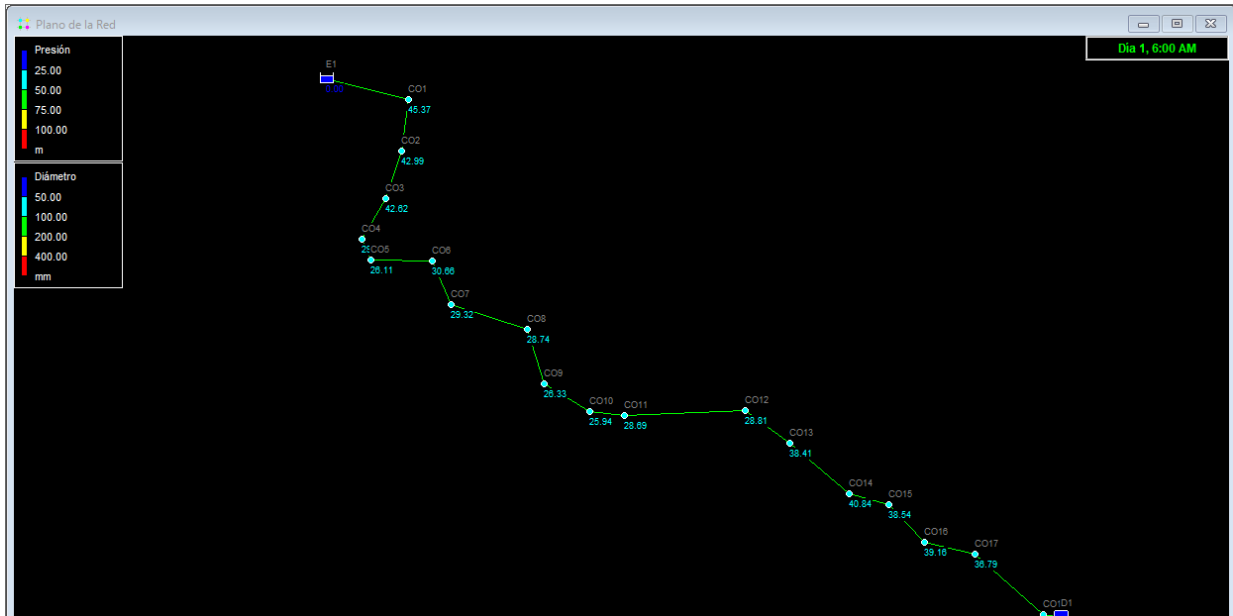


Fuente: Propia.

En el *Gráfico 3 Velocidades diseñadas*, se muestran los rangos de las velocidades que se diseñaron, un 30 por ciento no están dentro de los parámetros establecidos, ver Tabla 12. El restante 70 por ciento están dentro de los parámetros establecidos según Norma técnica para el diseño y construcción de sistemas de agua potable y saneamiento de AyA. En el apéndice 1, se muestra la tabla completa de las velocidades diseñadas. [Ver apéndice 1.](#)

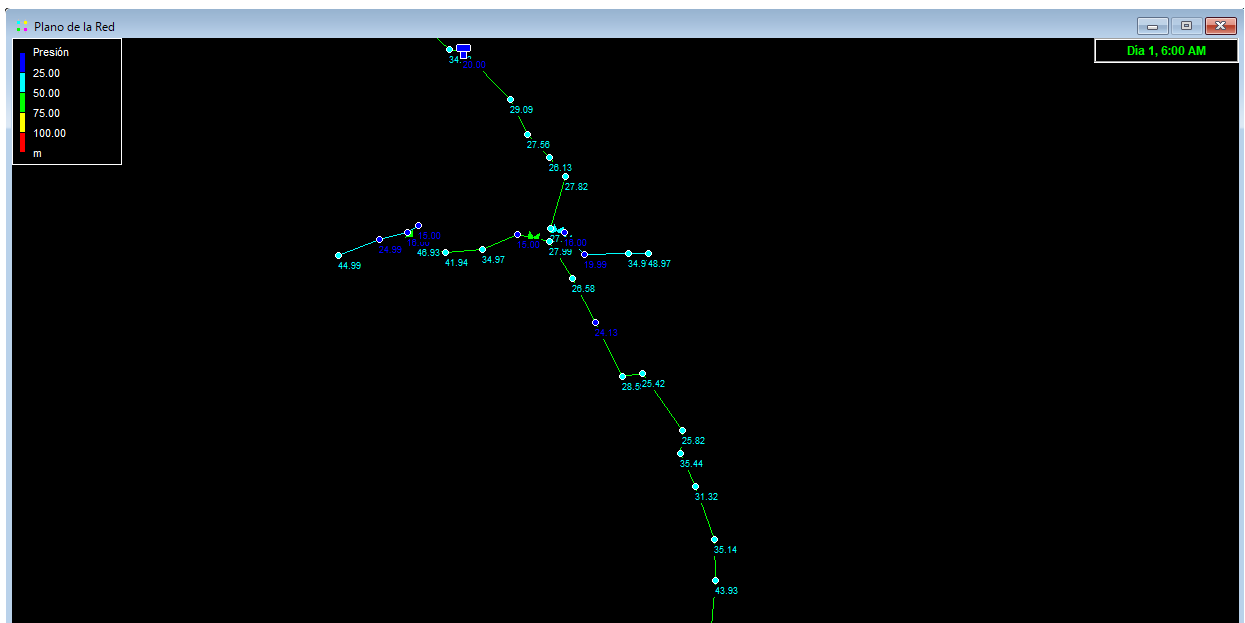
5.11.2. Presiones

Ilustración 39 Presión tubería de conducción



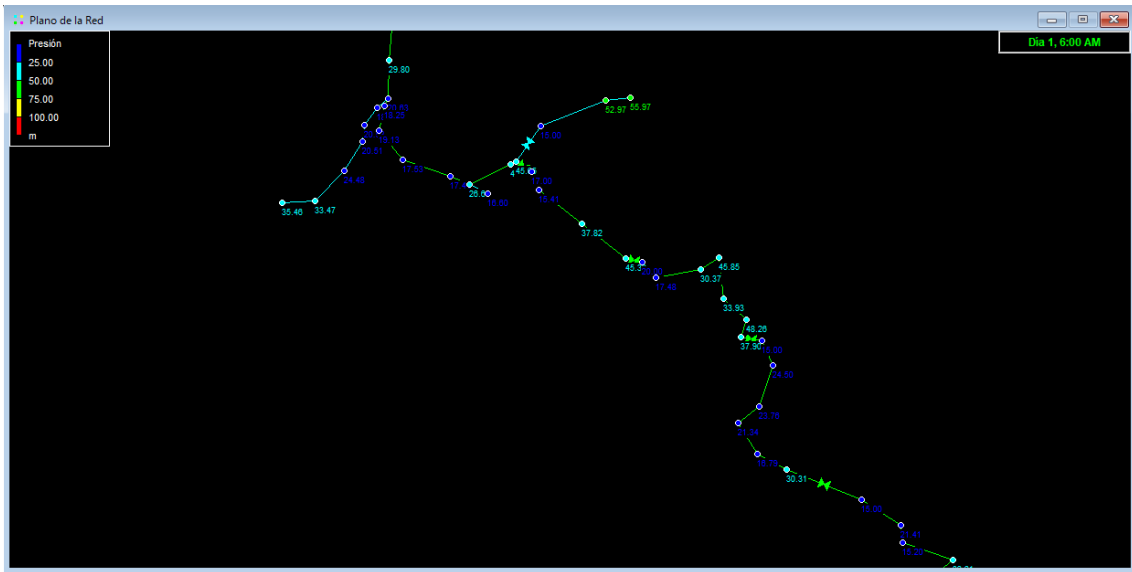
Fuente: Propia

Ilustración 40 Presión tubería de distribución



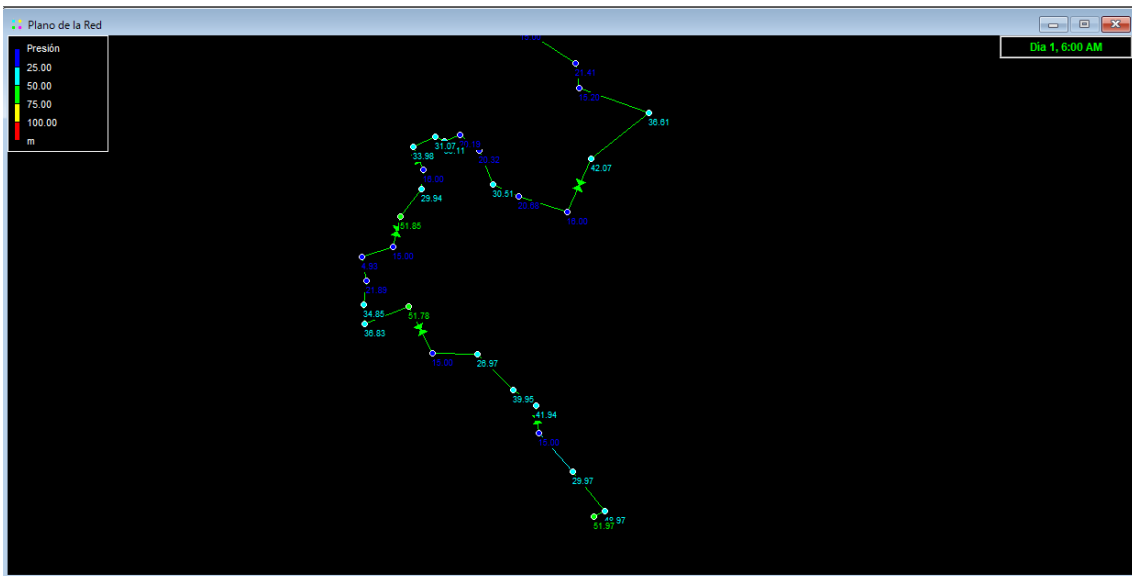
Fuente: Propia

Ilustración 41 Presión tubería de distribución



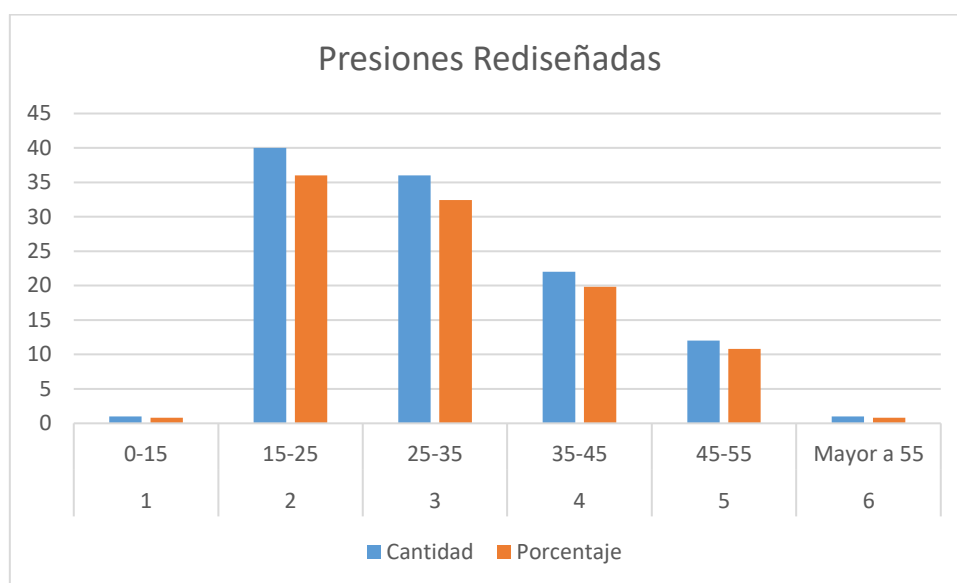
Fuente: Propia

Ilustración 42 Presión tubería de distribución



Fuente: Propia

Gráfico 4 Presiones diseñadas



Fuente: Propia

Las presiones que se diseñan están dentro de los parámetros establecidos en la Norma técnica para el diseño de sistemas de agua potable y saneamiento de AyA. [Ver apéndice2](#)

5.11. Presupuesto global de la obra

Tabla 16 Lista de materiales, presupuesto global

ID	Descripción	Cantidad (Unidad)	Precio Unitario	Precio Total
1	Tubería 150mm PVC, SDR 26	607	¢162,744.00	¢98,785,608
2	Tubería 100mm PVC, SDR 26	497	¢72,304.00	¢35,935,088
3	Tubería 75mm PVC, SDR 26	526	¢50,251.00	¢26,432,026
4	Válvula reductora de presión de 100 mm, HD	6	¢405,100.00	¢2,430,600
5	Válvula reductora de presión de 75 mm, HD	7	¢559,977.80	¢3,919,845
6	Válvula de compuerta de 150 mm, HD	3	¢150,368.00	¢451,104
7	Válvula de compuerta de 100 mm, HD	2	¢74,645.92	¢149,292
8	Válvula de compuerta de 75 mm, HD	1	¢100,597.00	¢100,597
9	Hidrante tipo Multivalvular, 150 mm	3	¢637,000.00	¢1,911,000
10	Hidrante tipo Cabezote, 100 mm	1	¢250,000.00	¢250,000
11	Codo de 90° 150mm, PVC	5	¢35,810.00	¢179,050
12	Codo de 90° 100mm, PVC	5	¢15,270.00	¢76,350
13	Codo de 90° 75mm, PVC	12	¢8,561.00	¢102,732
14	Codo de 45° 150mm, PVC	8	¢50,781.00	¢406,248
15	Codo de 45° 100mm, PVC	9	¢12,480.00	¢112,320
16	Codo de 45° 75mm, PVC	5	¢10,029.00	¢50,145
17	Tapón de 75mm, PVC	5	¢4,205.00	¢21,025
18	Reducción de 150mm a 100mm, PVC	2	¢22,233.00	¢44,466
19	Reducción de 150mm a 75mm, PVC	1	¢20,090.00	¢20,090
20	Reducción de 100mm a 75mm, PVC	4	¢10,969.00	¢43,876
21	Tee 150mm, PVC	4	¢60,246.00	¢240,984
22	Tee 100mm, PVC	4	¢20,598.00	¢82,392
23	Tanque de almacenamiento de fibra de vidrio de 365m3	1	¢90,750,000.00	¢90,750,000
			Total	¢262,494,837.44

Fuente: Propia

Tabla 17 Lista de maquinaria de mano de obra

Descripción	Unidad	Distancia (m)	Costo Unitario	Costo Total
Maquinaria para excavación	m	9769.53	₡3,000.00	₡29,308,590.00
Colocación de tubería en lastre	m	9769.53	₡15,000.00	₡146,542,950.00
Transporte de materiales al sitio	Global		₡500,000.00	₡500,000.00
Sub Total				₡176,351,540.00

Fuente: Propia

Tabla 18 Rubros de costos directos

Rubros costos directos	Costos
Materiales	₡262,494,837
Mano de obra: equivale a un 45 % de los materiales.	₡118,122,677
C.C.S.S: equivale a un 28 % de la mano de obra.	₡33,074,350
INS: equivale a un 3.45 % con base en la mano de obra.	₡1,141,065
Imprevistos: equivalen a un 8% de la mano de obra y los materiales.	₡380,617,514
Utilidad: se calculn todos los costos y se le aplica un 12 % de utilidad.	₡95,454,053
Maquinaria	₡29,308,590
Costos directos	₡920,213,087

Fuente: Propia

Tabla 19 Rubros de consultoría

Rubros de consultoría	Costos
Diseño y especificaciones técnicas (6 %) de los costos directos	₡55,212,785
Inspección: equivale a un 3 % de los costos directos	₡27,606,393
Dirección técnica: equivale a un 5 % de los costos directos	₡46,010,654
Costos indirectos	₡128,829,832

Fuente: Propia

Tabla 20 Costo total de la obra

Costo Total de la Obra	₡1,487,889,296
-------------------------------	-----------------------

Fuente: Propia

El costo total para poder realizar el rediseño de todo el acueducto de Pozos es de mil cuatrocientos ochenta y siete millones, ochocientos ochenta y nueve mil doscientos noventa y seis colones (**¢1,487,889,296**).

Para la construcción del tanque de almacenamiento se proponen dos opciones:

1. Construirlo en material de concreto.
2. Construirlo en material de acero vitrificado.

Para realizar el costo global se toma como referencia el costo del tanque de acero vitrificado.

Tabla 21 Comparación de costos y tiempo de construcción de Tanques

Descripción	Tanque de concreto	Tanque de Acero Vitrificado
Costo Total	¢95,344,314.00	¢90,750,000.00
Tiempo de Construcción	10 semanas	17 semanas

Fuente: Propia

Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

Con el análisis realizado y de acuerdo a la información recolectada en campo, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Se realizó el levantamiento de la red de tuberías de conducción y de distribución, los dos tanques de almacenamiento de los cuales uno de encuentra en propiedad privada, el único hidrante existente, las válvulas de expulsión de aire, las válvulas reductoras de presión y las válvulas de compuerta, esto con el objetivo de realizar el diagnóstico del acueducto.
2. Se encuentra que de toda la red de tubería levantada solo un 7% es de 100 mm, por lo cual solo ese porcentaje es apto para la colocación de hidrantes, un 5.89% de la tubería existente es de 25mm, un 7.22% es tubería en 37.5mm y un 79.8% de la red de tuberías existente es de 50mm de diámetro y un tramo de 446 metros se encuentran en propiedad privada.
3. Con el levantamiento de toda la infraestructura existente y con los datos de consumo brindados por la oficina cantonal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, se realiza la modelación por medio del software Epanet para realizar el diagnóstico del acueducto.
4. Se realiza el diagnóstico del acueducto; con esto se logra identificar que la mayoría de las presiones en las tuberías están por encima y por debajo de lo que se establece en la Norma técnica para el diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, saneamiento y pluvial de AYA, con esta modelación también se logra identificar las velocidades que no están cumpliendo con la normativa vigente de AYA.
5. Se realiza el rediseño de todo el acueducto, ya que la red de tuberías existentes está obsoleta, se realiza el cálculo del crecimiento de la población a un periodo de 25 años, la cual pasa de 1252 habitantes a 2752 habitantes en el año 2044, se diseña la tubería de conducción en 150mm de diámetro, se diseñan 1238 metros en 150mm de tubería de distribución, 2979 metros en 100mm de tubería de distribución y 3152 metros de tubería de distribución en 75mm de diámetro.

6. Según los cálculos realizados, para abastecer a la población es requerida una dotación de 14.40 l/s, actualmente la fuente de cañalitos tiene una producción de 15.77 l/s, esto indica que no es necesario por ahora buscar otra fuente de abastecimiento ya que; esta fuente cubre la demanda requerida a un periodo de 25 años.
7. Se calcula la capacidad de almacenamiento del tanque, dando 365m³ requeridos para el almacenamiento total.
8. En el nuevo rediseño se incluye la instalación de cuatro hidrantes, tres de ellos en tubería de 150mm de tipo multivalvular y uno de ellos en tubería de 100mm de tipo cabezote, se incluye la instalación de trece válvulas reductoras de presión y seis válvulas de compuerta.
9. Con el rediseño propuesto se logra equilibrar las presiones y las velocidades, ya que en este se diseñan tuberías de distribución en diámetros de 150mm, 100mm y 75mm todas estas en material de PVC.
10. Se realiza la modelación del rediseño del acueducto por medio del software Epanet.
11. Se hace el cálculo de costos global de lo que es necesario invertir para el rediseño del acueducto propuesto.

6.2. Recomendaciones

1. Para el tanque de almacenamiento se recomienda que se su construcción se realice en material de acero vitrificado, para reducir los costos y el tiempo de instalación, ya que estos son instalados por medio de paneles; en los anexos de adjuntan las especificaciones técnicas de este.
2. Es de suma importancia que se sigan realizando aforos mensualmente en la fuente de cañalitos, si ben hasta el momento no se ha producido disminución en su caudal, es de vital importancia que se le de seguimiento; ya que esta es la única fuente de abastecimiento de agua que tienen las comunidades de Pozos y de Bajo Badillas.
3. Se recomienda la instalación de micromedidores nuevos en todas las viviendas que abastece el acueducto.
4. Se sugiere ejecutar un mantenimiento constante y adecuado en todo el acueducto para que este tenga una mayor vida útil.
5. Se recomienda colocar válvulas que eliminen el aire de las tuberías, ya que el sistema presenta un terreno muy quebrado.
6. Se recomienda proteger los perímetros de la fuente y de la tala de árboles con el fin de que no se disminuya ni se contamine el caudal.
7. No dejar tuberías expuestas a la intemperie, ya que estos pueden provocar un deterioro en la red por daño humano o por algún evento natural.

Capítulo VII: Referencias Bibliografía

Arocha Ravelo S. (1980). *Abastecimientos de agua teoría y diseño*. (1° reimpresión). Caracas: Ediciones Vega.

AquaStore, Tanques de vidrio con corazón de acero
<https://www.cstindustries.com/>

Brière, Francois G. (2005). *Distribución de Agua Potable y Colecta de Desagües y de Agua de Lluvia* (H. Pizarro, trad.). Canadá: Andrée Laprise.

Castro R y Pérez R (2009). *Saneamiento rural y salud, Guía para acciones locales*. Guatemala: Organización Panamericana de la Salud.

Catálogo de precios tubería PVC.
<http://www.amanco.cr/index.php/productos/catalogob>

Cengel, Y. A. y Cimbala J. M. (2006). *Mecánica de Fluidos, Fundamentos y Aplicaciones*. México: McGraw Hill.

Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241.
<https://www.durman.com/descargas/TuberiaSDR/fichas/FTtubosSDR.pdf>

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017). *Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial* [PDF]. Recuperado de <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Norma%20dise%C3%B1o%20y%20construccion%20sistemas%20agua,%20saneamiento%20y%20pluvial.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. <http://www.inec.go.cr/Web/Home>

Jaime Roa P. (2008). *Diseño acueducto vereda el retiro* (municipio de santa maría, Boyacá, Colombia)

Jiménez Terán M. (s.f). Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. México; Universidad Veracruzana.

López Cualla, R. A. (2003). Elementos para el Diseño de Acueductos y Alcantarillados (2 ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Marín Galvín R. (s.f.). *Características físicas, químicas y biológicas de las aguas*. Córdoba: Empresa Municipal de Aguas de Córdoba

Ministerio de Salud (2015). Reglamento para la Calidad del Agua

Mora Alvarado D. y Mata Solano A. V. (2003). Conceptos básicos de aguas para consumo humano y disposición de aguas residuales. San José: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Organización Mundial de la Salud. (2008). Guía para la calidad del agua potable Vol.1 (3 ed.). Suiza: OMS.

Programa Google Earth. <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>

Salazar Castro. J. (2012). Diagnóstico y Diseño para el Acueducto Administrado por la Municipalidad de Santa Bárbara de Heredia.

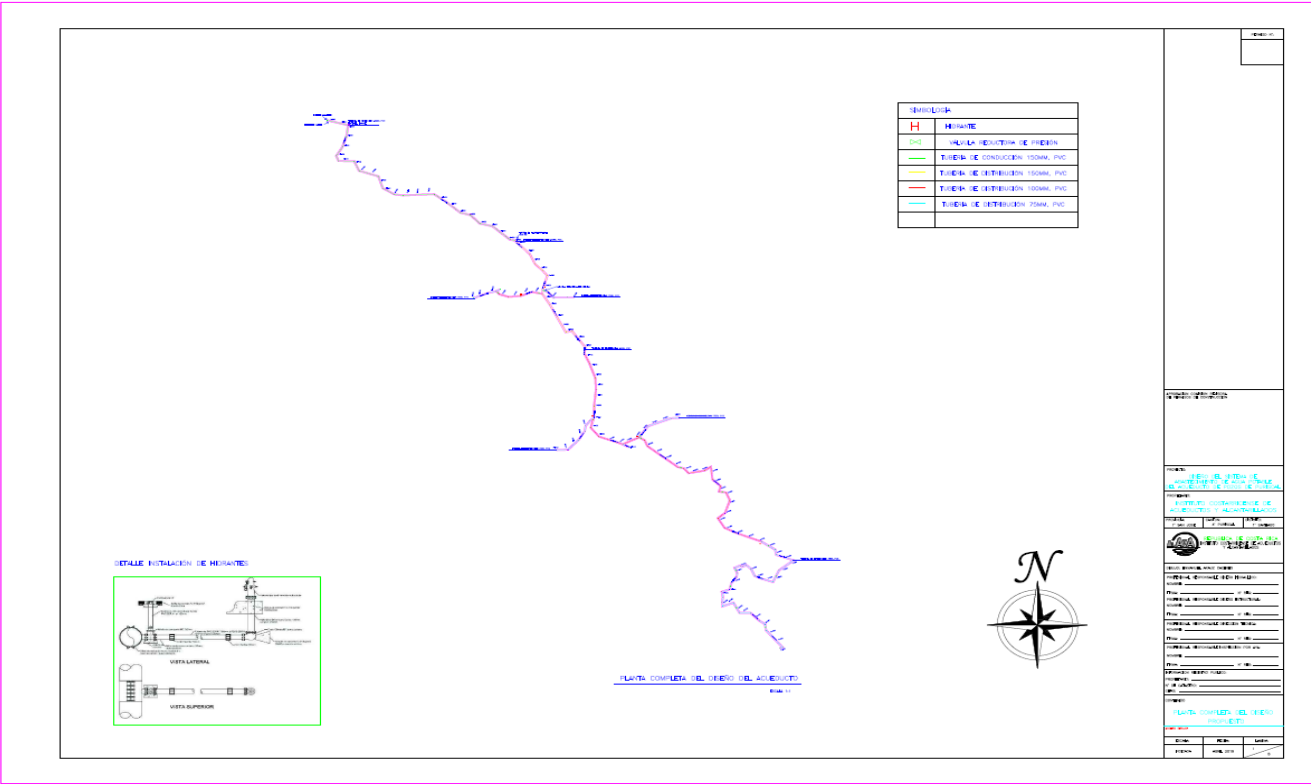
Software QGis. <https://www.qgis.org/es/site/>

Software AutoCAD.
<https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview>

Sotelo, G. (1999). Hidráulica general, volumen 1. Fundamentos. México; Editorial Limusa, S.A.

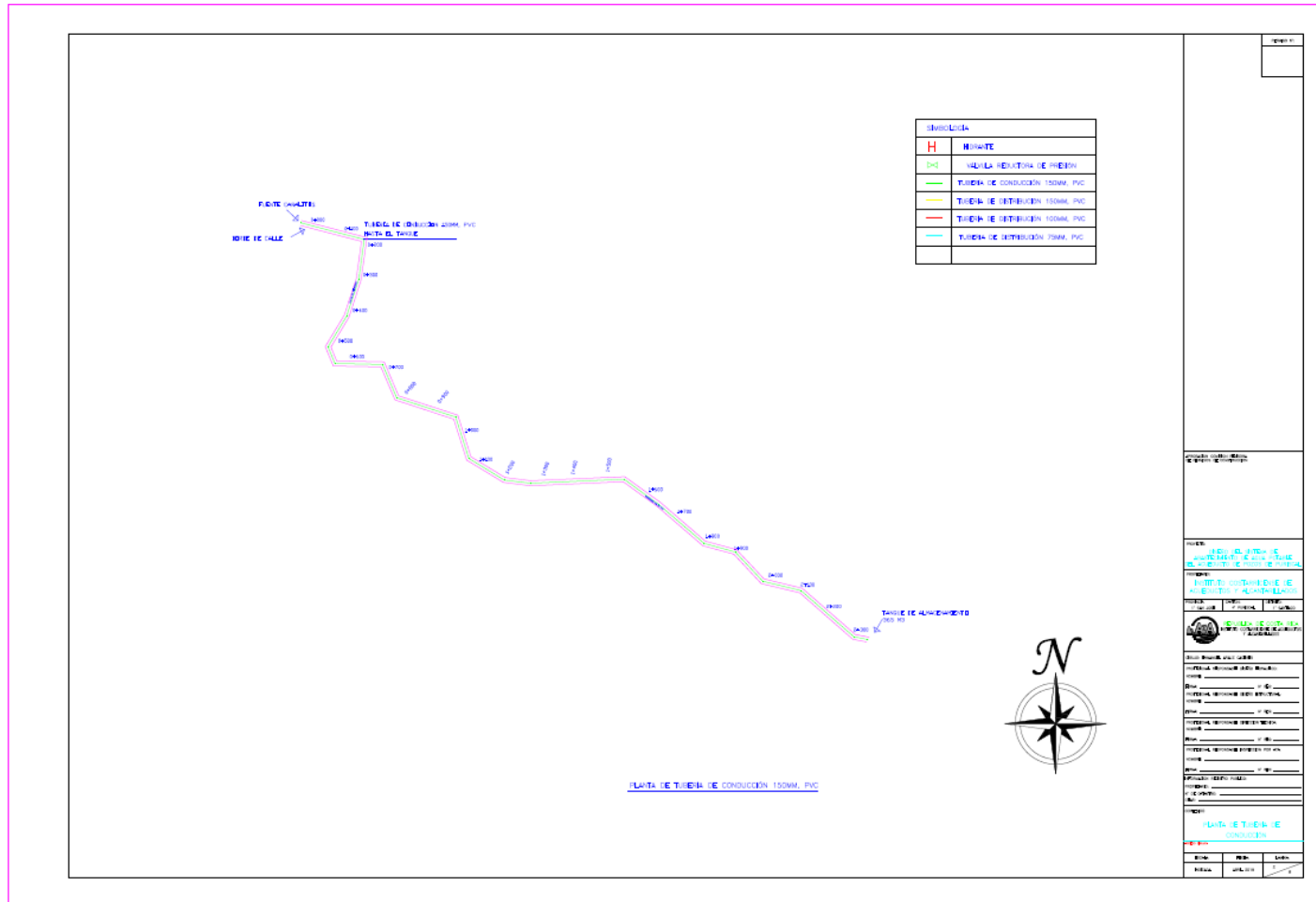
Anexos

Anexo 1: Planta del diseño del acueducto



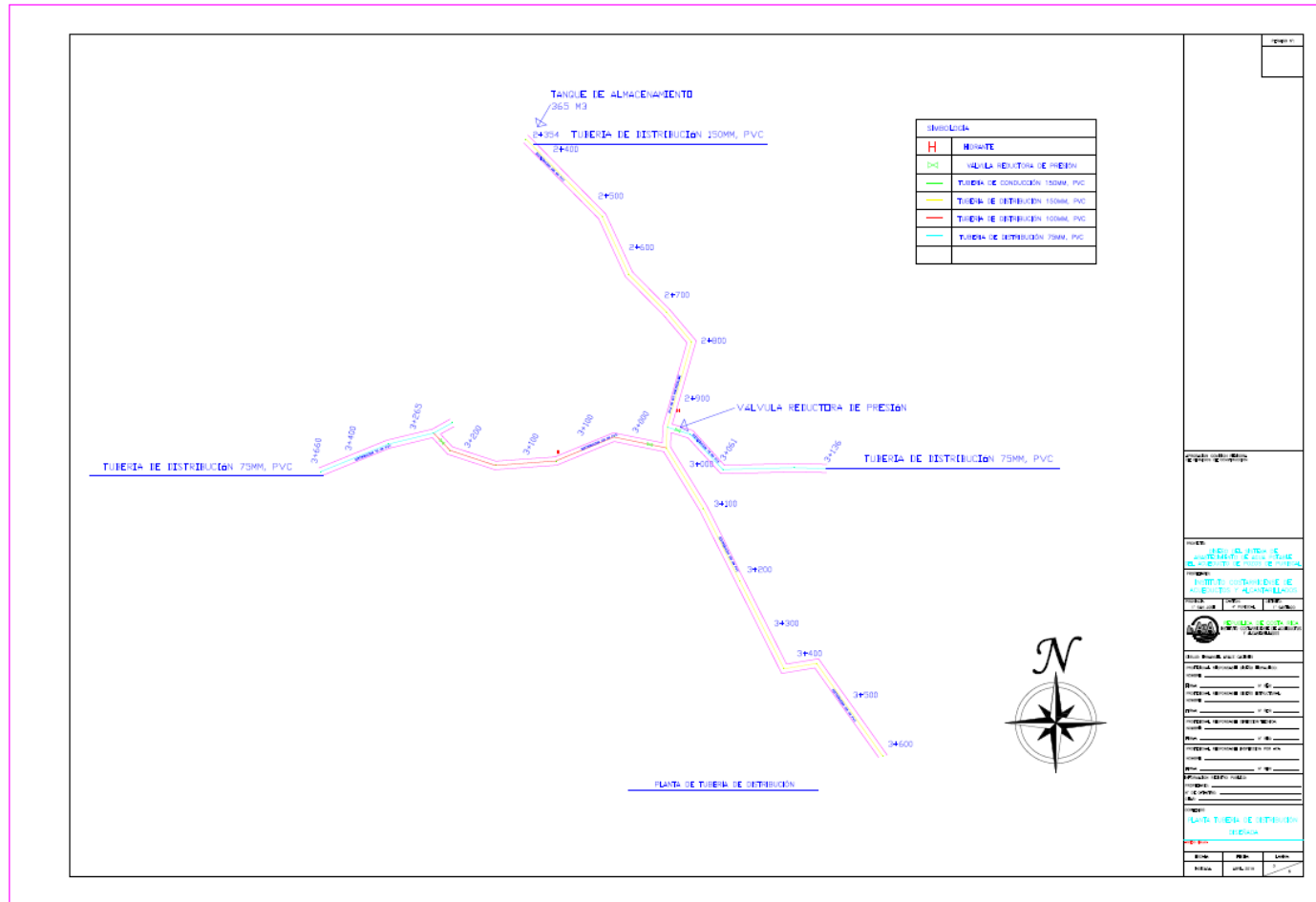
Fuente: Propia

Anexo 2: Planta de la tubería de conducción



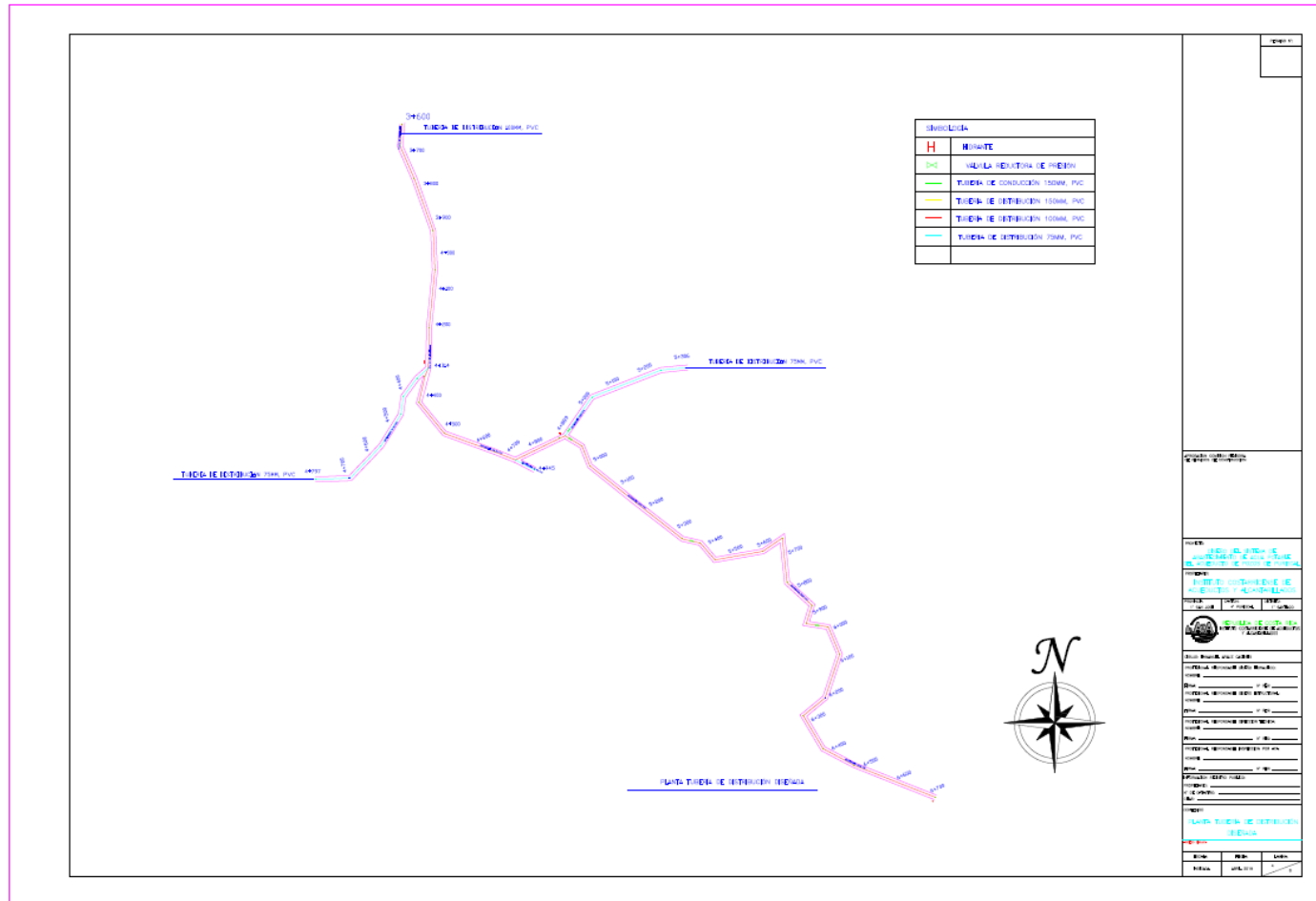
Fuente: Propia

Anexo 3: Planta de la tubería de distribución



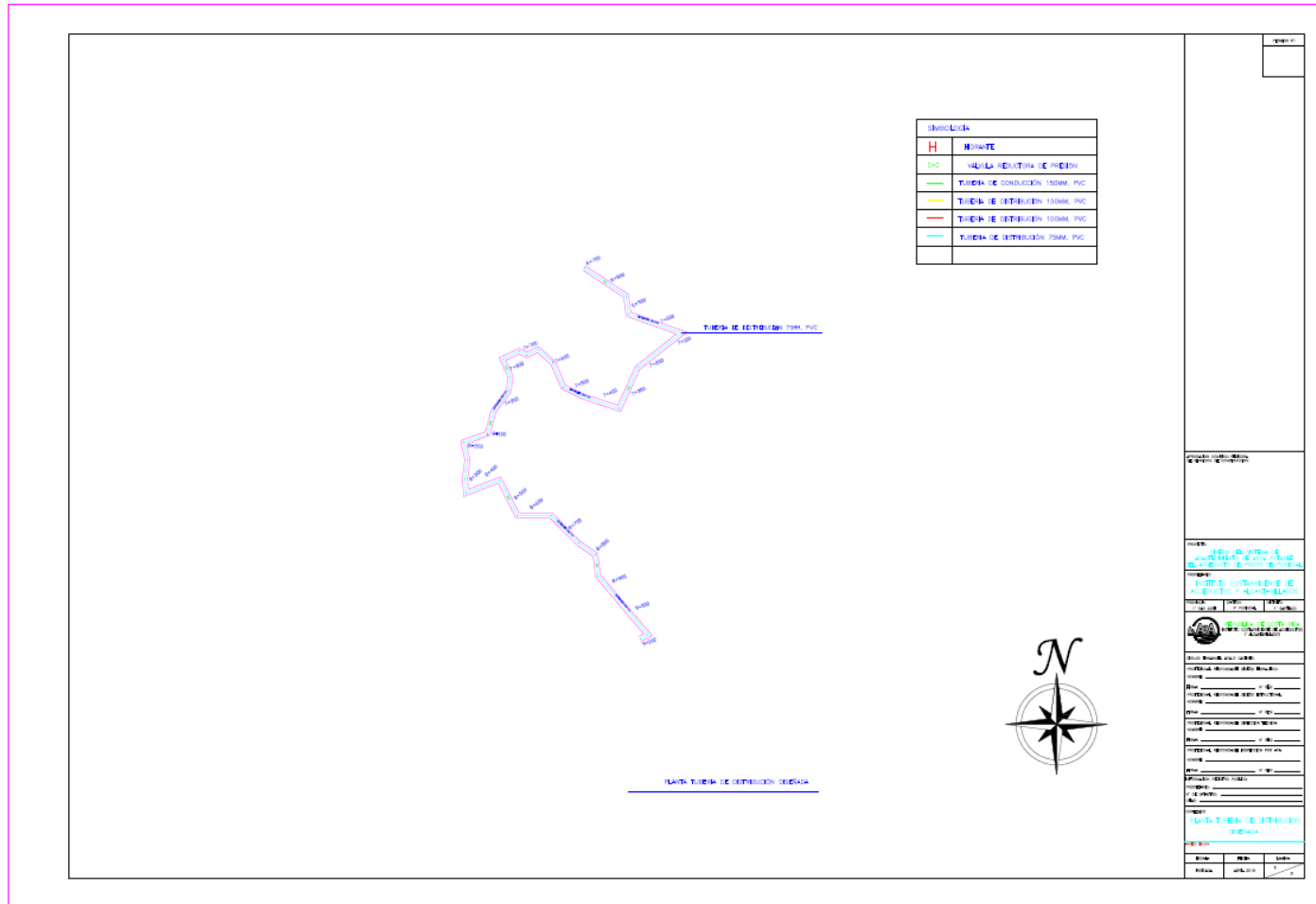
Fuente: Propia.

Anexo 4: Planta de la tubería de distribución



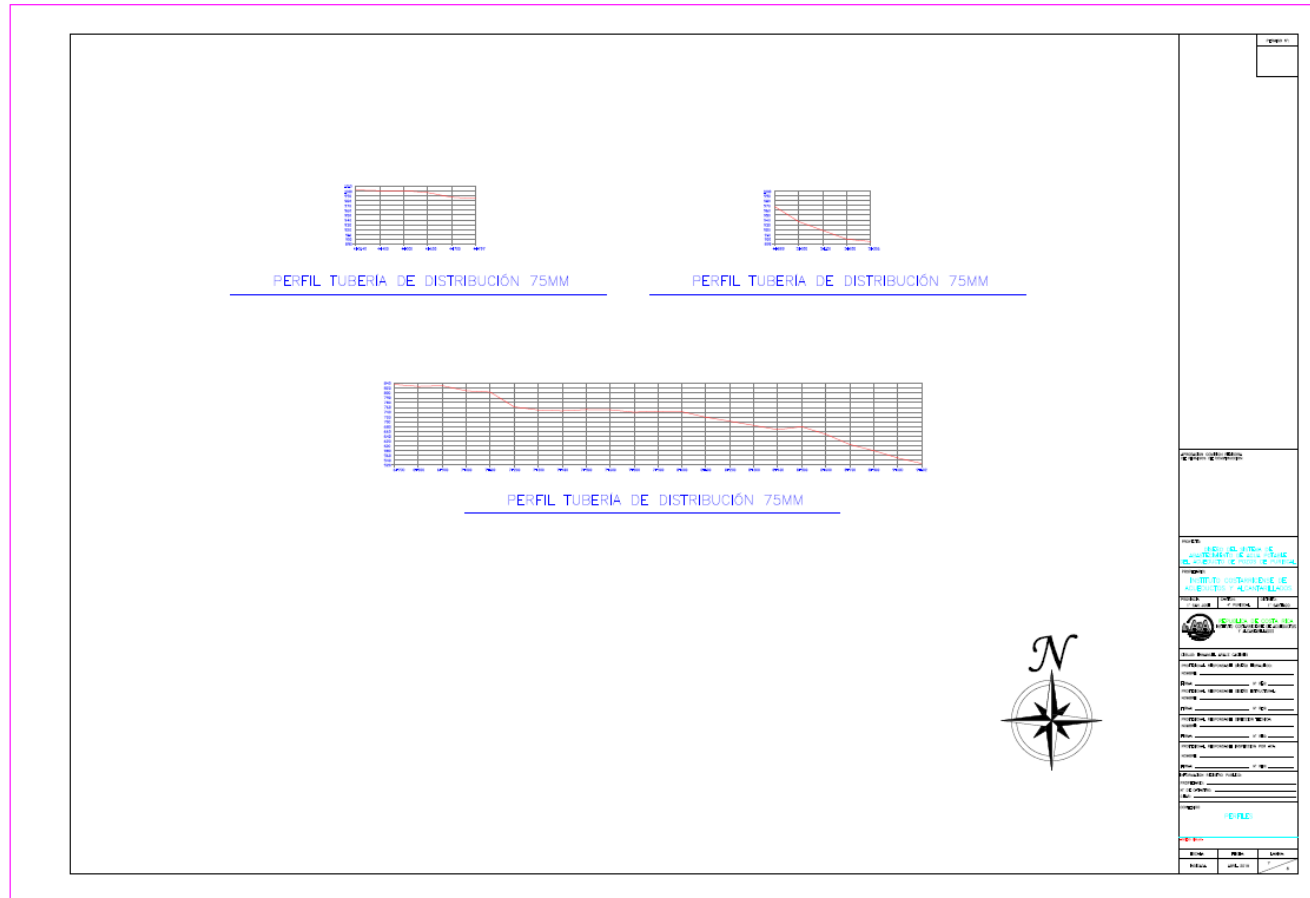
Fuente: Propia.

Anexo 5: Planta de la tubería de distribución



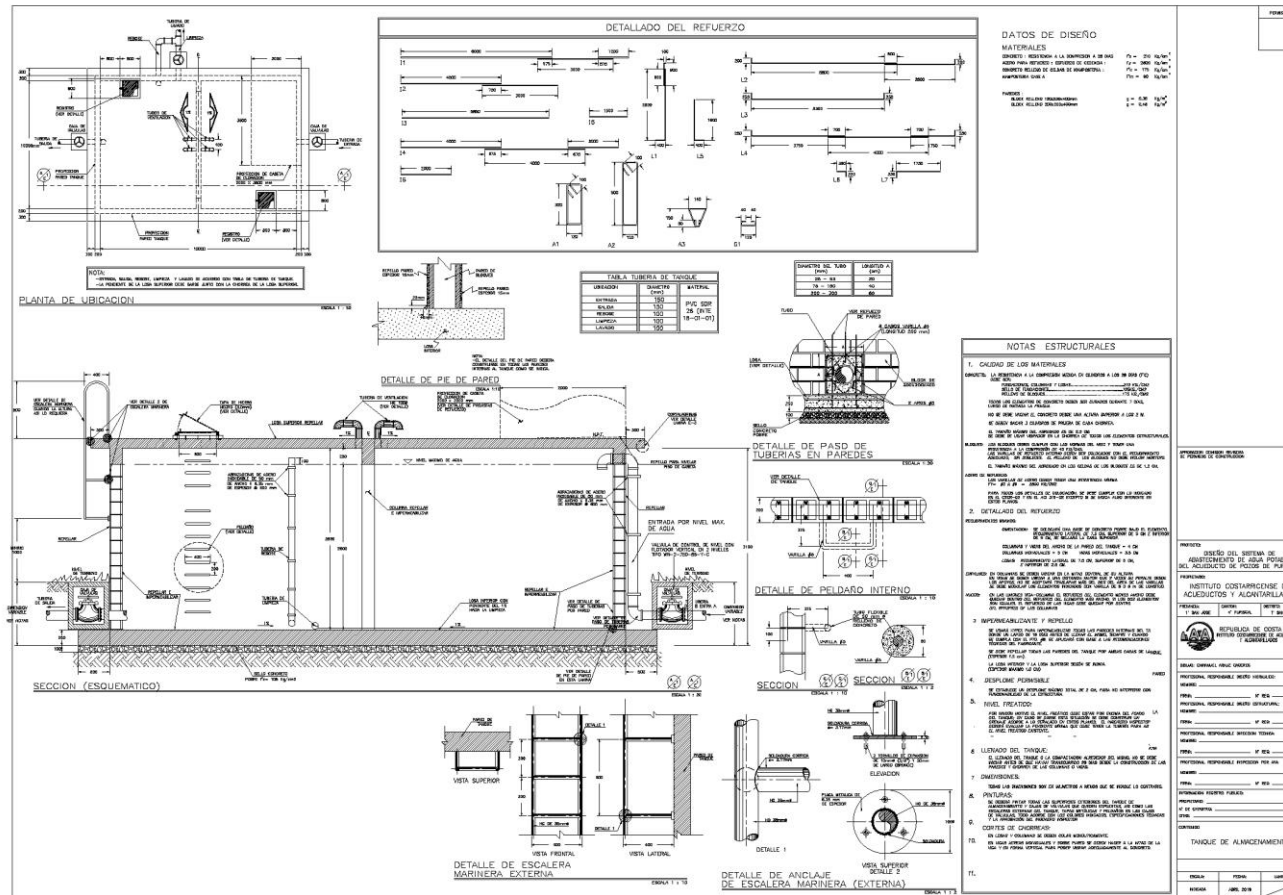
Fuente: Propia.

Anexo 7: Perfiles del terreno donde se instalará la tubería



Fuente: Propia

Anexo 9: Planos de tanque de concreto



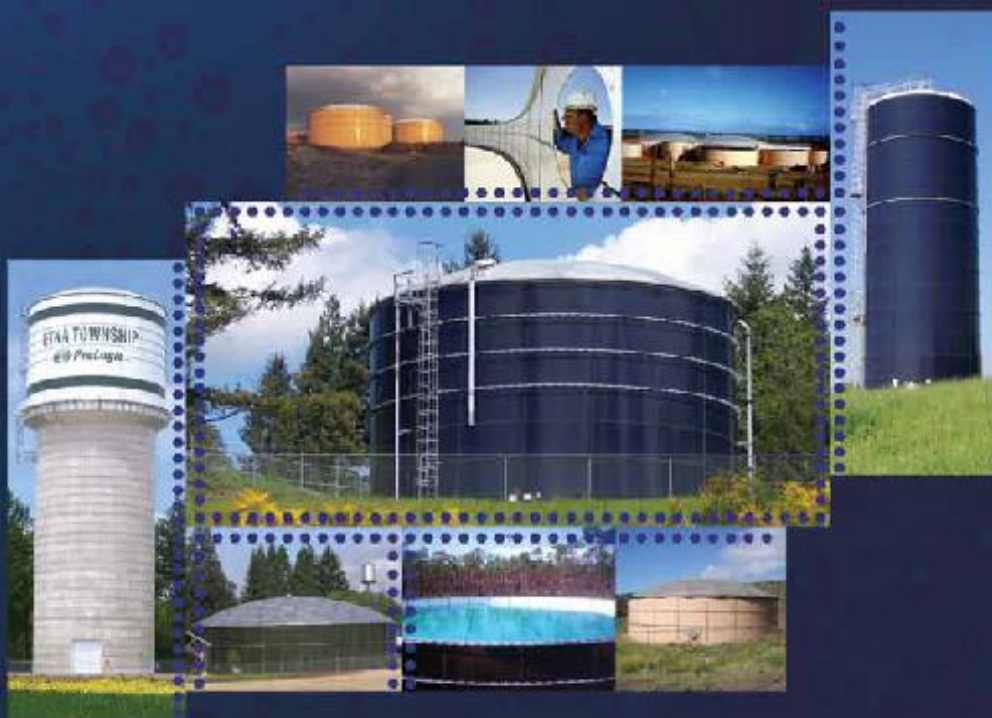
Anexo 12: Especificaciones técnicas, Tanque de acero Vitrificado.

- a) Diseño y Construcción de losa de concreto (monolítica, concreto reforzado y con una lámina de acero vitrificado empotrada como arranque) para soporte de tanque de almacenamiento de hasta trescientos sesenta y cinco metros cúbicos (365 m³)
- b) Se debe construir con láminas de acero vitrificado conforme norma AWWA D-103-09 (o más reciente vigente)
- c) Techo de cúpula de aluminio con soporte estructural conforme los requerimientos de la norma ANSI/AWWA D108-10 (o más reciente vigente).
- d) Pernos de conexión y anclaje galvanizados.
- e) Sellador de poliuretano apto para adherencia a recubrimiento vitrificado (glass coating) para aplicación interior y exterior
- f) Entradas: 1. Fuente cañalitos en 150 mm con su respectiva caja para válvulas.
- g) Salida de fondo en tubería acero SCH40 150 mm con su respectiva caja para válvulas.
- h) Rebalse con tubería de fondo de acero 100 mm.

Anexo 13: Ficha Técnica Tanque de acero Vitrificado.

AQUASTORE®

Tanques de Vidrio con Corazón de Acero



No todos los Tanques de Almacenamiento de Líquidos son Creados por Igual

CST Industries, Inc. (CST) tiene un largo historial en convertir la materia prima del acero en los más finos tanques de almacenamiento disponibles.

Nuestra tecnología de vidrio fusionado al acero fue introducida hace más de 60 años para aplicaciones de almacenamiento seco en agricultura. Hoy CST está dedicada al diseño, fabricación e instalación de tanques empalmados de vidrio fusionado al acero. Más de 100,000 tanques de vidrio fusionado al acero han sido instalados en más de 70 países alrededor del mundo.

La tecnología de vidrio fusionado al acero fue introducida al mercado de almacenamiento de líquidos a mediados de los años setentas como "Aquestore®". Después de más de 30 años de desempeño comprobado, los tanques Aquestore se han convertido en la elección preferida para el almacenamiento de agua potable y muchos líquidos más. Con decenas de miles de clientes satisfechos, los tanques Aquestore han sido "diseñados, elaborados y fabricados" para ser los mejores.

El vidrio fusionado al acero se ha convertido en la tecnología Premium en el almacenamiento de agua y otros líquidos. Los propietarios de tanques Aquestore eligen la tecnología de vidrio fusionado al acero por encima de otros diseños de tanques por varias razones:

- Mínimos requerimientos de mantenimiento durante la vida del tanque
- Mayor vida útil en comparación a los tanques soldados o de concreto
- Construcción más rápida - Fácil ensamble sin grúas ni equipo mecánico especial
- Expandible para ajustarse a futuros requerimientos
- Disponible en diámetros desde 11 pies (3.3 m) hasta 204 pies (62.2 m) y capacidades desde 20,000 galones (76m³) hasta más de 6 millones de galones (22,700 m³)
- Diseños de tanques especiales, opciones y accesorios para cumplir con las necesidades del cliente

CST diseña y fabrica una amplia variedad de tanques en una fábrica certificada con ISO 9001:2000 para cumplir con un gran rango de estándares, incluyendo AWWA D103 - Tanques empalmados de Almacenamiento de Agua de acero, AISC, EC, NBCC, FM y el Estándar NFPA 22.

Un tanque Aquestore significa seguridad

Garantía de que usted recibirá la más alta calidad de Ingeniería, el mejor servicio, la más larga vida útil del producto y el mejor valor en tanques de almacenamiento de líquido.



▲ Instalaciones para estabilización y almacenamiento de sedimentos.



▲ Instalaciones de tanques múltiples de Almacenamiento Plástico.

Garantía



▲ Instalaciones de tanques múltiples de Almacenamiento Plástico.

Vidrio Fusionado al Acero

Tecnología en "Ingeniería" de Fábrica

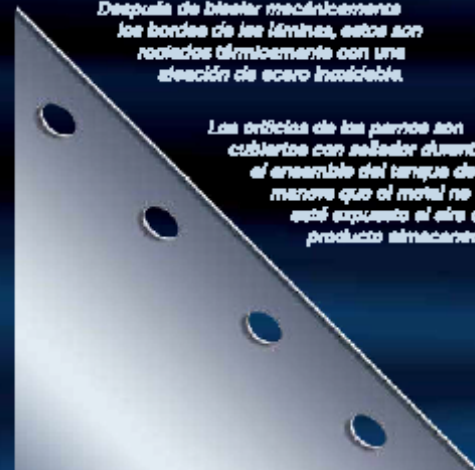
Vidrio fusionado al acero es la tecnología Premium en el mercado de tanques. Las propiedades físicas del recubrimiento de vidrio son especialmente apropiadas para las aplicaciones de almacenamiento municipal e Industrial. La aplicación en fábrica del vidrio sílice en los tanques Aquastore forma una barrera dura e Inerte tanto en las superficies interiores como en las exteriores del tanque para protegerlo del clima y la corrosión. El vidrio fusionado al acero es Impermeable a líquidos y vapores, controla la socavación causada por la corrosión y ofrece excelente resistencia al Impacto y la abrasión. El color no pierde intensidad ni se decolora y la mayoría del grafito puede ser fácilmente removido. ¡Nunca necesita pintarse!

- Un proceso de múltiples pasos es el corazón del sistema de la tecnología del vidrio fusionado al acero
- Las láminas de acero son rociadas con una néfega de gravilla para obtener una superficie uniforme blanca
- Formulaciones propietarias de boro silicato, minerales, agua y arcilla son mezcladas para formar una sustancia, llamada "slip", que se puede rociar sobre las láminas
- Después de la inspección, la mezcla es fusionada a las láminas de acero a temperaturas por encima de los 1,800° F (916° C) para producir el distintivo, brillante y vitrificado acabado Aquastore
- El vidrio fundido reacciona con la superficie de acero perfilado para formar un enlace Inerte, químico Inorgánico y mecánico



▲ Tecnología de punta en calderas de esmalte de porcelana instalada en 2008.

Una nueva caldera de esmalte de porcelana con tecnología de punta fue instalada en CST en el año 2008. Es la caldera esmalte de porcelana más grande y más eficiente en el mundo, lo que mejora la calidad, ahorra energía, incrementa la producción y acelera la entrega de productos de vidrio fusionado al acero a los clientes y usuarios finales. En total, cinco zonas de control avanzado de temperaturas regulan el proceso de esmalteado para producir consistentemente las láminas de extrema alta calidad, finales. En total, cinco zonas de control avanzado de temperatura regulan el proceso de esmalteado para producir consistentemente las láminas de extrema alta calidad.



Después de blanquear mecánicamente los bordes de las láminas, estas son rociadas firmemente con una elección de acero inoxidable.

Las orificios de las partes son cubiertos con sellador durante el ensamblaje del tanque de manera que el metal no está expuesto al aire o al producto almacenado.

Protección Edgecoat®

En el proceso Edgecoat® de propiedad de CST, los bordes de las láminas son rociados firmemente con una elección de acero inoxidable protectora antes de que se le aplique el recubrimiento vitrificado a toda la lámina para su máxima protección.



▲ Láminas de Vidrio Fusionado al Acero en la línea de producción.

Serenidad

Vitrium Technology

El compromiso permanente de CST con el perfeccionamiento del producto ha resultado en el desarrollo de la más reciente innovación de CST en vidrio – Vitrium™. Este recubrimiento combina las extraordinarias propiedades resistentes químicas y físicas del avanzado vidrio mejorado con titanio junto con una estructura, de alta Ingeniería, de burbujas ultra finas. Este proceso resulta en la tecnología de alto rendimiento de vidrio fusionado al acero. Las características de Vitrium y sus beneficios incluyen:

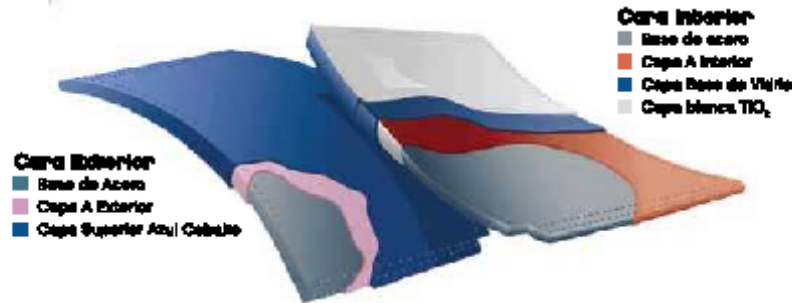
- Fuertes formulaciones de vidrio TiO₂ que proporcionan una vida útil más larga
- La aplicación electrostática del recubrimiento asegura una calidad consistente.

- Máxima efectividad del recubrimiento sin requerir un aumento en el grosor del recubrimiento
- Procesos de tecnología únicos que proporcionan láminas certificadas de fábrica "holiday-free"
- La eficiencia del proceso lleva un precio competitivo
- Ideal para climas fríos y calientes



El vidrio pulverizado está especialmente formulado para producir el recubrimiento azul cobalto distintivo de Aquatone.

Propiedades Físicas – Tecnología Vitrium de Vidrio Fusionado al Acero



Color Interior de la lamina	Blanco
Color Exterior de la lamina	Azul Cobalto (Cobalt Blue), Canela Desierto (Desert Tan), Verde Bosque (Forest Green), Azul Cielo (Sky Blue), Blanco (White)
Grosor Nominal	Interior: 10-18 mils, 280-460 micras Exterior: 7-15 mils, 180-380 micras
Range de Servicio	140° F (60° C) @ 2-11 pH-sueto a verificación, dependiendo en los productos almacenados en específico
Resistencia a la Abrasión	Tabor-8 mg de pérdida (CS-17, 100g, 100 ciclos)
Elasticidad	Módulo de Young 12 x 10 ⁶
Permeabilidad	Impermeable a gases y líquidos dentro de los rangos de temperatura normal de operación
Conductividad Térmica	20.4 BTU en/hr pie ² °F
Facilidad de Limpieza	Suave, Inerte, brillante, anti-pegaños
Dureza	6.0 Mohs
Adherencia	Más de 5,000 psi a la base del acero
Resistencia al Impacto	24 pulg-lb.
Resistencia a la Corrosión ASTM B-117	Excelente, virtualmente sin afectarse por la mayoría de las aguas de desecho, residuos, agua de mar, petróleo crudo, spray salino, químicos orgánicos e inorgánicos

De Arriba hacia Abajo, la Más Rápida Construcción

Cada tanque de Aquastore está diseñado especialmente a las necesidades particulares del cliente. Dado que todos los componentes son fabricados en fábrica y son fácilmente ensamblados, los tanques Aquastore pueden ser instalados en todo tipo de condiciones climáticas donde los tanques soldados en campo y los de concreto no pueden. Los tanques son ensamblados desde arriba hacia abajo por cuadrillas de constructores entrenados en fábrica por medio de un sistema de levantamiento con gatas mecánicas que eleva progresivamente la estructura sin la necesidad de usar grúas costosas. Las cuadrillas de construcción permanecen con seguridad en el piso. Este método de construcción permite un progreso rápido y lógico para terminación a tiempo.

Pisos

Los pisos de Aquastore pueden ser de vidrio fusionado al acero o de concreto armado. Un piso plano de acero es alineado con las láminas de vidrio fusionado al acero. Cuando se usa concreto, las láminas de inicio del tanque Aquastore son empotradas en la losa. Los Distribuidores Autorizados de Aquastore pueden proporcionar la preparación del terreno y la instalación de la cimentación.

Paredes

El ensamble de las paredes del tanque se completa usando una serie de gatas motorizadas especialmente diseñadas para su construcción. Cada lámina de vidrio fusionado al acero es atornillada y sellada en su lugar. Una vez terminado el ensamble del primer anillo, las gatas motorizadas elevan el anillo de tal manera que los anillos subsecuentes puedan ser instalados. En el ensamble de los tanques Aquastore no se requiere de grúas pesadas o de equipo de levantamiento en sitio. Este proceso único de instalación permite la construcción en regiones remotas así como en áreas metropolitanas.

Techos e Domes

Todos los techos o domos de Aquastore son auto soportantes (no requieren columnas de soporte) y son instalados en la fase inicial de la construcción de los tanques. Los techos de vidrio fusionado al acero están disponibles hasta 31 pies (9.45 mts) de diámetro y los domos de aluminio geodésico están disponibles en todos los tamaños.

Los techos de vidrio fusionado al acero son manufacturados con herramientas manuales e incluyen paneles de acero realmente seccionados. Los techos están ensamblados usando el mismo sellador y las mismas técnicas de atornillado utilizadas en los paneles de las paredes.

Los domos geodésicos, auto soportantes de aluminio, están disponibles para el rango completo de los tanques Aquastore. Son construídos con paneles de aluminio triangulares no corrugado interconectados por un sistema de cerchas con estructuras de pestañas. Los domos pueden ser diseñados para cualquier necesidad particular de cada cliente, tomando en cuenta la velocidad del viento, cargas de nieve, zona sísmica y estándar de diseño.

Selladores

Los tanques Aquastore tienen selladores específicamente formulados para resistencia química apropiada para cada aplicación. Cada sellador es inspeccionado en base de ejemplo para asegurar la calidad. El sellador es adecuado para el contacto con el agua potable y está certificado para cumplir con el Estándar NSF-61 para usos indirectos y es resistente al cloro. Los selladores tienen una consistencia parecida al hule, tienen excelente adhesión a la capa de vidrio, bajo nivel de encogimiento y son adecuados para uso interior y exterior.



Economía y Valor de Vida Útil del Tanque



La mayor ventaja económica de los tanques Aquastore es que nunca necesitan pintarse!

¡No todos los tanques son creados de forma igual! La tecnología de vidrio fusionado al acero de un tanque Aquastore entrega un valor de mayor vida útil que los tanques soldados o de concreto. Cuando agrega los beneficios del tanque sobre su ciclo de vida, las ventajas de Aquastore son difíciles de igualar. Es simplemente el tanque de mejor calidad, ofrece el más bajo mantenimiento y simplemente es el mejor tanque disponible hoy en el mercado.

Considere estas ventajas:

- **NUNCA NECESITA PINTARSE**
- Mínimo mantenimiento requerido durante su vida útil
- No se corroe ni se oxida
- Un desempeño del tanque garantizado
- Proyectos llave en mano de un Distribuidor Autorizado de Aquastore desde los diseños aprobados hasta la prueba del tanque
- No hay necesidad de grúas u otros equipos pesados para construcción
- Construya Aquastore en ubicaciones remotas y retiradas
- Minimiza la pérdida de días de construcción debido a retrasos por el clima o por reemplazamientos aplicados en campo
- Diseño de Aquastore para expansiones futuras o reubicación
- Remueve fácilmente la mayoría del graffiti

La mayor ventaja económica es que un tanque Aquastore nunca necesita pintarse! El dinero presupuestado para las reparaciones de un tanque de concreto o de volver a pintar un tanque soldado cada 5 a 12 años puede ser dirigido a otras necesidades particulares del cliente.

Los tanques de concreto son costosos, requieren largo periodo de construcción, necesitan de mucho espacio para su construcción y no son "libres de mantenimiento". Las especificaciones del diseño permiten niveles reducidos de fugas y algunos niveles de grietas son básicamente aceptables. Los tanques de concreto normalmente tardan más tiempo para ser construidos que uno de Aquastore.

Los tanques soldados normalmente tardan meses a ser construidos. Están limitados por los factores climáticos al ser construidos y revestidos en campo. Los tanques soldados suelen tener altos costos de mantenimiento y deben ser pintados periódicamente durante su ciclo de vida. Normalmente, sus garantías se dan sólo un año después de su instalación.

**Bajo
Mantenimiento**

Diseños de Tanques para Cumplir Con diferentes Aplicaciones típicas



Tanque de Almacenamiento Superficial



Tanque Elevado



Columna Ascendente



Lixiviación



Clarificador



Biodiesel



Tratamiento de Aguas Residuales



Digestores Anaeróbicos



Etanol

Concesionarios Autorizados Aquastore

Los concesionarios Autorizados Aquastore ofrecen un proyecto LLAVE EN MANO para proporcionar a los clientes el servicio, soporte y la experiencia desde el comienzo hasta el final. Además de vender y construir un tanque Aquastore, los concesionarios de ventas y especialistas de servicio pueden ofrecer lo siguiente:

- Valor de Ingeniería – análisis del costo total
- Configuración y datos del diseño del tanque
- Presupuesto
- Especificaciones de Ingeniería del proyecto
- Asistencia en los Criterios de Diseño
- Dibujos y planos del Layout del Tanque
- Aprobación de Dibujos
- Dibujos Certificados
- Preparación y layout del terreno
- Programa de construcción del tanque
- Cálculos Estructurales
- Pruebas y entrega del tanque en operación
- Inspección y reparación del tanque
- Servicios de Mantenimiento
- Reubicación e expansión
- Trabajo en Concreto
- Trabajo de Tuberías (alimentación, distribución, rebosa, drenaje etc.)
- Alameamiento (espumado, tablas, etc.)
- Instalaciones del Domo
- Construcción tipo llave en mano del tanque
- Servicio Post-venta

Un tanque Aquastore requiere de mínimo mantenimiento durante su ciclo de vida y los concesionarios de CST pueden proporcionarle paquetes de servicio completo ajustados a la aplicación que el cliente necesite. Lo más importante es que la tecnología de vidrio fusionado al acero experimenta muy leve impacto ambiental y nunca necesita pintarse, ahorrando miles de dólares a largo plazo.



Compromiso



Paquetes llave en mano desde preparación del terreno hasta la terminación y puesta en operación del tanque.



Características y Accesorios

Los sistemas básicos de Aquastore

Consisten en:

- Paredes de vidrio fusionado al acero
- Escalera, caja de protección y plataforma
- Protección catódica
- Ventilación de gravedad
- Techo de vidrio fusionado al acero o Aquadome geodésicos de aluminio
- Entradas hombre en el techo, domo y anillo interior
- Tuberías de desagüe
- Tornillería y sellador requerido para ensamblar el tanque

● Protección Catódica

El sistema de Protección catódica de un tanque Aquastore usa ánodos de sacrificio para proteger las barras de refuerzo, mitigar la corrosión y proporcionar protección a las superficies internas emergidas del tanque. El sistema está incorporado en la garantía del tanque Aquastore.

● Ventilación por Gravedad

La ventilación por gravedad del tanque Aquastore es diseñada para permitir el intercambio de aire durante el llenado y el vaciado. Estos están equipados con una malla anticorruña que impide el acceso a pájaros e insectos.

● Escalera, Caja y Plataforma

Las escaleras del tanque Aquastore son construídas con rieles y peldaños de aluminio con juntas de protección galvanizadas en caliente y plataformas de descanso. También se disponen de escaleras con cerradura de acceso.

● Entrada hombre lateral

Las entradas hombre de los tanques Aquastore están diseñadas de acuerdo a los Estándares AWWA D103. Son de 24 pulgadas (61 cm), 30 pulgadas (76 cm) o de 36 pulgadas (91 cm) de diámetro y son fabricadas en acero galvanizado en caliente o acero inoxidable.



● Tornillería y Selladores

La tornillería y los selladores para el ensamblaje de Aquastore son proporcionados con cada orden. Tipos específicos, tal como los selladores resistentes al cloro o el hardware con coberturas protectoras, son hechos para las aplicaciones particulares. Disponemos también de encapsulados plásticos para las cabezas de los tornillos, para mejor protección y aislamiento.

Additional options and accessories.

Accesorios adicionales están disponibles para cumplir las necesidades de uso y de especificaciones. Los accesorios incluyen:

- Colores
- Coberturas y Sellador
- Boquillas
- Baffles y paredes internas
- Pasarelas de techos, rieles y escaleras
- Indicadores de nivel

Colores

Los recubrimientos de vidrio de Aquastore están disponibles en estándar azul cobalto ú otros cuatro colores de exterior. Los colores Verde Bosque (Forest green), Azul Cielo (sky blue), Canela Desierto (desert tan) o blanco (white) están disponibles. Pregunte por colores especiales. El color interior siempre es blanco.

Exterior Colors:



Azul Cobalto (Cobalt Blue)



Azul Cielo (Sky Blue)



Canela Desierto (Desert Tan)



Verde Bosque (Forest Green)



Blanco (White)

*Colors represented are not exact reproductions but are good representations of available colors.



Coberturas y Sellador

Durables coberturas de plástico para los pernos ofrecen protección adicional contra el clima y la corrosión. Se dispone también de selladores alternos para aplicaciones especializadas.

Boquillas y baffles

Las boquillas y baffles están disponibles dependiendo del uso y necesidad particular del tanque. La flexibilidad de Ingeniería permite que estos accesorios sean incorporados en el diseño del tanque.



Pasarelas, rieles y escaleras

Una opción para la escalera estándar y la jaula de seguridad de una pasarela y una escalera. Las pasarelas de Aquastore son de acero galvanizado en caliente y son apropiados para

situaciones cuando el acceso superior al tanque es requerido. Ambos, las pasarelas y las escaleras están disponibles con su Distribuidor Autorizado local.

Indicadores de Nivel

Durables y funcionales, los indicadores de nivel de líquido son una opción utilitaria que pueden ser instalados como parte de la operación de ensamblaje.



Servicio

Anexo 12: Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241 a utilizar en el diseño.

Durman®

FT Tubería Tipo SDR

Descripción

Tubería de PVC para conducción de agua potable.

Presentación

Tubería PVC

Diámetros de ½ a 18 pulgadas

Empaque Rieber incorporado o campana cementada

La presión de trabajo varía de acuerdo al SDR

Norma de referencia ASTM D 2241

Aplicaciones y consideraciones básicas

- Este producto es utilizado solamente para sistemas de distribución agua.
- No es apto para la distribución de gases o aire comprimido.

Normas de producto

- Norma ASTM D 2241
- NSF STD 14-61 (si el cliente lo requiere)

Características generales

- Fácil instalación
- Químicamente inerte
- No produce olores ni sabores
- Libres de plomo
- Apariencia uniforme

Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241

Diam. Nom.	Diámetro Promedio Externo (mm)	Espesor mínimo de pared (mm) (Tolerancia positiva equivalente al 8% del espesor mínimo)					
		SDR 41	SDR 32,6	SDR 28	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6
12	21,34±0,10	---	---	---	---	---	1,57±0,09
18	26,67±0,10	---	---	---	1,52±0,09	1,57±0,09	1,98±0,12
25	33,40±0,13	---	---	1,52±0,09	1,60±0,10	1,96±0,12	2,46±0,15
31	42,16±0,13	1,18±0,07	1,52±0,09	1,63±0,10	2,01±0,12	2,49±0,15	3,12±0,19
38	48,26±0,15	1,18±0,07	1,52±0,09	1,85±0,11	2,29±0,14	2,84±0,17	3,58±0,21
50	60,32±0,15	1,47±0,09	1,85±0,11	2,31±0,14	2,87±0,17	3,56±0,21	4,47±0,27
62	73,02±0,18	1,78±0,11	2,24±0,13	2,79±0,17	3,48±0,21	4,29±0,26	5,41±0,32
75	88,90±0,20	2,16±0,13	2,74±0,16	3,43±0,21	4,24±0,25	5,23±0,31	6,58±0,39
100	114,30±0,23	2,79±0,17	3,51±0,21	4,39±0,26	5,44±0,33	6,73±0,40	8,46±0,51
150	168,28±0,28	4,11±0,25	5,18±0,31	6,48±0,39	8,03±0,48	9,91±0,59	12,47±0,75
200	219,08±0,38	5,33±0,32	6,73±0,40	8,43±0,51	10,41±0,62	12,90±0,77	---
250	273,05±0,38	6,65±0,40	8,41±0,50	10,49±0,63	12,98±0,78	16,05±0,96	---
300	323,85±0,38	7,90±0,47	9,96±0,60	12,45±0,75	15,39±0,92	19,05±1,14	---
375	388,62±0,41	9,47±0,57	11,96±0,72	14,94±0,90	18,49±1,11	---	---
450	457,20±0,48	11,15±0,67	14,07±0,84	17,58±1,05	21,77±1,31	26,90±1,61	---

Presión nominal de trabajo a 23 °C

	SDR 41	SDR 32,5	SDR 28	SDR 21	SDR 17	SDR 13,5
psi	100	125	160	200	250	315
Kg/cm ²	7,03	8,93	11,25	14,06	17,58	22,15
kPa	690	862	1103	1379	1724	2172



Apéndices

Apéndice 1: Longitudes y velocidades diseñadas.

Tabla de Red - Líneas				00:00 Horas		06:00 Horas		09:00 Horas		12:00 Horas		19:00 Horas	
	Longitud	Diámetro	Material	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería L1	186.7	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L2	111.4	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L3	107.3	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L4	100.3	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L5	50.13	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L6	131.4	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L7	100.6	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L8	171.5	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L9	120.2	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L10	114.6	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L11	73.12	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L12	259.2	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L13	119.3	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L14	165.7	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L15	88.77	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L16	111.5	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L17	109.1	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L18	194.9	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L19	38.78	150	PVC	0.00	0.00	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65	11.45	0.65
Tubería L20	180.89	150	PVC	14.18	0.80	14.18	0.80	14.18	0.80	14.18	0.80	14.18	0.80
Tubería L21	106	150	PVC	14.03	0.79	14.03	0.79	14.03	0.79	14.03	0.79	14.03	0.79
Tubería L22	88.05	150	PVC	13.88	0.79	13.88	0.79	13.88	0.79	13.88	0.79	13.88	0.79
Tubería L23	65.19	150	PVC	13.72	0.78	13.72	0.78	13.72	0.78	13.72	0.78	13.72	0.78
Tubería L24	147.3	150	PVC	13.57	0.77	13.57	0.77	13.57	0.77	13.57	0.77	13.57	0.77
Tubería L25	34.76	150	PVC	12.94	0.73	12.94	0.73	12.94	0.73	12.94	0.73	12.94	0.73
Tubería L27	79.59	75	PVC	0.32	0.07	0.32	0.07	0.32	0.07	0.32	0.07	0.32	0.07
Tubería L28	119.2	75	PVC	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07
Tubería L29	56.32	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L31	106.1	100	PVC	1.08	0.14	1.08	0.14	1.08	0.14	1.08	0.14	1.08	0.14
Tubería L32	101.1	100	PVC	0.92	0.12	0.92	0.12	0.92	0.12	0.92	0.12	0.92	0.12
Tubería L33	79.42	100	PVC	0.77	0.10	0.77	0.10	0.77	0.10	0.77	0.10	0.77	0.10
Tubería L35	78.67	75	PVC	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07
Tubería L36	122.8	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L37	34.86	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L38	118	150	PVC	11.55	0.65	11.55	0.65	11.55	0.65	11.55	0.65	11.55	0.65
Tubería L39	134.8	150	PVC	11.40	0.64	11.40	0.64	11.40	0.64	11.40	0.64	11.40	0.64

Tabla de Red - Líneas				00:00 Horas		06:00 Horas		09:00 Horas		12:00 Horas		19:00 Horas	
	Longitud	Diámetro	Material	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería L40	163.8	150	PVC	11.24	0.64	11.24	0.64	11.24	0.64	11.24	0.64	11.24	0.64
Tubería L41	54.81	150	PVC	11.09	0.63	11.09	0.63	11.09	0.63	11.09	0.63	11.09	0.63
Tubería L42	189.6	150	PVC	10.93	0.62	10.93	0.62	10.93	0.62	10.93	0.62	10.93	0.62
Tubería L43	63.19	100	PVC	10.78	1.37	10.78	1.37	10.78	1.37	10.78	1.37	10.78	1.37
Tubería L44	99.33	100	PVC	10.63	1.35	10.63	1.35	10.63	1.35	10.63	1.35	10.63	1.35
Tubería L45	153.3	100	PVC	10.47	1.33	10.47	1.33	10.47	1.33	10.47	1.33	10.47	1.33
Tubería L46	109.4	100	PVC	10.32	1.31	10.32	1.31	10.32	1.31	10.32	1.31	10.32	1.31
Tubería L47	159.7	100	PVC	10.16	1.29	10.16	1.29	10.16	1.29	10.16	1.29	10.16	1.29
Tubería L48	113.6	100	PVC	10.01	1.27	10.01	1.27	10.01	1.27	10.01	1.27	10.01	1.27
Tubería L49	41.87	75	PVC	0.92	0.21	0.92	0.21	0.92	0.21	0.92	0.21	0.92	0.21
Tubería L50	63.31	75	PVC	0.77	0.17	0.77	0.17	0.77	0.17	0.77	0.17	0.77	0.17
Tubería L51	49.3	75	PVC	0.62	0.14	0.62	0.14	0.62	0.14	0.62	0.14	0.62	0.14
Tubería L52	103.7	75	PVC	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10
Tubería L53	123.9	75	PVC	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07
Tubería L54	97.29	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L55	24.58	100	PVC	8.93	1.14	8.93	1.14	8.93	1.14	8.93	1.14	8.93	1.14
Tubería L56	74.68	100	PVC	8.78	1.12	8.78	1.12	8.78	1.12	8.78	1.12	8.78	1.12
Tubería L57	110.7	100	PVC	8.62	1.10	8.62	1.10	8.62	1.10	8.62	1.10	8.62	1.10
Tubería L58	149.1	100	PVC	8.47	1.08	8.47	1.08	8.47	1.08	8.47	1.08	8.47	1.08
Tubería L59	61.76	100	PVC	8.32	1.06	8.32	1.06	8.32	1.06	8.32	1.06	8.32	1.06
Tubería L60	61.16	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L61	137.8	100	PVC	8.01	1.02	8.01	1.02	8.01	1.02	8.01	1.02	8.01	1.02
Tubería L62	17	100	PVC	7.85	1.00	7.85	1.00	7.85	1.00	7.85	1.00	7.85	1.00
Tubería L64	209	75	PVC	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07
Tubería L65	74.74	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L67	59.05	100	PVC	7.08	0.90	7.08	0.90	7.08	0.90	7.08	0.90	7.08	0.90
Tubería L68	164.3	100	PVC	6.93	0.88	6.93	0.88	6.93	0.88	6.93	0.88	6.93	0.88
Tubería L69	164.3	100	PVC	6.78	0.86	6.78	0.86	6.78	0.86	6.78	0.86	6.78	0.86
Tubería L71	61.66	100	PVC	6.47	0.82	6.47	0.82	6.47	0.82	6.47	0.82	6.47	0.82
Tubería L72	135.7	100	PVC	6.31	0.80	6.31	0.80	6.31	0.80	6.31	0.80	6.31	0.80
Tubería L73	67.26	100	PVC	6.16	0.78	6.16	0.78	6.16	0.78	6.16	0.78	6.16	0.78
Tubería L74	124.1	100	PVC	6.01	0.76	6.01	0.76	6.01	0.76	6.01	0.76	6.01	0.76
Tubería L75	94.73	100	PVC	5.85	0.75	5.85	0.75	5.85	0.75	5.85	0.75	5.85	0.75
Tubería L76	54.04	100	PVC	5.70	0.73	5.70	0.73	5.70	0.73	5.70	0.73	5.70	0.73
Tubería L78	82.4	100	PVC	5.39	0.69	5.39	0.69	5.39	0.69	5.39	0.69	5.39	0.69
Tubería L79	127.9	100	PVC	5.24	0.67	5.24	0.67	5.24	0.67	5.24	0.67	5.24	0.67
Tubería L80	77.84	100	PVC	5.08	0.65	5.08	0.65	5.08	0.65	5.08	0.65	5.08	0.65
Tubería L81	107	100	PVC	4.93	0.63	4.93	0.63	4.93	0.63	4.93	0.63	4.93	0.63
Tubería L82	98.49	100	PVC	4.77	0.61	4.77	0.61	4.77	0.61	4.77	0.61	4.77	0.61
Tubería L84	138.3	75	PVC	4.47	1.01	4.47	1.01	4.47	1.01	4.47	1.01	4.47	1.01
Tubería L85	51.82	75	PVC	4.31	0.98	4.31	0.98	4.31	0.98	4.31	0.98	4.31	0.98
Tubería L86	157.3	75	PVC	4.16	0.94	4.16	0.94	4.16	0.94	4.16	0.94	4.16	0.94

Tabla de Red - Líneas				00:00 Horas		06:00 Horas		09:00 Horas		12:00 Horas		19:00 Horas	
	Longitud	Diámetro	Material	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal	Velocidad
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s	LPS	m/s
Tubería L87	155.7	75	PVC	4.00	0.91	4.00	0.91	4.00	0.91	4.00	0.91	4.00	0.91
Tubería L89	106.7	75	PVC	3.70	0.84	3.70	0.84	3.70	0.84	3.70	0.84	3.70	0.84
Tubería L90	59.81	75	PVC	3.54	0.80	3.54	0.80	3.54	0.80	3.54	0.80	3.54	0.80
Tubería L91	76.48	75	PVC	3.39	0.77	3.39	0.77	3.39	0.77	3.39	0.77	3.39	0.77
Tubería L103	40.39	75	PVC	1.54	0.35	1.54	0.35	1.54	0.35	1.54	0.35	1.54	0.35
Tubería L104	99.93	75	PVC	1.39	0.31	1.39	0.31	1.39	0.31	1.39	0.31	1.39	0.31
Tubería L106	93.41	75	PVC	1.08	0.24	1.08	0.24	1.08	0.24	1.08	0.24	1.08	0.24
Tubería L107	108.3	75	PVC	0.92	0.21	0.92	0.21	0.92	0.21	0.92	0.21	0.92	0.21
Tubería L108	57.65	75	PVC	0.77	0.17	0.77	0.17	0.77	0.17	0.77	0.17	0.77	0.17
Tubería L110	108.1	75	PVC	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10
Tubería L111	108.8	75	PVC	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07	0.31	0.07
Tubería L112	25.1	75	PVC	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03	0.15	0.03
Tubería L92	52.73	75	PVC	3.23	0.73	3.23	0.73	3.23	0.73	3.23	0.73	3.23	0.73
Tubería L93	36.71	75	PVC	3.08	0.70	3.08	0.70	3.08	0.70	3.08	0.70	3.08	0.70
Tubería L94	21.96	75	PVC	2.93	0.66	2.93	0.66	2.93	0.66	2.93	0.66	2.93	0.66
Tubería L95	51.12	75	PVC	2.77	0.63	2.77	0.63	2.77	0.63	2.77	0.63	2.77	0.63
Tubería L97	40.12	75	PVC	2.46	0.56	2.46	0.56	2.46	0.56	2.46	0.56	2.46	0.56
Tubería L98	71.5	75	PVC	2.31	0.52	2.31	0.52	2.31	0.52	2.31	0.52	2.31	0.52
Tubería L100	70	75	PVC	2.00	0.45	2.00	0.45	2.00	0.45	2.00	0.45	2.00	0.45
Tubería L101	50.16	75	PVC	1.85	0.42	1.85	0.42	1.85	0.42	1.85	0.42	1.85	0.42
Tubería L102	54.5	75	PVC	1.69	0.38	1.69	0.38	1.69	0.38	1.69	0.38	1.69	0.38
Válvula VA1		75		0.48	0.11	0.48	0.11	0.48	0.11	0.48	0.11	0.48	0.11
Válvula VA2		100		1.23	0.16	1.23	0.16	1.23	0.16	1.23	0.16	1.23	0.16
Válvula VA3		100		0.62	0.08	0.62	0.08	0.62	0.08	0.62	0.08	0.62	0.08
Válvula VA4		75		0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10	0.46	0.10
Válvula VA5		100		7.24	0.92	7.24	0.92	7.24	0.92	7.24	0.92	7.24	0.92
Válvula VA6		100		6.62	0.84	6.62	0.84	6.62	0.84	6.62	0.84	6.62	0.84
Válvula VA7		100		5.54	0.71	5.54	0.71	5.54	0.71	5.54	0.71	5.54	0.71
Válvula VA8		100		4.62	0.59	4.62	0.59	4.62	0.59	4.62	0.59	4.62	0.59
Válvula VA9		75		3.85	0.87	3.85	0.87	3.85	0.87	3.85	0.87	3.85	0.87
Válvula VA10		75		2.62	0.59	2.62	0.59	2.62	0.59	2.62	0.59	2.62	0.59
Válvula VA11		75		2.16	0.49	2.16	0.49	2.16	0.49	2.16	0.49	2.16	0.49
Válvula VA12		75		1.23	0.28	1.23	0.28	1.23	0.28	1.23	0.28	1.23	0.28
Válvula VA13		75		0.62	0.14	0.62	0.14	0.62	0.14	0.62	0.14	0.62	0.14

Fuente: Propia

Apéndice 2: Presiones diseñada

Tabla de Red - Nudos		00:00 horas		06:00 horas		09:00 horas		12:00 horas		19:00 horas	
ID Nudo	Cota	Demanda	Presión	Demanda	Presión	Demanda	Presión	Demanda	Presión	Demanda	Presión
	m	LPS	m	LPS	m	LPS	m	LP	m	LPS	m
Conexión CO1	1004	0.00	46.00	0.00	45.37	0.00	45.37	0.00	45.37	0.00	45.37
Conexión CO2	1006	0.00	44.00	0.00	42.99	0.00	42.99	0.00	42.99	0.00	42.99
Conexión CO3	1006	0.00	44.00	0.00	42.62	0.00	42.62	0.00	42.62	0.00	42.62
Conexión CO4	1019	0.00	31.00	0.00	29.28	0.00	29.28	0.00	29.28	0.00	29.28
Conexión CO5	1022	0.00	28.00	0.00	26.11	0.00	26.11	0.00	26.11	0.00	26.11
Conexión CO6	1017	0.00	33.00	0.00	30.66	0.00	30.66	0.00	30.66	0.00	30.66
Conexión CO7	1018	0.00	32.00	0.00	29.32	0.00	29.32	0.00	29.32	0.00	29.32
Conexión CO8	1018	0.00	32.00	0.00	28.74	0.00	28.74	0.00	28.74	0.00	28.74
Conexión CO9	1020	0.00	30.00	0.00	26.33	0.00	26.33	0.00	26.33	0.00	26.33
Conexión CO10	1020	0.00	30.00	0.00	25.94	0.00	25.94	0.00	25.94	0.00	25.94
Conexión CO11	1017	0.00	33.00	0.00	28.69	0.00	28.69	0.00	28.69	0.00	28.69
Conexión CO12	1016	0.00	34.00	0.00	28.81	0.00	28.81	0.00	28.81	0.00	28.81
Conexión CO13	1006	0.00	44.00	0.00	38.41	0.00	38.41	0.00	38.41	0.00	38.41
Conexión CO14	1003	0.00	47.00	0.00	40.84	0.00	40.84	0.00	40.84	0.00	40.84
Conexión CO15	1005	0.00	45.00	0.00	38.54	0.00	38.54	0.00	38.54	0.00	38.54
Conexión CO16	1004	0.00	46.00	0.00	39.16	0.00	39.16	0.00	39.16	0.00	39.16
Conexión CO17	1006	0.00	44.00	0.00	36.79	0.00	36.79	0.00	36.79	0.00	36.79
Conexión CO18	1008	0.00	42.00	0.00	34.13	0.00	34.13	0.00	34.13	0.00	34.13
Conexión CO19	1012	0.15	29.09	0.15	29.09	0.15	29.09	0.15	29.08	0.15	29.08
Conexión CO20	1013	0.15	27.56	0.15	27.56	0.15	27.56	0.15	27.56	0.15	27.56
Conexión CO21	1014	0.15	26.13	0.15	26.13	0.15	26.13	0.15	26.13	0.15	26.13
Conexión CO22	1012	0.15	27.82	0.15	27.82	0.15	27.82	0.15	27.82	0.15	27.82
Conexión CO23	1012	0.15	27.14	0.15	27.14	0.15	27.14	0.15	27.14	0.15	27.14
Conexión CO24	1011	0.15	27.99	0.15	27.99	0.15	27.99	0.15	27.99	0.15	27.99
Conexión CO25	1006	0.15	16.00	0.15	16.00	0.15	16.00	0.15	16.00	0.15	16.00
Conexión CO26	1002	0.02	19.99	0.02	19.99	0.02	19.99	0.02	19.99	0.02	19.99
Conexión CO27	987	0.15	34.97	0.15	34.97	0.15	34.97	0.15	34.97	0.15	34.97
Conexión CO28	973	0.15	48.97	0.15	48.97	0.15	48.97	0.15	48.97	0.15	48.97
Conexión CO29	995	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00
Conexión CO30	975	0.15	34.97	0.15	34.97	0.15	34.97	0.15	34.97	0.15	34.97
Conexión CO31	968	0.15	41.94	0.15	41.94	0.15	41.94	0.15	41.94	0.15	41.94
Conexión CO32	963	0.15	46.93	0.15	46.93	0.15	46.93	0.15	46.93	0.15	46.93
Conexión CO33	959	0.15	16.00	0.15	16.00	0.15	16.00	0.15	16.00	0.15	16.00
Conexión CO34	950	0.15	24.99	0.15	24.99	0.15	24.99	0.15	24.99	0.15	24.99
Conexión CO35	930	0.15	44.99	0.15	44.99	0.15	44.99	0.15	44.99	0.15	44.99
Conexión CO36	960	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00
Conexión CO37	1012	0.15	26.58	0.15	26.58	0.15	26.58	0.15	26.58	0.15	26.58
Conexión CO38	1014	0.15	24.13	0.15	24.13	0.15	24.13	0.15	24.13	0.15	24.13
Conexión CO39	1009	0.15	28.59	0.15	28.59	0.15	28.59	0.15	28.59	0.15	28.59

Tabla de Red - Nudos		00:00 horas		06:00 horas		09:00 horas		12:00 horas		19:00 horas	
ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m	Demanda LPS	Presión m	Demanda LPS	Presión m	Demanda LP	Presión m	Demanda LPS	Presión m
Conexión CO40	1012	0.15	25.42	0.15	25.42	0.15	25.42	0.15	25.42	0.15	25.41
Conexión CO41	1011	0.15	25.83	0.15	25.82	0.15	25.82	0.15	25.82	0.15	25.82
Conexión CO42	1000	0.15	35.44	0.15	35.44	0.15	35.44	0.15	35.44	0.15	35.44
Conexión CO43	1002	0.15	31.32	0.15	31.32	0.15	31.32	0.15	31.32	0.15	31.32
Conexión CO44	995	0.15	35.14	0.15	35.14	0.15	35.14	0.15	35.14	0.15	35.14
Conexión CO45	984	0.15	43.93	0.15	43.93	0.15	43.93	0.15	43.93	0.15	43.93
Conexión CO46	995	0.15	29.80	0.15	29.80	0.15	29.80	0.15	29.80	0.15	29.79
Conexión CO47	1002	0.15	20.63	0.15	20.63	0.15	20.63	0.15	20.63	0.15	20.63
Conexión CO48	1004	0.15	18.58	0.15	18.58	0.15	18.58	0.15	18.58	0.15	18.58
Conexión CO49	1002	0.15	20.53	0.15	20.53	0.15	20.53	0.15	20.53	0.15	20.53
Conexión CO50	1002	0.15	20.51	0.15	20.51	0.15	20.51	0.15	20.51	0.15	20.51
Conexión CO51	998	0.15	24.48	0.15	24.48	0.15	24.48	0.15	24.48	0.15	24.48
Conexión CO52	989	0.15	33.47	0.15	33.47	0.15	33.47	0.15	33.47	0.15	33.47
Conexión CO53	987	0.15	35.47	0.15	35.46	0.15	35.46	0.15	35.46	0.15	35.46
Conexión CO54	1004	0.15	18.25	0.15	18.25	0.15	18.25	0.15	18.25	0.15	18.25
Conexión CO55	1002	0.15	19.13	0.15	19.13	0.15	19.13	0.15	19.13	0.15	19.13
Conexión CO56	1002	0.15	17.53	0.15	17.53	0.15	17.53	0.15	17.53	0.15	17.52
Conexión CO57	1000	0.15	17.44	0.15	17.44	0.15	17.44	0.15	17.44	0.15	17.44
Conexión CO58	990	0.15	26.60	0.15	26.60	0.15	26.60	0.15	26.60	0.15	26.60
Conexión CO59	1000	0.15	16.60	0.15	16.60	0.15	16.60	0.15	16.60	0.15	16.60
Conexión CO60	974	0.15	40.86	0.15	40.86	0.15	40.86	0.15	40.86	0.15	40.86
Conexión CO61	969	0.15	45.65	0.15	45.65	0.15	45.65	0.15	45.65	0.15	45.65
Conexión CO62	938	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00
Conexión CO63	900	0.15	52.97	0.15	52.97	0.15	52.97	0.15	52.97	0.15	52.97
Conexión CO64	897	0.15	55.97	0.15	55.97	0.15	55.97	0.15	55.97	0.15	55.97
Conexión CO65	963	0.15	17.00	0.15	17.00	0.15	17.00	0.15	17.00	0.15	17.00
Conexión CO66	964	0.15	15.41	0.15	15.41	0.15	15.41	0.15	15.41	0.15	15.41
Conexión CO67	940	0.15	37.82	0.15	37.82	0.15	37.82	0.15	37.82	0.15	37.82
Conexión CO68	931	0.15	45.30	0.15	45.30	0.15	45.30	0.15	45.30	0.15	45.30
Conexión CO69	924	0.15	20.00	0.15	20.00	0.15	20.00	0.15	20.00	0.15	20.00
Conexión CO70	926	0.15	17.48	0.15	17.48	0.15	17.48	0.15	17.48	0.15	17.48
Conexión CO71	912	0.15	30.37	0.15	30.37	0.15	30.37	0.15	30.37	0.15	30.37
Conexión CO72	896	0.15	45.85	0.15	45.85	0.15	45.85	0.15	45.85	0.15	45.85
Conexión CO73	907	0.15	33.93	0.15	33.93	0.15	33.93	0.15	33.93	0.15	33.93
Conexión CO74	892	0.15	48.26	0.15	48.26	0.15	48.26	0.15	48.26	0.15	48.26
Conexión CO75	902	0.15	37.90	0.15	37.90	0.15	37.90	0.15	37.90	0.15	37.90
Conexión CO76	878	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00
Conexión CO77	868	0.15	24.50	0.15	24.50	0.15	24.50	0.15	24.50	0.15	24.50
Conexión CO78	868	0.15	23.76	0.15	23.76	0.15	23.76	0.15	23.76	0.15	23.76
Conexión CO79	870	0.15	21.34	0.15	21.34	0.15	21.34	0.15	21.34	0.15	21.34
Conexión CO80	874	0.15	16.79	0.15	16.79	0.15	16.79	0.15	16.79	0.15	16.79
Conexión CO81	860	0.15	30.31	0.15	30.31	0.15	30.31	0.15	30.31	0.15	30.31

Tabla de Red - Nudos		00:00 horas		06:00 horas		09:00 horas		12:00 horas		19:00 horas	
ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m	Demanda LPS	Presión m	Demanda LPS	Presión m	Demanda LP	Presión m	Demanda LPS	Presión m
Conexión CO82	837	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00
Conexión CO83	830	0.15	19.60	0.15	19.60	0.15	19.60	0.15	19.60	0.15	19.60
Conexión CO84	836	0.15	12.75	0.15	12.75	0.15	12.75	0.15	12.75	0.15	12.75
Conexión CO85	814	0.15	32.36	0.15	32.36	0.15	32.36	0.15	32.36	0.15	32.36
Conexión CO86	808	0.15	36.14	0.15	36.14	0.15	36.14	0.15	36.14	0.15	36.14
Conexión CO87	761	0.15	16.00	0.15	16.00	0.15	16.00	0.15	16.00	0.15	16.00
Conexión CO88	756	0.15	19.69	0.15	19.69	0.15	19.69	0.15	19.69	0.15	19.69
Conexión CO89	746	0.15	29.02	0.15	29.02	0.15	29.02	0.15	29.02	0.15	29.02
Conexión CO90	756	0.15	18.22	0.15	18.22	0.15	18.22	0.15	18.22	0.15	18.22
Conexión CO105	593	0.15	26.88	0.15	26.88	0.15	26.88	0.15	26.88	0.15	26.88
Conexión CO101	650	0.15	34.40	0.15	34.40	0.15	34.40	0.15	34.40	0.15	34.40
Conexión CO102	648	0.15	36.30	0.15	36.30	0.15	36.30	0.15	36.30	0.15	36.30
Conexión CO103	633	0.15	51.10	0.15	51.10	0.15	51.10	0.15	51.10	0.15	51.10
Conexión CO104	605	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00
Conexión CO106	580	0.15	39.78	0.15	39.78	0.15	39.78	0.15	39.78	0.15	39.78
Conexión CO107	578	0.15	41.74	0.15	41.74	0.15	41.74	0.15	41.74	0.15	41.74
Conexión CO108	565	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00
Conexión CO109	550	0.15	29.97	0.15	29.97	0.15	29.97	0.15	29.97	0.15	29.97
Conexión CO110	531	0.15	48.96	0.15	48.96	0.15	48.96	0.15	48.96	0.15	48.96
Conexión CO111	528	0.15	51.96	0.15	51.96	0.15	51.96	0.15	51.96	0.15	51.96
Conexión CO91	756	0.15	17.71	0.15	17.71	0.15	17.71	0.15	17.71	0.15	17.71
Conexión CO92	741	0.15	32.39	0.15	32.39	0.15	32.39	0.15	32.39	0.15	32.39
Conexión CO93	745	0.15	28.22	0.15	28.22	0.15	28.22	0.15	28.22	0.15	28.22
Conexión CO94	742	0.15	30.85	0.15	30.85	0.15	30.85	0.15	30.85	0.15	30.85
Conexión CO95	720	0.15	16.00	0.15	16.00	0.15	16.00	0.15	16.00	0.15	16.00
Conexión CO96	706	0.15	29.77	0.15	29.77	0.15	29.77	0.15	29.77	0.15	29.77
Conexión CO97	684	0.15	51.40	0.15	51.40	0.15	51.40	0.15	51.40	0.15	51.40
Conexión CO98	670	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00	0.15	15.00
Conexión CO99	680	0.15	4.72	0.15	4.72	0.15	4.72	0.15	4.72	0.15	4.72
Conexión CO100	663	0.15	21.55	0.15	21.55	0.15	21.55	0.15	21.55	0.15	21.55
Embalse E1	1050	0.00	0.00	-11.45	0.00	-11.45	0.00	-11.45	0.00	-11.45	0.00
Depósito D1	1022	-14.18	20.00	-2.73	20.00	-2.73	20.00	-2.73	20.00	-2.73	20.00

Fuente: Propia

Apéndice 3: Costo del tanque de almacenamiento de concreto

Tanque de Almacenamiento				
Volumen	365 m3	Tiempo de Construcción		16 semanas
		Horas Semanales		55
Detalle de materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Cemento	unid.	915	₡ 6,434.00	₡ 5,887,110.00
Arena	m3	90	₡ 14,525.00	₡ 1,307,250.00
Piedra (Cuarta)	m3	122.5	₡ 17,018.00	₡ 2,084,705.00
Bloques 20x20x40	unid	2380	₡ 798.00	₡ 1,899,240.00
Varilla #2	unid	327.5	₡ 2,073.75	₡ 679,153.13
Varilla #3	unid	895	₡ 2,493.75	₡ 2,231,906.25
Varilla #4	unid	1332.5	₡ 3,345.30	₡ 4,457,612.25
Varilla #5	unid	15	₡ 4,466.70	₡ 67,000.50
Alambre Negro 1/16"	kg	62.5	₡ 1,236.00	₡ 77,250.00
Formaleta 1x6"x4varas	unid	67.5	₡ 2,885.00	₡ 194,737.50
Formaleta 1x12"x4 varas	unid	82.5	₡ 5,687.00	₡ 469,177.50
Codales 1x3" 4 varas	unid	50	₡ 987.00	₡ 49,350.00
Alfajillas 2x4" 4 varas	unid	25	₡ 2,823.00	₡ 70,575.00
Clavos de 2 ½"	kg	15	₡ 1,220.00	₡ 18,300.00
Clavos acero 2"	kg	5	₡ 1,452.00	₡ 7,260.00
Malla Ciclón Galv. #10 2x2x3m	m	80	₡ 2,987.00	₡ 238,960.00
Tubo HG 50x1,8mm	unid	60	₡ 11,629.00	₡ 697,740.00
Alambre Púas #14	m	320	₡ 321.00	₡ 102,720.00
Angular 25x25x6mm	unid	160	₡ 1,178.00	₡ 188,480.00
Pintura Anticorrosiva	gal (us)	2.5	₡ 16,798.00	₡ 41,995.00
Soldadura E6013 3/32"	kg	37.5	₡ 3,543.00	₡ 132,862.50
Clorador (Cl ⁻)	unid	2.5	₡ 857,890.00	₡ 2,144,725.00

Tanque de Almacenamiento				
Valvula de Compuerta 100 mm	unid	7.5	₡ 154,337.00	₡ 1,157,527.50
Cajas de Proteccion Concreto	unid	7.5	₡ 18,562.00	₡ 139,215.00
Tapas de Acero Inoxidable	unid	10	₡ 85,560.00	₡ 855,600.00
Candados	unid	12.5	₡ 9,556.00	₡ 119,450.00
Pintura Blanco	gal (us)	2.5	₡ 24,569.00	₡ 61,422.50
Pintura Celeste	gal (us)	7.5	₡ 24,569.00	₡ 184,267.50
Diluyente	gal (us)	5	₡ 6,533.00	₡ 32,665.00
Tuberia entrada PVC 100mm	unid	1	₡ 45,658.00	₡ 45,658.00
Tuberia salida PVC 100mm	unid	1	₡ 45,658.00	₡ 45,658.00
Tuberia Rebalse PVC 100mm	unid	1	₡ 45,658.00	₡ 45,658.00
Tuberia de lavado PVC 100mm	unid	1	₡ 45,658.00	₡ 45,658.00
Respiraderos PVC 100mm	unid	4	₡ 28,775.00	₡ 115,100.00
Limpieza y Conformación	global	1	₡ 500,000.00	₡ 500,000.00
Bote	global	1	₡ 500,000.00	₡ 500,000.00
Lastre Compactado	global	1	₡ 800,000.00	₡ 800,000.00
Alquiler de Equipo	global	1	₡ 3,500,000.00	₡ 3,500,000.00
SUB TOTAL MATERIALES				₡ 34,315,588.04
Imprevistos, transporte, desperdicios (15%)			15%	₡ 5,147,338.21
TOTAL MATERIALES				₡ 39,462,926.24
Detalle Mano de Obra	Cantidad	Total Horas	Salario por hora	Total MO
Maestro de Obras	1	880	₡ 4,500.00	₡ 3,960,000.00
Operarios	2	1760	₡ 3,000.00	₡ 10,560,000.00
Ayudantes	4	3520	₡ 1,500.00	₡ 21,120,000.00
SUB TOTAL MANO OBRA				₡ 35,640,000.00
Cargas Sociales e imprevistos			10%	₡ 3,564,000.00

Tanque de Almacenamiento	
TOTAL MANO DE OBRA	₡ 39,204,000.00
SUBTOTAL PROYECTO	₡ 78,666,926.24
Costos Indirectos	₡ 2,517,341.64
Utilidad del Contratista	₡ 6,293,354.10
Honorarios CFIA	₡ 7,866,692.62
TOTAL TANQUE	₡ 95,344,314.61

Fuente: Propia

Apéndice 4: Frecuencia de mantenimiento en estructuras de agua potable.

Componente	Labor de Mantenimiento	Frecuencia
1. Nacientes / Tomas	Medición de caudales (aforos)	1 mes
	Lavado y limpieza interna	3 meses
	Inspección general instalaciones	3 meses
	Inspección general zona de influencia (Cobertura vegetal)	6 meses
	Mantenimiento accesos: caminos en buen estado: lastreados, cunetas, alumbrado.	1 año
	Mantenimiento zonas verdes	6 meses
	Mantenimiento de cerramientos: Malla, tapias, portones, cercas con postes	1 año
	Limpieza de rejillas, sedimentos en canales, raíces y otros.	3 meses
	Mantenimiento y reparación compuertas, tapas, líneas de vida.	1 año
	Rehabilitación o reconstrucción de Rejillas, tapas, cajas, repellos, reparación de elementos dañados.	5 años
	Pintura en general	2 años
Reconstrucción total obra	25 años	
2. Tanques de Almacenamiento	Mantenimiento accesos: caminos en buen estado, lastreados, cunetas.	1 año
	Inspección de toda la estructura en general	3 meses
	Limpieza general de la estructura (externa e interna)	1 año

Componente	Labor de Mantenimiento	Frecuencia
	Mantenimiento, reparación o sustitución de válvulas, tapas, escaleras, equipos de medición.	2 años
	Mantenimiento zonas verdes, cerramientos, aceras, evacuación aguas pluviales	1 año
	Rehabilitación o reconstrucción de Rejillas, tapas, cajas, repellos, reparación de elementos dañados.	5 años
	Pintura en general	2 años
	Reconstrucción total obra	25 años
3. Líneas de Conducción y Distribución	Limpieza servidumbres de paso	1 año
	Limpieza e inspección de válvulas	1 mes
	Inspección de toda la estructura en general	1 año
	Mantenimiento de infraestructura Válvulas, Cajas de Válvulas, tubería expuesta y pasos elevados, tanques, demarcación de servidumbre, rotulación, pintura.	2 años
	Rehabilitación o reconstrucción de componentes Reparación de elementos dañados o desgastados.	5 años
	Sustitución o reparación de tuberías en una parte importante o en su totalidad	25 años

Fuente: Instituto Costarricense de acueductos y alcantarillados