



UNIVERSIDAD LATINA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA EN LICENCIATURA DE INGENIERÍA CIVIL

Licenciatura en Ingeniería Civil

Proyecto de Graduación

**Presupuesto de diseño del acueducto Los
Ángeles de Río Jiménez, con comparación de
costos según criterios de diseño**

Manfred Soto Alpizar

Tutor: Ing. Daniel Figueroa

Heredia, septiembre de 2017

TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: "PROPUESTA DE DISEÑO DEL ACUEDUCTO LOS ÁNGELES DE RÍO JIMÉNEZ, CON COMPARACIÓN DE COSTOS SEGÚN CRITERIOS DE DISEÑO", fue aprobado por el Tribunal Examinador de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad Latina, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil:



ING. DANIEL FIGUEROA ARIAS

TUTOR



ING. ALBERTO GONZÁLEZ SOLERA

LECTOR



ING. SIRLEY ALVÁREZ GONZÁLEZ

REPRESENTANTE DE RECTORÍA

COMITÉ ASESOR

ING. DANIEL FIGUEROA ARIAS

TUTOR

ING. ALBERTO GONZÁLEZ SOLERA

LECTOR

ING. SIRLEY ALVAREZ GONZÁLEZ

REPRESENTANTE DE RECTORÍA

**CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL PROFESOR TUTOR DEL
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Heredia, 19 de septiembre, de 2017

Sres.
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, modalidad Proyecto de Graduación bajo el título Presupuesto de diseño del acueducto Los ángeles de Río Jiménez, con comparación de costos según criterios de diseño por parte del estudiante: Manfred Andrey Soto Alpizar, como requisito para que el citado estudiante puedan optar por la Licenciatura en Ingeniería Civil.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,


Ing. Daniel Figuerola Arias

**CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL PROFESOR LECTOR DEL
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Heredia, 19 de septiembre, de 2017

Sres.
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, modalidad Proyecto de Graduación bajo el título Presupuesto de diseño del acueducto Los ángeles de Río Jiménez, con comparación de costos según criterios de diseño por parte del estudiante: Manfred Andrey Soto Alpizar, como requisito para que el citado estudiante puedan optar por la Licenciatura en Ingeniería Civil.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,



Ing. Alberto González Solera

Heredia, 22 de setiembre del 2017

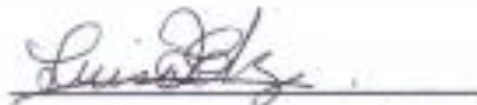
Señores
Miembros del Comité de Trabajos Finales
de Graduación
Centro Interamericano de Posgrados
Universidad Latina de Costa Rica

Estimados señores:

He leído y corregido el Trabajo Final de Graduación denominado: **Presupuesto de diseño del acueducto Los Ángeles de Río Jiménez, con comparación de costos según criterios de diseño**, elaborado por el estudiante Manfred Soto Alpízar, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Corregí en el trabajo aspectos como estructura de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan al escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico, y desde ese punto de vista, considero que está listo para ser presentado como Trabajo Final de Graduación, por cuanto cumple con los requisitos establecidos por la Universidad.

Atentamente,



Licda. Luisa Hernández Hernández

Céd. N° 7-0038-0373

Camé Colypro N° 6027

Filóloga

"Carta Autorización del autor(es) para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación"
Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros):

Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con " y "

Manfred Andrey Soto Alpizar

De la Carrera / Programa: Licenciatura en Ingeniería Civil

autor (es) del (de la) (Indique tipo de trabajo): Proyecto de Graduación

titulado:

Propuesta de diseño del acueducto Los Ángeles de Río Jiménez, con comparación de costos según criterios de diseño.

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página web institucional, así como medios electrónicos en general, internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos dentro o fuera de la Red Laureate, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de esta.

La presente autorización se extiende el día (Día, fecha) **martes, 26** del mes **septiembre** del año **2017** a las **12:00 pm**. Asimismo declaro bajo fe de juramento, conociendo las consecuencias penales que conlleva el delito de perjurio: que soy el autor(a) del presente trabajo final de graduación, que el contenido de dicho trabajo es obra original del (la) suscrito(a) y de la veracidad de los datos incluidos en el documento. Eximo a la Universidad Latina; así como al Tutor y Lector que han revisado el presente, por las manifestaciones y/o apreciaciones personales incluidas en el mismo, de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjuicio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores *Según orden de manchar el espacio a esta carta.*



RESUMEN

Este trabajo consiste en la comparación entre presupuestos de un sistema de distribución de agua potable, para abastecer la comunidad de Los Ángeles de Río Jiménez, ubicada en la provincia de Limón, distrito 706 de Costa Rica, cantón de Guácimo.

Se compararán los presupuestos del acueducto mediante la realización de dos diseños hidráulicos, obedeciendo las siguientes guías de diseño:

- 1) *Criterio para el Diseño de Acueductos Rurales*, desarrollado por la subgerencia de sistemas comunales del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, del año 2010.
- 2) *Reglamento Técnico para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos*, desarrollado por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, del año 2007.

Ambos documentos tienen como base el decreto N^o 2001-248 emitido en *La Gaceta* con el nombre de *Normas de Diseño de Acueductos y Alcantarillados*.

Las principales diferencias de estos documentos radican en la forma de proyectar el crecimiento poblacional y en los factores de consumo utilizado, lo cual da como resultado considerables diferencias en los volúmenes de los tanques de almacenamiento, cambios en los diámetros y SDR (por sus siglas en inglés), para un mismo o más trayectos de la red de distribución entre un diseño y otro, que influyen directamente en una reducción entre presupuestos.

Se siguieron ambas guías de diseño, donde se realizó un análisis hidráulico de la red, con la ayuda de EPANET; una vez que se confirmaron los diseños respectivos, se presupuestaron y analizaron las diferencias porcentuales, que resultan ser el 7,15% del presupuesto global de ambos, volviendo más factible el modelo que sigue el Reglamento Técnico para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos.

- Comparación.
- Presupuesto.

- Acueductos y Alcantarillados.
- Río Jiménez.
- Crecimiento.
- Proyección.
- Factor de consumo.

Summary

This work consists in the comparison between budgets for a potable water distribution system, to supply the community of 'Los Ángeles de Río Jiménez', located in the city of Limón, district 706, Costa Rica, Guácimo's council.

The budgets from the aqueduct will be compared through the creation of hydraulic designs, abiding to the following designing rules:

- 1) *Rural Aqueducts Design Criteria*, developed by sub management of communal systems from 'Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados', from year 2010.
- 2) *Technical Regulation for the Design and Construction of House Developments and Fractions*, developed by 'Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados', from year 2007.

Both documents are based on decree N-2001-248 issued in *La Gaceta* under the name of *Normas de Diseño de Acueductos y Alcantarillados* (English for 'Standards for Aqueduct and Sewer Design').

The main differences between these documents lay in the way of promoting population growing and the consumption factors utilized, providing considerable differences in the volumes of storage tanks as result, as well as changes in the diameters and SDR (Standare Diemension Ratio), for one or more tracks within the distribution net between design and another, that directly influence in budgets reduction.

- Comparison.
- Budget.
- Acueductos y Alcantarillados (*Engl. Aqueduct and Sewers*).
- Río Jiménez.
- Growing.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	21
ANTECEDENTES	22
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA EN INVESTIGACIÓN	23
OBJETIVO GENERAL	23
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
JUSTIFICACIÓN.....	24
ALCANCE Y LIMITACIONES	24
<i>Alcances</i>	24
<i>Limitaciones</i>	25
IMPACTO.....	25
CAPÍTULO 1.....	26
MARCO TEÓRICO	27
1.1 MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	27
1.1.1 <i>Criterios para Diseño</i>	27
1.1.1.1 Población Actual.....	28
1.1.1.1.1 <i>Población actual según manual “Criterio para el diseño de Acueductos Rurales”</i>	28
1.1.1.1.2 <i>Población actual según manual “Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos”</i>	29
1.1.1.2 Población de diseño	29
1.1.1.3 Dotación	30
1.1.1.3.1 <i>Población actual según manual “Criterio para el diseño de Acueductos Rurales”</i>	30
1.1.1.3.2 <i>Población actual según manual “Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos”</i>	30
1.1.1.4 Factores de Variación de Consumo	30
1.1.1.4.1 <i>Población actual según manual “Criterio para el diseño de Acueductos Rurales”</i>	30
1.1.1.4.2 <i>Población actual según manual “Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos”</i>	31
1.1.1.5 Caudal de Diseño para proyectos por bombeo	32
1.1.1.6 Estimación del Volumen de Almacenamiento.....	32
1.1.1.6.1 <i>Volumen de regulación de consumo</i>	32
1.1.1.6.2 <i>Volumen de regulación para incendios</i>	32
1.1.1.6.3 <i>Volumen de reserva por interrupciones</i>	32

1.1.1.6.4 Volumen total de almacenamiento.....	33
1.1.1.7 Diámetro Mínimo	33
1.1.1.8 Criterio de Diseño para Tubería.....	33
1.1.1.8.1 Presión Dinámica Mínima (Tubería de Distribución).....	33
1.1.1.8.2 Presión Estática Máxima (Tubería de Distribución)	34
1.1.1.9 Límites de Velocidad	34
1.1.1.10 Golpe de Ariete	34
1.1.1.10.1 Periodo de la tubería.....	34
1.1.1.10.2 Celeridad	35
1.1.1.10.3 Celeridad equivalente	35
1.1.1.10.4 Velocidad equivalente.....	36
1.1.1.10.5 Tiempo de maniobra o cierre de la válvula.....	36
1.1.1.10.5 Cálculo de la sobrepresión para cierre lento.....	36
1.1.1.10.6 Cálculo de la sobrepresión para cierre rápido	37
1.1.1.11 Línea de impulsión.....	37
1.1.1.11.1 Área transversal de la tubería	37
1.1.1.11.2 Velocidad media	37
1.1.1.11.3 Pérdidas menores	38
1.1.1.11.4 Número de Reynolds	38
1.1.1.11.5 Rugosidad Relativa.....	39
1.1.1.11.6 Factor de fricción.....	39
1.1.1.11.7 Pérdidas por fricción	40
1.1.1.11.8 Longitud de bombeo	40
1.1.1.11.9 Diferencia de altura.....	40
1.1.1.11.9 Altura total en la línea de impulsión.....	41
1.1.1.11.10 Potencia.....	41
1.1.1.11.11 Costo anual de operación	42
1.1.1.11.12 Tubería Requerida	42
1.1.1.11.13 Costo total de la Línea de impulsión	42
1.1.1.12 Cálculo de Carga Dinámica Total (CDT) para escogencia de la bomba sumergible	43
1.1.1.12.1 Cálculo de la longitud de descarga.....	43
1.1.1.13 Cálculo de Caudal Distribuido.....	43
1.1.1.14 Consumo por nodo en la red.....	44
1.2 MARCO SITUACIONAL	44
1.2.1 Posición Geográfica.....	44
1.2.2 Altitud.....	45
1.2.3 Clima.....	45
1.2.4 Situación Socioeconómica	45

CAPÍTULO 2.....	46
MARCO METODOLÓGICO	47
ETAPA L.....	47
2.1 Primera Fase: Definición de la concepción del proyecto.....	47
2.2 Segunda Fase: Definición de tubería y válvulas.....	48
2.3 Tercera Fase: Planta de diseño.....	48
ETAPA LL.....	49
CAPÍTULO 3.....	50
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	51
3.1 POBLACIÓN ACTUAL.....	51
3.1.1 Cálculo de la población actual, guía “Criterios para el diseño de Acueductos Rurales”	51
3.1.2 Cálculo de la población actual, manual “Reglamentación para el Diseño y Construcción Urbanizaciones y Fraccionamientos”	51
3.2 FACTORES DE CONSUMO.....	52
3.2.1 Influencia en los factores de consumo para el cálculo de los caudales de diseño, guía “Criterios para el diseño de Acueductos Rurales”	52
3.2.2 Influencia en los factores de consumo para el cálculo de los caudales de diseño, manual “Reglamentación para el Diseño y Construcción Urbanizaciones y Fraccionamientos”.....	52
3.3 RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA EL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	54
3.4 ANÁLISIS HIDRÁULICO, PROGRAMA PARA LA SIMULACIÓN DE LA RED EPANET	55
3.5 CÁLCULO Y PRESUPUESTO DE LA TUBERÍA LÍNEA DE IMPULSIÓN.....	56
3.6 CÁLCULO CARGA DINÁMICA TOTAL (CDT)	58
3.7 PRESUPUESTO DE TUBERÍA Y ACCESORIOS PARA LOS DIFERENTES COMPONENTES DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN.....	59
3.7.1 Criterio para el Diseño de Acueductos Rurales.....	59
3.7.1.1 Presupuesto tuberías y accesorios	59
3.7.1.2 Presupuesto acometidas	60
3.7.1.3 Presupuesto Interconexiones.....	64
3.7.1.4 Presupuesto válvulas de aire	67
3.7.1.5 Presupuesto válvulas de purga.....	69
3.7.1.6 Presupuesto pasos por alcantarilla y autoportantes	72
3.7.1.6 Presupuesto de tubería apoyada en puente y pasos elevados	74
3.7.1.7 Presupuesto para los componentes del tanque de almacenamiento	75

3.7.2 <i>Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos</i>	76
3.7.2.1 Presupuesto tuberías y accesorios	76
3.8.2.2 Presupuesto acometidas	77
3.7.2.3 Presupuesto interconexiones	81
3.7.2.4 Presupuesto válvulas de aire	84
3.8.2.5 Presupuesto válvulas de purga.....	86
3.7.2.6 Presupuesto pasos por alcantarilla y auto portantes	89
3.7.2.6 Presupuesto de tubería apoyada en puente y pasos elevados	91
3.7.2.7 Presupuesto para los componentes del tanque de almacenamiento	92
3.8 RESUMEN DE PRESUPUESTOS	93
CAPÍTULO 4.....	94
CONCLUSIONES	95
4.1 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN	95
4.2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO	95
4.3 LÍNEA DE IMPULSIÓN.....	96
4.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	96
RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
ANEXOS.....	100
ANEXO 1. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED, CON DATOS OBTENIDOS SIGUIENDO EL MANUAL <i>CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE ACUEDUCTOS RURALES 2010</i> (TOMADO DE EPANET, 2017).	100
ANEXO 2. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED, CON DATOS OBTENIDOS SIGUIENDO EL MANUAL <i>REGLAMENTO PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE URBANIZACIONES Y FRACCIONAMIENTOS 2007</i> (TOMADO DE EPANET, 2017).	108
ANEXO 3. COTIZACIÓN BOMBA SUMERGIBLE	117

Contenido de Tablas

Tabla 1.1 Consumos equivalentes para diferente tipos de prevista	28
Tabla 2.2 Bloques de consumo	42
Tabla 3.3 Cálculo casas equivalentes	51

Tabla 4.3 Resumen de los resultados para el análisis hidráulico	54
Tabla 5.3 Resumen datos EPANET	55
Tabla 6.3 Presión de trabajo para tubería PVC.....	56
Tabla 7.3 Resumen tubería línea de impulsión	57
Tabla 8.3 Resumen carga dinámica total	58
Tabla 9.3 Resumen del presupuesto tuberías y accesorios. Rurales	59
Tabla 10.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 50 mm. Rurales	60
Tabla 11.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 63 mm. Rurales	61
Tabla 12.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 75 mm. Rurales	61
Tabla 13.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 100 mm. Rurales	62
Tabla 14.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 150 mm. Rurales	62
Tabla 15.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 200 mm. Rurales	62
Tabla 16.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 300 mm. Rurales	63
Tabla 17.3 Concreto para colocación de hidrómetros. Rurales.....	63
Tabla 18.3 Ubicación y válvulas requeridas. Rurales.....	64
Tabla 19.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 50 mm. Rurales	65
Tabla 20.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 63 mm. Rurales	65
Tabla 21.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 75 mm. Rurales	65
Tabla 22.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 100 mm. Rurales	66

Tabla 23.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 150 mm. Rurales	66
Tabla 24.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 200 mm. Rurales	66
Tabla 25.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 300 mm. Rurales	67
Tabla 26.3 Válvulas de aire a colocar. Rrurales	67
Tabla 27.3 Presupuesto y componentes para válvulas de aire en tuberías de 50-100m. Rurales	68
Tabla 28.3 Presupuesto y componentes para válvulas de aire en tuberías de 150-300m. Rurales	68
Tabla 29.3 Válvulas de purga a colocar. Rurales	69
Tabla 30.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 63mm. Rurales.....	69
Tabla 31.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 75mm. rurales	70
Tabla 32.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 100mm. Rurales.....	70
Tabla 33.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 150mm. Rurales.....	71
Tabla 34.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 200mm. Rurales.....	71
Tabla 35.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 300mm. Rurales.....	72
Tabla 36.3 Presupuesto pasos por bajo (P.P.B). Rurales	72
Tabla 37.3 Presupuesto pasos sobre alcantarilla. Rurales.....	73
Tabla 38.3 Presupuesto pasos autoportantes. Rurales.....	73
Tabla 39.3 Presupuesto tubería apoyada a puente y pasos elevados. Rurales	74
Tabla 40.3 Presupuesto componentes tanque de almacenamiento. Rurales	75

Tabla 41.3 Resumen del presupuesto tuberías y accesorios.	
Urbanizaciones	76
Tabla 42.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 50 mm.	
Urbanizaciones	77
Tabla 43.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 63 mm.	
Urbanizaciones	78
Tabla 44.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 75 mm.	
Urbanizaciones	78
Tabla 45.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 100 mm.	
Urbanizaciones	79
Tabla 46.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 150 mm.	
Urbanizaciones	79
Tabla 47.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 200 mm.	
Urbanizaciones	80
Tabla 48.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 300 mm.	
Urbanizaciones	80
Tabla 49.3 Concreto para colocación de hidrómetros.	
Urbanizaciones	80
Tabla 50.3 Ubicación y válvulas requeridas. Urbanizaciones.....	81
Tabla 51.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 50 mm.	
Urbanizaciones	82
Tabla 52.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 63 mm.	
Urbanizaciones	82
Tabla 53.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 75 mm.	
Urbanizaciones	82
Tabla 54.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 100 mm.	
Urbanizaciones	83
Tabla 55.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 150 mm.	
Urbanizaciones	83
Tabla 56.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 200 mm.	
Urbanizaciones	83

Tabla 57.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 300 mm. Urbanizaciones	84
Tabla 58.3 Válvulas de aire por colocar. Urbanizaciones.....	84
Tabla 59.3 Presupuesto y componentes para válvulas de aire en tuberías de 50-100mm.....	85
Tabla 60.3 Presupuesto y componentes para válvulas de aire en tuberías de 150-300mm. Urbanizaciones	85
Tabla 61.3 Válvulas de purga por colocar. Urbanizaciones.....	86
Tabla 62.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 63mm. Urbanizaciones	86
Tabla 63.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 75mm. Urbanizaciones	87
Tabla 64.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 100mm. Urbanizaciones	87
Tabla 65.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 150mm. Urbanizaciones	88
Tabla 66.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 200mm. Urbanizaciones	88
Tabla 67.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 300mm. Urbanizaciones	89
Tabla 68.3 Presupuesto pasos por bajo (P.P.B). Urbanizaciones...	89
Tabla 69.3 Presupuesto pasos sobre alcantarilla. Urbanizaciones	90
Tabla 70.3 Presupuesto pasos autoportantes. Urbanizaciones	90
Tabla 71.3 Presupuesto tubería apoyada a puente y pasos elevados. Urbanizaciones	91
Tabla 72.3 Presupuesto componentes tanque de almacenamiento. Urbanizaciones	92
Tabla 73.3 Presupuestos globales	93

Contenido de Figuras

Figura 1. Distritos del cantón de Guácimo.....	45
Figura 2 : Proyección de la población	53

INTRODUCCIÓN

Un acueducto se define como un conducto artificial, para trasladar agua desde una fuente de abastecimiento y que puede ser utilizada para consumo en viviendas, riego o recolecta (Mora; 2014)

Partiendo de esto, al ser un conducto artificial, inevitablemente se está generando una necesidad de infraestructura civil, la cual debe ser diseñada y construida de una manera óptima, para satisfacer la necesidad básica más importante del ser humano, el acceso al agua apta para consumo, elemento indispensable para su existencia, desarrollo y que está presente en gran cantidad de sus actividades cotidianas.

La inquietud del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados surge, debido a la deficiencia en el servicio de agua potable para el asentamiento Los Ángeles de Río Jiménez, ubicado en la provincia de Limón, donde sus habitantes se abastecen actualmente mediante pozos artesanales, escenario que motiva el desarrollo de este proyecto, con el objetivo claro de buscar nuevas fuentes, que permitan satisfacer la necesidad de agua potable de los pobladores de esa comunidad.

El propósito de este proyecto consiste, en la comparación entre dos diseños del acueducto, a partir del pozo y el tanque de almacenamiento, con sus respectivas redes de impulsión, conducción y distribución de agua potable, para el asentamiento Los Ángeles de Río Jiménez, además de sus respectivos presupuestos, para así escoger la opción más factible, con el fin de optimizar las condiciones de vida de esta población y suplir la demanda actual y futura de la comunidad. Dentro del diseño se incluirá un análisis hidráulico de los elementos constructivos del acueducto, dimensionado para satisfacer la demanda de la población hasta el año 2037.

La fuente de abastecimiento será un pozo perforado, construido por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, cuyas características son suministradas por esta institución y descritas posteriormente.

Antecedentes

En el asentamiento Los Ángeles de Río Jiménez existió un acueducto, construido por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, con aporte de la comunidad y de la Embajada de Japón en 1996. En su momento abasteció 187 casas por medio de un pozo perforado de 61 metros de profundidad (Acueductos y Alcantarillados, 2016).

Para el 2003 este acueducto estaba fuera de operación, debido a problemas relacionados con el exceso de hierro presente en el agua, que constantemente dañaba el sistema de impulsión. Ante este panorama los habitantes de esta comunidad, en su mayoría, tienen que abastecerse con pozos artesanales (Acueductos y Alcantarillados, 2016).

En ese año, quien velaba por el servicio de agua potable era la Asociación de Desarrollo; sin embargo, en el 2006 se conformó la Asociación Administradora del Acueducto y Alcantarillado Sanitario de los Ángeles de Río Jiménez de Guácimo, Limón, cédula jurídica tres-cero cero dos-trescientos ochenta y seis mil quinientos treinta y cinco, debidamente inscrita en el Registro Nacional. Una vez conformada la Asociación, se inició una asesoría legal por parte del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, que llevó a este ente gubernamental, a brindar ayuda para la construcción de un nuevo acueducto (Acueductos y Alcantarillados, 2016).

En el año 2016, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados construyó un pozo, ubicado en el Asentamiento los Ángeles de Río Jiménez, cantón de Guácimo, provincia de Limón, específicamente en las coordenadas 252,910 Latitud Norte – 586,850 Longitud Este de la hoja cartográfica Guácimo, escala 1:50 000 (Acueductos y Alcantarillados, 2016).

El pozo cuenta con una profundidad de 41 metros, 300 mm de diámetro y armado en tubería PVC con diámetro de 200 mm; se identifica como pozo 09-25, según registro del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, posee sello sanitario de 0-3m en concreto, rejilla Slot 40 entre 29

a 35m y tubería ciega entre 0 a 29m y 35 a 41m de profundidad (Acueductos y Alcantarillados, 2016).

El caudal de explotación recomendado es de 21 l/s, con un tiempo de bombeo continuo de 18 horas por día; todos estos parámetros serán usados más adelante, para el diseño formal del acueducto del asentamiento los Ángeles de Río Jiménez (Acueductos y Alcantarillados, 2016).

Planteamiento del problema en investigación

La comunidad de los Ángeles de Río Jiménez no cuenta con un sistema de distribución de agua potable desde el año 2003.

Objetivo General

- Comparación económica del acueducto para el asentamiento Los Ángeles de Río Jiménez, en el cantón de Guácimo, Limón, Costa Rica, diseñado mediante las normas vigentes del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Objetivos Específicos

- Establecer una proyección de crecimiento para el año 2036, mediante el método utilizado por Acueductos y Alcantarillados en su manual *Criterios para el Diseño de Acueductos Rurales* versus el utilizado en la guía *Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos*.
- Diseñar y establecer especificaciones técnicas para los dos acueductos.
- Comparar los presupuestos de los dos acueductos, mediante un análisis porcentual de costos.

Justificación

En el plan estratégico 2016-2020, del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, se encuentra descrita la misión de esta entidad; se cita a continuación:

“Asegurar el acceso universal al agua potable y al saneamiento de forma comprometida con la salud, la sostenibilidad del recurso hídrico y el desarrollo económico y social del país.”

Se puede entender el compromiso del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, de brindarle un sistema de agua potable al asentamiento Los Ángeles de Río Jiménez, para mejorar las condiciones sanitarias y socioeconómicas de sus habitantes y así posibilitar el desarrollo de este proyecto, el cual consiste en realizar dos diseños de un acueducto, para la distribución de agua potable mediante un sistema por gravedad, determinando la línea de impulsión, volumen del tanque de almacenamiento, sus componentes hidráulicos y una modelación del sistema proyectado al futuro, para poder satisfacer la demanda de agua potable, bajo un parámetro de calidad y cantidad.

Alcance y Limitaciones

Alcances

Realizar dos diseños hidráulicos de la red de distribución de agua potable y la línea de impulsión, usando para estos las normas y criterios establecidos por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados en sus manuales ***Criterios para el Diseño de Acueductos Rurales, y Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos***, para comparar económicamente sus presupuestos de construcción y de esta manera determinar cuál sería la opción más viable desde el punto de vista financiero.

Limitaciones

- Todos los estudios básicos serán entregados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.
- Se limita el diseño a los datos suministrados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.
- Los precios suministrados para cada elemento dentro del presupuesto, fueron entregados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.
- En cuanto al trabajo propuesto, quedará pendiente la caseta de bombeo y sus componentes, definición y presupuesto para bloques de anclaje, pasos elevados y accesorios necesarios para apoyar tuberías a puentes, así como el costo de mano de obra.
- El análisis para la colocación de hidrantes será realizado, por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y el cuerpo de Bomberos, una vez se realice la propuesta.

Impacto

Selección del diseño más factible económicamente, lo cual sería determinante en el momento de la asignación del presupuesto, para la construcción del acueducto.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Marco Teórico-Conceptual

Para que el desarrollo del trabajo se dé bajo los parámetros de diseño deseados, es indispensable el conocimiento y comprensión de algunos conceptos fundamentales, a fin de satisfacer la necesidad de agua potable del asentamiento Los Ángeles de Río Jiménez.

En este trabajo se detallan las bases teóricas de los procedimientos por seguir, los cuales se basan en los manuales de diseño del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados ***Criterios para el diseño de acueductos rurales 2010*** y ***Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos***.

1.1.1 Criterios para Diseño

Un acueducto significa mejores condiciones de vida, salud y desarrollo para una población. Según el MBA Luis Manuel Alvarado, esto repercute en un mayor crecimiento de la población humana y por ende, en un mayor consumo de agua potable con el paso del tiempo, lo que genera la necesidad de proyectar esta tendencia para modelar el diseño idóneo, que cubra las exigencias futuras en el servicio de agua potable. (L. Alvarado, comunicación personal, 11 de noviembre de 2016).

1.1.1.1 Población Actual

La población actual se estimará, considerando el uso del criterio de casa equivalente, donde los consumos estimados para cada tipo de prevista, se comparan, con el consumo equivalente a una casa de habitación, usando la siguiente tabla (Acueductos y Alcantarillados, 2010):

Tabla 1.1 Consumos equivalentes para diferente tipos de prevista

TIPO DE PREVISTA	CONSUMO EQUIVALENTE
Escuela (30 alumnos)	2
Parque, comedor escolar, Iglesia	1
Negocios (pulpería, soda, etc.)	1
Plaza, bodega, estac. servicio	1
Recibidor	
Oficinas (Bancos, MAG, GAR)	1
Salón Comunal	3
Lotes	0.5
Restaurante pequeño	2
Parcela	1
Cabina	0.5
Hotel	0.5/habitaciones
Cruz Roja, puesto de salud (Ebais)	2
Clínica	3

Fuente: Acueductos y Alcantarillados, 2010

1.1.1.1.1 Población actual según manual "Criterio para el diseño de Acueductos Rurales"

Se estimará la población actual, considerando cinco habitantes por casa equivalente (Acueductos y Alcantarillados, 2010).

$$\text{Población Actual} = 5 * \text{Número de casas equivalentes} \quad (1)$$

1.1.1.1.2 Población actual según manual “Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos”

Se estimará la población actual, considerando los planes reguladores vigentes y último censo de población (Acueductos y Alcantarillados, 2007).

$$\text{Población Actual} = 3.4 * \text{Número de casas equivalentes} \quad (2)$$

Nota: Según el último censo, el número de habitantes por casa para el cantón de Guácimo en la Zona de Jiménez es de 3.4 (<https://www.inec.go.cr>)

1.1.1.2 Población de diseño

La población máxima de diseño se estimará, como el doble de la población en el momento del estudio, lo que equivale a un período de diseño de 20 años y con una tasa de crecimiento anual del 3.5 % (Acueductos y Alcantarillados, 2010).

$$\text{Población de diseño (hab)} = 2 * \text{Población Actual} \quad (3)$$

Para aquellos casos especiales, el período de diseño (n) variará entre 10 y 20 años. En tal caso, el factor de crecimiento (F.C.) y la población de diseño, se calcularán con la fórmula de interés compuesto con una tasa de crecimiento del 3.5%:

$$\text{F.C.} = (1 + 3.5\%)^n = 1.035^n \quad (4)$$

$$\text{Población de diseño (hab)} = \text{F.C.} * \text{Población Actual} \quad (5)$$

1.1.1.3 Dotación

1.1.1.3.1 Población actual según manual “Criterio para el diseño de Acueductos Rurales”

Cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades de cada habitante; este manual determina, para el tipo de proyecto en interés la siguiente (Acueductos y Alcantarillados, 2010):

- 180 a 250 litros por persona por día (l/p/d) para acueductos integrados grandes, zonas semiurbanas, zonas turísticas.

1.1.1.3.2 Población actual según manual “Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos”

Las dotaciones brutas para diseño serán cuando no existan datos de los patrones de consumo y demandas de la localidad de estudio se usara el siguiente valor mínimo (Acueductos y Alcantarillados, 2007):

- 200 litros por persona por día (l/p/d) para poblaciones rurales.

1.1.1.4 Factores de Variación de Consumo

1.1.1.4.1 Población actual según manual “Criterio para el diseño de Acueductos Rurales”

Los factores a utilizar usando el criterio para el diseño de acueductos rurales son (Acueductos y Alcantarillados, 2010):

- Factor Máximo Diario (FMD)= 1.25
- Factor Máximo Horario (FMH)= 1.50

El caudal promedio diario depende directamente de la población de diseño y de la dotación. El caudal máximo diario y el máximo horario se obtienen, al multiplicar el caudal promedio diario por su respectivo factor de variación.

$$QPD(l/s) = \frac{\text{Poblac.Diseño} \cdot \text{Dotación (l/hab/d)}}{86.400 (s/d)} \quad (6)$$

$$\mathbf{QMD = 1.25 * QPD} \quad \mathbf{(7)}$$

$$\mathbf{QMH = 1.5 * QMD} \quad \mathbf{(8)}$$

1.1.1.4.2 Población actual según manual “Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos”

Los factores por utilizar usando el criterio para el diseño de acueductos rurales son (Acueductos y Alcantarillados, 2007):

- Factor Máximo Diario (FMD)= 1.25
- Factor Máximo Horario (FMH)= 2.25

El caudal promedio diario depende directamente de la población de diseño y de la dotación. El caudal máximo diario y el máximo horario, se obtienen al multiplicar el caudal promedio diario por su respectivo factor de variación.

$$\mathbf{QPD(l/s) = \frac{Poblac.Diseño*Dotación (l/hab/d)}{86.400 (s/d)}} \quad \mathbf{(6)}$$

$$\mathbf{QMD = 1.25 * QPD} \quad \mathbf{(7)}$$

$$\mathbf{QMH = 2.25 * QPD} \quad \mathbf{(9)}$$

Donde:

QPD= Caudal promedio diario (l/s)

QMD= Caudal máximo diario (l/s)

QMH= Caudal máximo horario (l/s)

1.1.1.5 Caudal de Diseño para proyectos por bombeo

Si la línea de impulsión es a partir de un pozo perforado, esta se diseñará usando el caudal máximo diario; en cuanto a la línea de distribución, el caudal máximo horario (Acueductos y Alcantarillados, 2010).

1.1.1.6 Estimación del Volumen de Almacenamiento

El volumen de almacenamiento se diseñará para el siguiente propósito:

1.1.1.6.1 Volumen de regulación de consumo

Si no se conocen curvas de consumo, este valor será el 14% del volumen promedio diario (Acueductos y Alcantarillados, 2001).

$$\mathbf{VRC = (QPD * 86.4) * 14\%} \quad \mathbf{(10)}$$

En donde:

VRC= Volumen de regulación de consumo (m³)

QPD= Caudal promedio diario (l/s)

1.1.1.6.2 Volumen de regulación para incendios

Si la población de diseño es menor que 5000 habitantes, no se requiere volumen para incendios; sin embargo, si ésta se encuentra entre 5000 y 10000 habitantes, es necesario contemplar 90 m³ de almacenamiento (Acueductos y Alcantarillados, 2001).

1.1.1.6.3 Volumen de reserva por interrupciones

Este volumen corresponde como mínimo a un periodo de cuatro horas del caudal promedio diario (Acueductos y Alcantarillados, 2001).

$$\mathbf{VRI = (QPD * 86.4) * \left(\frac{4}{24}\right)} \quad \mathbf{(11)}$$

Donde:

VRI= Volumen de reserva para interrupciones (m^3)

QPD= Caudal promedio diario (l/s)

1.1.1.6.4 Volumen total de almacenamiento

Este volumen corresponde a la suma de los tres anteriores (Acueductos y Alcantarillados, 2001).

Nota: El volumen del tanque se ajustará a los diseños disponibles en Acueductos y Alcantarillados, es decir 6, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 100 m^3 (Acueductos y Alcantarillados, 2010).

1.1.1.7 Diámetro Mínimo

La norma del manual, *Criterio para el diseño de acueductos rurales* (2010), establece que para la red de distribución el diámetro mínimo será de 75 mm y se aceptarán tuberías de hasta 50 mm, con tramos no mayores a 500 metros.

En el manual *Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos* (2007), se establece que el diámetro nominal mínimo en la red principal será de 100 mm y se aceptará 75 mm como mínimo en zonas de desarrollo limitado.

1.1.1.8 Criterio de Diseño para Tubería

1.1.1.8.1 Presión Dinámica Mínima (Tubería de Distribución)

En los manuales *Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos* (2007) y *Criterio para el diseño de acueductos rurales* (2010); ambos señalan que la presión mínima permisible es de 15 m.c.a.

1.1.1.8.2 Presión Estática Máxima (Tubería de Distribución)

El manual, *Criterio para el diseño de acueductos rurales* (2010) establece que para la red de distribución, no se deberá exceder una presión de funcionamiento de 60 m.c.a; mientras que el manual de *Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos* (2007), establece 50 m.c.a como máximo.

1.1.1.9 Límites de Velocidad

La velocidad mínima recomendada en cualquier tipo de sistema es de 0.60 m/s, aunque se permitirán valores menores en caso de que las presiones dinámicas sean muy bajas o se requiera tener pérdidas mínimas y además, cuando el diámetro por utilizar sea el mínimo o los caudales que se manejen sean pequeños (Acueductos y Alcantarillados, 2010).

- Velocidad Máxima en Distribución (Acueductos y Alcantarillados, 2005) = 3.0 m/s
- Velocidad Máxima en Distribución (Acueductos y Alcantarillados, 2010) = 2 m/s

1.1.1.10 Golpe de Ariete

Se denomina “golpe de ariete” al efecto de choque violento o sobrepresión producido sobre las paredes de la tubería, al alterar de manera instantánea el movimiento del fluido, como puede ocurrir al cerrar una válvula (López, 1999).

1.1.1.10.1 Periodo de la tubería

Tiempo que tarda la onda de choque en recorrer la tubería y devolverse (López, 1999):

$$\mathbf{T = \frac{2L}{c}} \quad (12)$$

Donde:

T= Fase o periodo de la tubería (s)

L= Longitud hasta el depósito (m)

C= Celeridad (m/s)

1.1.1.10.2 Celeridad

El valor de la celeridad se calculará mediante la fórmula de Allievi, partiendo de que el fluido en estudio es agua potable (López, 1999):

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \frac{D}{e}}} \quad (13)$$

Donde:

C= Celeridad (m/s)

D= Diámetro del tubo (m)

e= Espesor de la tubería (m)

k= 18 (para PVC)

1.1.1.10.3 Celeridad equivalente

$$C_{eq} = \frac{L_T}{\frac{L_1}{C_1} + \frac{L_2}{C_2} + \frac{L_{...}}{C_{...}} + \frac{L_i}{C_i}} \quad (14)$$

Donde:

C_{eq}= Celeridad equivalente (m/s)

L_T= Longitud total hasta el depósito (m)

L = Longitud donde hay cambio de diámetro hasta el depósito (m)

C= Celeridad donde hay cambio de diámetro (m/s)

1.1.1.10.4 Velocidad equivalente

$$\mathbf{V_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{V_1 L_1 + V_{Ni} L_{Ni}}{L_T} \quad (15)$$

1.1.1.10.5 Tiempo de maniobra o cierre de la válvula

Este tiempo determina si es un cierre lento o rápido, el cual será de utilidad para seleccionar la fórmula para calcular la sobrepresión, al alterar de manera instantánea el movimiento del fluido (López, 1999):

$$t_c < T = \text{cierre rápido} \quad (16)$$

$$t_c > T = \text{cierre lento} \quad (17)$$

Donde:

t_c = Tiempo de cierre de la válvula (s)

T = Fase o periodo de la tubería (s)

1.1.1.10.5 Cálculo de la sobrepresión para cierre lento

Determinada por la fórmula de Michaud-Vensano (López, 1999):

$$h_{max} = \frac{2LV}{g t_c} \quad (18)$$

Donde:

h_{max} = Sobrepresión (m)

L = Longitud (m)

V = Velocidad del fluido (m/s)

g = Gravedad (m/s²)

t_c = Tiempo de cierre de la válvula (s)

1.1.1.10.6 Cálculo de la sobrepresión para cierre rápido

Determinada por la fórmula de Jowkowky (López, 1999):

$$h_{max} = \frac{cV}{g} \quad (19)$$

Donde:

h_{max} = Sobrepresión (m)

C= Celeridad (m/s)

V= Velocidad del fluido (m/s)

g= Gravedad (m/s^2)

1.1.1.11 Línea de impulsión

1.1.1.11.1 Área transversal de la tubería

Para calcular el área transversal de la tubería se usará la siguiente fórmula (Saldarriaga, 2007):

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (20)$$

Donde:

A = Área transversal de la tubería (m)

d= Diámetro interno de la tubería (m)

1.1.1.11.2 Velocidad media

Determinada de la siguiente manera (Saldarriaga, 2007):

$$V = \frac{Q}{A} \quad (21)$$

Donde:

V = Velocidad del fluido (m/s)

Q = Caudal promedio diario (m³)

1.1.1.11.3 Pérdidas menores

Fórmula para el cálculo de las pérdidas menores (Saldarriaga, 2007):

$$\Sigma h_m = \Sigma k_m \frac{v^2}{2g} \quad (22)$$

Donde:

h_m = Pérdidas menores (m)

k_m = Coeficiente global de pérdidas menores igual a 9.4

V = Velocidad del fluido (m/s)

g = Gravedad (m/s²)

1.1.1.11.4 Número de Reynolds

Se establece que (Saldarriaga, 2007):

$$\mathbf{Re} = \frac{vd}{\nu} \quad (23)$$

Donde:

Re = Número de Reynolds (adimensional)

V = Velocidad (m/s)

d = Diámetro interno de la tubería (m)

ν = Viscosidad cinemática del agua = 1.14×10^{-6} (m²/s)

1.1.1.11.5 Rugosidad Relativa

Se determina la rugosidad relativa para tuberías de PVC mediante (Saldarriaga, 2007):

$$\frac{k_s}{d} = \frac{0.0000015}{d} \quad (24)$$

Donde:

k_s = Rugosidad relativa para el PVC (m)

d = Diámetro interno de la tubería (m)

1.1.1.11.6 Factor de fricción

Determinado mediante un cálculo iterativo de punto fijo por el método de Newton- Raphson, donde la convergencia asegura los valores para Re (Saldarriaga, 2007):

$$f = \left(-2 \log_{10} \left(\frac{k_s}{3.7 d} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f_{inicial}}} \right) \right)^{-2} \quad (25)$$

Donde:

f = Factor de fricción (adimensional)

k_s = Rugosidad relativa para el PVC (m)

d = Diámetro interno de la tubería (m)

Re = Número de Reynolds (adimensional)

$f_{inicial}$ = Factor de fricción inicial = 0.000100

1.1.1.11.7 Pérdidas por fricción

Utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach (Saldarriaga, 2007):

$$h_f = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (26)$$

Donde:

h_f = Pérdidas por fricción (m)

f = Factor de fricción (adimensional)

L = Longitud de bombeo (m)

d = Diámetro interno de la tubería (m)

V = Velocidad del fluido (m/s)

g = Gravedad (m/s²)

1.1.1.11.8 Longitud de bombeo

Se define por medio de la siguiente expresión (Acueductos y Alcantarillados, 2010):

$$L = LT + \text{Altura del tanque} \quad (27)$$

Donde:

LT = Longitud topográfica (m)

Altura del tanque = corresponde al diseño (m)

1.1.1.11.9 Diferencia de altura

Corresponde a la diferencia entre la estación de bombeo y el tanque, se define como (Acueductos y Alcantarillados, 2010):

$$\Delta_z = (z_1 - z_2) + \text{Altura del tanque} + \text{carga dinámica} \quad (28)$$

Donde:

Δ_z = Diferencia de altura (m)

Z_1 = Altura topográfica donde se colocará el tanque (m)

Z_2 = Altura topográfica de la estación de bombeo (m)

Altura del tanque= corresponde al diseño (m)

Carga dinámica = 3 (m)

1.1.1.11.9 *Altura total en la línea de impulsión*

Mediante la expresión (Saldarriaga, 2007):

$$H_T = \Delta_z + h_f + \Sigma h_m \quad (29)$$

Donde:

H_T = Altura total en la línea de impulsión (m)

Δ_z = Diferencia de altura (m)

h_f = Pérdidas por fricción (m)

h_m = Pérdidas menores (m)

1.1.1.11.10 *Potencia*

Se estima una potencia para la bomba, únicamente para determinar cuál tubería sería más factible para el diseño, mediante la expresión (Saldarriaga, 2007):

$$P = \frac{1}{\eta} \rho Q g H_T \quad (30)$$

Donde:

P = Potencia en el eje de la bomba (Kw)

η = Eficiencia de la bomba (%)

ρ = Densidad del fluido (kg/m^3)

Q = Caudal de bombeo (m^3/s)

g = Gravedad (m/s^2)

HT = Altura total en la línea de impulsión (m)

1.1.1.11.11 Costo anual de operación

Para estimar el costo mensual, se utiliza la tarifa de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, encontrada en su página web, exclusivamente para el bombeo de agua potable; esta se multiplicará por 12 para estimar un costo anual. La tarifa se presenta en la siguiente tabla (CNFL, 2017):

Tabla 2.2 Bloques de consumo

Bloques de consumo			
Costo menor o igual a 3000 kWh cada kW		Mínimo	₡71,44
Clientes con consumo de energía y potencia	Consumo de energía kWh	Bloque de 0-8 kW Cargo fijo Bloque mayor a 3000 kWh cada kWh	₡123 390,00 ₡41,13
	Por consumo de potencia Kw	Bloque de 0-8 kW Cargo fijo Bloque mayor a 3000 kWh cada kWh	₡53 278,80 ₡6 659,85

1.1.1.11.12 Tubería Requerida

El cálculo de la tubería con una longitud de seis metros en PVC, se realizará considerando un factor de desperdicio del 5% y además, se considerará la longitud topográfica para el cálculo y no la de bombeo (Acueductos y Alcantarillados, 2010).

1.1.1.11.13 Costo total de la Línea de impulsión

Mediante la fórmula:

CT =

Costo anual de operación + Costo de la tubería +

Costo del tanque de almacenamiento + Costo supuesto de la bomba (31)

1.1.1.12 Cálculo de Carga Dinámica Total (CDT) para escogencia de la bomba sumergible

Definido por el licenciado en Ingeniería Electromecánica Emerson Campos (comunicación personal, 26 de junio, 2017), jefe del Departamento de Bombea en Acueductos y Alcantarillados. Para la selección de la bomba sumergible mediante proveedores, se usa la siguiente expresión:

$$CDT = HD_{crítico} + h_d + HT \quad (32)$$

Donde:

CDT= Carga dinámica total (m)

HD_{crítico}= Nivel de colocación de la bomba + 3 metros (m)

h_d = Pérdidas por fricción en la tubería de descarga (m)

HT= Altura total en la línea de impulsión (m)

1.1.1.12.1 Cálculo de la longitud de descarga

Para el licenciado en Ingeniería Electromecánica Emerson Campos (comunicación personal, 26 de junio, 2017), la longitud de descarga corresponde a la siguiente expresión:

$$Ld = HD_{crítico} + 1 \quad (33)$$

Donde:

Ld= Longitud de descarga (m)

HD_{crítico}= Nivel de colocación de la bomba + 3 metros (m)

1.1.1.13 Cálculo de Caudal Distribuido

El caudal distribuido según el ingeniero Daniel Figueroa (comunicación personal, 26 de julio, 2017), se usa para calcular el consumo en cada nodo de la red en estudio con respecto a la distancia, mediante la siguiente ecuación:

$$Q_d = \frac{QM_H}{L_c} \quad (34)$$

Donde:

Q_d = Caudal distribuido (l/s*m)

QM_H = Caudal máximo horario (l/s)

L_c = Longitud topográfica de la red donde existe consumo (m)

1.1.1.14 Consumo por nodo en la red

Este se define mediante la ecuación según el ingeniero Daniel Figueroa (Comunicación personal, 26 de julio, 2017):

$$\text{Consumo} = Q_d * \text{Distancia topográfica de nodo a nodo} \quad (35)$$

Donde:

Q_d = Caudal distribuido (l/s*m)

1.2 Marco situacional

1.2.1 Posición Geográfica

El cantón de Guácimo se encuentra en la provincia de Limón, es el número 706 de Costa Rica, con coordenadas geográficas 10°12'13" latitud norte y 83°37'30" longitud oeste y una división administrativa configurada de la siguiente manera (*La Gaceta*, 2013):

- Guácimo
- Mercedes
- Pocora
- Río Jiménez
- Duacarí

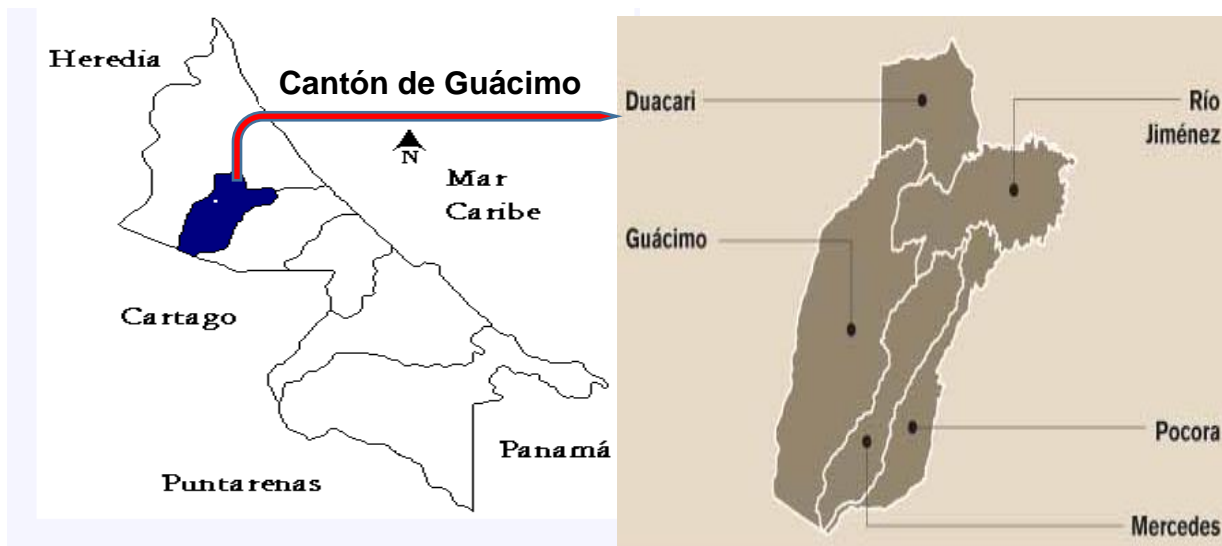


Figura 1. Distritos del Cantón de Guácimo. Tomada de <http://www.skyscrapercity.com>

1.2.2 Altitud

En este cantón se encuentra el área donde se realizará el diseño, la cual corresponde al distrito 04 de nombre Río Jiménez, con una elevación de 10 metros sobre el nivel medio del mar (*La Gaceta*, 2013).

1.2.3 Clima

Los meses de menos lluvia son los de septiembre, octubre y marzo-abril. La temperatura promedio oscila entre los 24 y 33^o C y presenta como promedio una precipitación pluvial de 2100 mm al año (Municipalidad de Guácimo, 2009).

1.2.4 Situación Socioeconómica

Las principales actividades son la agricultura y la ganadería. Debido a la riqueza de los suelos, se destacan los sembradíos de banano, piña, plantas ornamentales y flores tropicales. Por otra parte, en los negocios de la zona se facilita todo lo necesario para la vida moderna (Municipalidad de Guácimo, 2009).

CAPÍTULO 2

MARCO METODOLÓGICO

Al ser este un trabajo de interés, para el asentamiento Los Ángeles de Río Jiménez, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados ha definido un procedimiento de diseño, que se deberá respetar en la elaboración de este proyecto; sin embargo, se presentarán algunas modificaciones, para lograr alcanzar los objetivos específicos. El proceso deberá realizarse para cada uno de los diseños propuestos. Algunos de los parámetros por seguir, indicados, fueron suministrados por la entidad gubernamental en mención.

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados divide el procedimiento que se debe respetar, en dos etapas (Acueductos y Alcantarillados, 2016):

Etapas I

2.1 Primera Fase: Definición de la concepción del proyecto

- Revisión del expediente proporcionado por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (notas, datos topográficos, planta de estudios básicos, etc.).
- Recibir planta de diseño con elevaciones, calles, casas, lotes, escuelas, iglesias, Ebais y puntos, entregado por el Departamento de Topografía del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.
- Establecer rutas preliminares, mediante la impresión del diseño en planta; se generan con lápiz para analizar cual opción es la más viable.
- Definir la concepción del proyecto en planta de diseño preliminar.
- Indicar las líneas de tubería por calcular.
- Ubicar las obras de infraestructura por construir.
- Revisión de primera fase.

2.2 Segunda Fase: Definición de tubería y válvulas

- Posibles correcciones halladas en la primera fase.
- Elaboración de plantillas para diseño hidráulico, en las debe estar indicado el desglose por punto de edificaciones igual al número de casas equivalentes, mediante la herramienta Excel.
- Crear tablas en Excel para la manipulación y análisis de datos.
- Cálculos hidráulicos (EPANET como *software* libre para modelar la red de distribución e impulsión, tablas para el análisis de la línea de impulsión y distribución, golpe de ariete, SDR, tanque de almacenamiento).
- Ubicar válvulas de compuerta en ruta y en ramales, válvulas de aire y válvulas de purga.
- Elaboración de planta de diseño, señalando estructuras, líneas de tubería, diámetros, SDR, tipos de pasos, ubicación y dimensiones del tanque de almacenamiento.
- Revisión de la segunda fase.

2.3 Tercera Fase: Planta de diseño

- Dibujo final de planta de diseño la cual deberá incluir:
 - a) Tubería por colocar, su SDR y diámetro.
 - b) Ubicar válvulas de aire, purga y compuerta a tinta.
 - c) Pasos elevados, pasos apoyados, los cuales deben incluir: longitud, tipo de tubería por utilizar y diámetro.
- Notas aclaratorias.
- Indicar SDR. Dibujo
- Revisión de la tercera fase.

Nota: Lo anterior se realizará mediante la herramienta de dibujo AutoCAD 2016.

Etapa II

- Elaboración del presupuesto. Se usará el manual *Criterio para el diseño de acueductos rurales*, 2010.
- Los valores de los elementos y materiales, para la elaboración del presupuesto, serán suministrados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.
- Crear tablas en Excel para la elaboración del presupuesto.
- Comparación entre presupuestos.
- Conclusiones.
- Revisión de Etapa II.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

3.1 Población Actual

Los datos de mayor influencia para mostrar la diferencia de proyecciones, radican en la manera de estimar la población; esta se describe a continuación, para cada método:

3.1.1 Cálculo de la población actual, guía *Criterios para el diseño de Acueductos Rurales*:

$$\text{Población actual} = \text{Número de casas equivalentes} * 5$$

$$\text{Población actual} = 551 * 5$$

$$\text{Población actual} = 2755$$

3.1.2 Cálculo de la población actual, manual *Reglamentación para el Diseño y Construcción Urbanizaciones y Fraccionamientos*

$$\text{Población actual} = \text{Número de casas equivalentes} * 3.4$$

$$\text{Población actual} = 551 * 3.4$$

$$\text{Población actual} = 1873.4$$

El número de casas equivalentes se obtuvo con ayuda de la Tabla 1.1 y dio como resultado:

Tabla 3.3 Cálculo casas equivalentes

Tipo de Prevista	Cantidad de Previstas	Casas Equivalentes
Casa	490	490
Lote	2	1
Negocio	7	7
Iglesia	6	6
Plaza	5	5
Clínica	2	6
Comunal	3	9
Escuela	13,5	27
Total =		551

Fuente: El autor.

3.2 Factores de Consumo

Otra diferencia muy notable está en los factores de consumo para cada método y en que para obtener los caudales de diseño es aplicada la fórmula.

3.2.1 Influencia en los factores de consumo para el cálculo de los caudales de diseño, guía *Criterios para el diseño de Acueductos Rurales*.

- Caudal promedio diario = Ecuación 6

$$QPD \text{ (l/s)} = ((2 \cdot 2755) \cdot 200) / 86400$$

$$QPD \text{ (l/s)} = 12.71$$

- Caudal máximo diario = Ecuación 7

$$QMD \text{ (l/s)} = 12.71 \cdot 1.25$$

$$QMD \text{ (l/s)} = 15.88$$

- Caudal máximo horario = Ecuación 8

$$QMH \text{ (l/s)} = 15.88 \cdot 1.5$$

$$QMH \text{ (l/s)} = 23.83$$

3.2.2 Influencia en los factores de consumo para el cálculo de los caudales de diseño, manual *Reglamentación para el Diseño y Construcción Urbanizaciones y Fraccionamientos*.

- Caudal promedio diario = Ecuación 6

$$QPD \text{ (l/s)} = ((2 \cdot 1873.4) \cdot 200) / 86400$$

$$QPD \text{ (l/s)} = 8.64$$

- Caudal máximo diario = Ecuación 7

$$QMD \text{ (l/s)} = 8.64 \cdot 1.25$$

$$QMD \text{ (l/s)} = 12.94$$

- Caudal máximo horario = Ecuación 9

$$QMH \text{ (l/s)} = 8.64 \cdot 2.25$$

$$QMH \text{ (l/s)} = 19.44$$

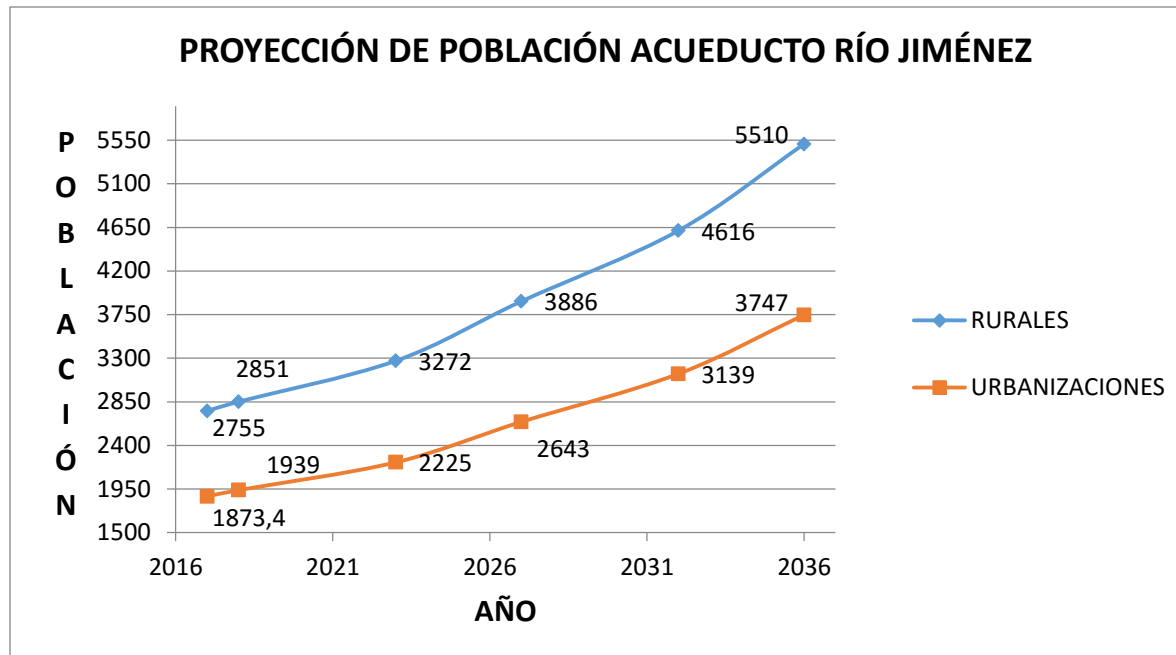


Figura 2 : Proyección de la población para el año 2036 en el asentamiento Los Ángeles de Río Jiménez.

En la figura 2 se encuentra la población de diseño al año 2036, la cual es utilizada para calcular los caudales de diseño. Para el año en mención, la diferencia poblacional entre ambos métodos será, de 1763 habitantes.

3.3 Resumen de los resultados para el análisis hidráulico

Tabla 4.3 Resumen de los resultados para el análisis hidráulico

	Guía	Manual	
	<i>Criterios para el diseño de Acueductos Rurales</i>	<i>Reglamentación para el Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos</i>	≠
Número de habitantes por casa.	5	3,4	
Número de casas equivalente.	551	551	
Población actual.	2755	1873,4	32%
Periodo de diseño (años).	20	20	
Tasa de crecimiento (%).	3,5	3,5	
Población de diseño (2036).	5510	3747	32%
Dotación (l/s).	200	200	
Factor máximo diario.	1,25	1,25	
Factor máximo horario.	1,5	2,25	
Caudal promedio diario (l/s).	12,71	8,64	32%
Caudal máximo diario (l/s).	15,88	12,94	19%
Caudal máximo horario (l/s).	23,83	19,44	18%
Volumen de regulación de consumo (m ³).	154,28	104,91	32%
Volumen de regulación para incendios (m ³)	90,00	0,00	
Volumen de regulación por interrupciones (m ³)	183,67	124,89	32%
Volumen total de almacenamiento (m ³)	427,25	229,80	25%
Tanque requerido (m ³)	500	250	50%

Fuente: El autor.

3.4 Análisis hidráulico, programa para la simulación de la red EPANET

Este análisis da inicio dibujando la red en el programa de simulación; los datos con los cuales se alimenta, se describen a continuación:

- Nodos: la posición geográfica (x, y, z), de cada nodo, se obtiene del plano suministrado por Acueductos y Alcantarillados, colocados y ordenados en una tabla de Excel.
- La longitud de las tuberías es la distancia horizontal que existe entre nodo y nodo.
- El consumo registrado en cada nodo se obtiene, mediante la aplicación de la ecuación 30 y 31.

La tabla presentada a continuación es aplicable, para los dos diseños propuestos.

Tabla 5.3 Resumen datos EPANET

Número de conexiones	129
Número de embalses	1
Número de depósitos	1
Número de tuberías	134
Número de bombas	1
Unidades de caudal	LPS
Ecuación de pérdidas	D-W

Autor: EPANET 2.0 vE.

3.5 Cálculo y presupuesto de la tubería línea de impulsión

Los valores usados para estimar el costo de la tubería, tanque de almacenamiento y la supuesta bomba de succión, fueron suministrados por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, estos se encuentra en la hoja de Excel llamada “Línea de Impulsión”.

A continuación, en la siguiente tabla, se muestra la tubería más factible para cada diseño; sin embargo, se analizaron múltiples diámetros de tubería y sus diferentes SDR (32.5, 26, 17), hasta lograr este valor óptimo en cada diseño. Además para determinar del SDR se usará la presión de trabajo de la tubería, para saber si el escogido cumple con:

$$\text{Altura total} \leq \text{Presión de trabajo de la tubería}$$

Tabla 6.3 Presión de trabajo para tubería PVC

Presión de trabajo para el PVC	
SDR	Presión de trabajo (M.C.A)
17	175
26	112
32,5	88

Fuente: Guía *Criterio para el diseño de acueductos rurales*, 2010.

Tabla 7.3 Resumen tubería línea de impulsión.

	Guía	Manual
	<i>Crterios para el diseño de Acueductos Rurales</i>	<i>Reglamentación para el Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos</i>
Caudal de bombeo (l/s).	15,88	15,36
Horas de bombeo.	24	20
Diámetro de la tubería.	150	150
Perdidas por fricción (ecuación 26).	22,07	19,18
Altura total (ecuación 19).	58,20	55,28
SDR (ecuación 19 + ecuación 29).	26	32,5
Potencia (hp, ecuación 30).	16,20	14,12
Potencia comercial (hp).	20	15
kWh mensual.	10 738,080	6 711,30
Costo anual de operación.	₡5 299.886,76	₡3 286 657,84
Costo de tubería.	₡32 846.220,0	₡26 451 629,67
Costo tanque almacenamiento.	₡26 413.344,5	₡16 825 678,23
Costo supuesto de bomba.	₡1 488.217,5	₡1 230 075,00
Costo total (ecuación 31).	₡66 047.668,8	₡47 794 040,74

Fuente: El autor.

Nota: La diferencia porcentual en el costo total de la Tabla 12.3 es de 27.63%.

.3.6 Cálculo Carga Dinámica Total (CDT)

Este valor, junto al caudal de bombeo escogido para línea de impulsión, se le envía a ZEBOL, empresa distribuidora de bombas sumergibles, cédula jurídica 3-101-064341, la cual realiza la selección del modelo que se adapte a las condiciones de bombeo-altura para cada diseño, y que presenta la mejor curva de rendimiento (correo electrónico, 11 de agosto, 2017).

La carga dinámica escogida para el cálculo es de 35 m.c.a., debido a las condiciones presentes en el pozo (rejilla Slot 40 entre 29 a 35m y tubería ciega entre 0 a 29m y 35 a 41m de profundidad (rejilla Slot 40 de 29 a 35m y tubería ciega entre 0 a 29m y 35 a 41m de profundidad).

Tabla 8.3 Resumen Carga Dinámica Total

	Guía	Manual
	<i>Criterios para el diseño de acueductos rurales</i>	<i>Reglamentación para el diseño y construcción de urbanizaciones y fraccionamientos</i>
Caudal de bombeo (l/s)	15,88	15,36
CDT (ecuación 32) m.c.a	93.75	90.8
Capacidad de la bomba (l/s)	16.5	15.5
CDT oferta (m.c.a)	104	91.6
Modelo	6CHC	6CHC
Número de estaciones	6	5
Eficiencia (%)	76.2	77.9
Potencia (hp)	30	24
Costo de la bomba proveedora	\$1 591 645,00	\$1 418 011,00

Fuente: El autor.

3.7 Presupuesto de tubería y accesorios para los diferentes componentes de la línea de distribución

3.7.1 Criterio para el Diseño de Acueductos Rurales

3.7.1.1 Presupuesto tuberías y accesorios

Tabla 9.3 Resumen del presupuesto tuberías y accesorios. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Tubo PVC SDR 32,5 (50mm)	Unidad (6m)	¢3 539	1379	¢4 880 281
Tubo PVC SDR 32,5 (63mm)	Unidad (6m)	¢5 193	1694	¢8 796 942
Tubo PVC SDR 32,5 (75mm)	Unidad (6m)	¢7 762	375	¢2 910 750
Tubo PVC SDR 32,5 (100mm)	Unidad (6m)	¢13 420	3284	¢44 071 280
Tubo PVC SDR 32,5 (150mm)	Unidad (6m)	¢27 754	840	¢23 313 360
Tubo PVC SDR 32,5 (200mm)	Unidad (6m)	¢46 959	428,764	¢20 134 329
Tubo PVC SDR 32,5 (300mm)	Unidad (6m)	¢102 780	350	¢35 973 000
Codo PVC 45 (50mm)	Unidad	¢536	8	¢4 288
Codo PVC 45 (63mm)	Unidad	¢3 485	6	¢20 910
Codo PVC 45 (100mm)	Unidad	¢2 797	21	¢58 737
Codo PVC 45 (150mm)	Unidad	¢97 495	13	¢1 267 435
Codo PVC 45 (200mm)	Unidad	¢115 406	7	¢807 842
Codo PVC 45 (300mm)	Unidad	¢248 959	3	¢746 877
Codo PVC 90 (50mm)	Unidad	¢614	3	¢1 842
Codo PVC 90 (63mm)	Unidad	¢1 592	2	¢3 184
Codo PVC 90 (150mm)	Unidad	¢126 568	9	¢1 139 112
Codo PVC 90 (200mm)	Unidad	¢155 472	1	¢155 472
TE Lisa PVC (50mm)	Unidad	¢695	1	¢695
TE Lisa PVC (63mm)	Unidad	¢1 570	2	¢3 140
TE Lisa PVC (100mm)	Unidad	¢4 430	25	¢110 750
TE Lisa PVC (150mm)	Unidad	¢14 479	6	¢86 874
TE Lisa PVC (200mm)	Unidad	¢98 440	5	¢492 200
TE Lisa PVC (300mm)	Unidad	¢328 630	4	¢1 314 520
Reducción lisa PVC (63X50)	Unidad	¢1 303	8	¢10 424
Reducción lisa PVC (75X63)	Unidad	¢1 436	2	¢2 872
Reducción lisa PVC (100X50)	Unidad	¢2 173	16	¢34 768
Reducción lisa PVC (100X63)	Unidad	¢4 790	13	¢62 270
Reducción lisa PVC (100X75)	Unidad	¢2 393	3	¢7 179
Reducción lisa PVC (150X50)	Unidad	¢11 614	5	¢58 070
Reducción lisa PVC (150X100)	Unidad	¢5 400	5	¢27 000
Reducción lisa PVC (200X100)	Unidad	¢38 632	5	¢193 160
Reducción lisa PVC (200X150)	Unidad	¢38 621	5	¢193 105

Tabla 9.3 Resumen del presupuesto tuberías y accesorios (continuación)

Reducción lisa PVC (300X200)	Unidad	¢151 513	4	¢606 052
Tapón Hembra PVC C/R (50mm)	Unidad	¢551	30	¢16 530
Tapón Hembra PVC C/R (63mm)	Unidad	¢2 290	5	¢11 450
Adaptador Macho PVC (50mm)	Unidad	¢351	30	¢10 530
Adaptador Macho PVC (63mm)	Unidad	¢1 653	5	¢8 265
Curva PVC 11.25° SDR17 (100)	Unidad	¢8 633	6	¢51 798
Curva PVC 11.25° SDR17 (150)	Unidad	¢51 915	9	¢467 235
Curva PVC 11.25° SDR17 (200)	Unidad	¢95 329	3	¢285 987
Curva PVC 22,5° SDR17 (75)	Unidad	¢11 476	12	¢137 712
Curva PVC 22,5° SDR17 (100)	Unidad	¢11 779	28	¢329 812
Curva PVC 22,5° SDR17 (150)	Unidad	¢41 581	30	¢1 247 430
Curva PVC 22,5° SDR17 (200)	Unidad	¢90 512	1	¢90 512
Curva PVC 22,5° SDR17 (250)	Unidad	¢98 854	0	¢0
Curva PVC 22,5° SDR17 (300)	Unidad	¢122 834	9	¢1 105 506
Costo total=				¢151 251 487,00

Fuente: El autor.

3.7.1.2 Presupuesto acometidas

Tabla 10.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 50 mm. Rurales

Número de casas= 134

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Te reducida PVC roscada (50X12)mm	unidad	1	¢1 180,00	¢158 120,00
Unión compresión macho PVC12mm	unidad	1	¢2 074,00	¢277 916,00
Tubo 12mm PEAD SDR-9	ml	6,5	¢517,00	¢450.307,00
Unión compresión hembra PVC 12mm	unidad	1	¢26 766,00	¢3 586 644,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12mm	unidad	1	¢37 741,00	¢5 057 294,00
Llave de paso 12mm	unidad	1	¢1 400,00	¢187 600,00
Adaptar hembra PVC 12mm	unidad	1	¢127,00	¢17 018,00
Costo total=				¢9 734 899,00

Fuente: El autor.

Tabla 11.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 63 mm. Rurales

Número de casas= 44

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Te reducida PVC roscada (63X12)mm	unidad	1	€3 900,00	€171 600,00
Unión compresión macho PVC 12mm	unidad	1	€2 074,00	€91 256,00
Tubo 12mm PEAD SDR-9	ml	6,5	€517,00	€147 862,00
Unión compresión hembra PVC 12mm	unidad	1	€26 766,00	€1 177 704,00
Hidrómetro ,caja y accesorios 12mm	unidad	1	€37 741,00	€1 660 604,00
Llave de paso 12mm	unidad	1	€1 400,00	€61 600,00
Adaptar hembra PVC 12mm	unidad	1	€127,00	€5 588,00
			Costo total=	€3 316 214,00

Fuente: El autor.

Tabla 12.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 75 mm. Rurales

Número de casas=10

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Silleta con rosca PVC (75X12) mm	unidad	1	€3 215,00	€32 150,00
Unión compresión macho PVC 12 mm	unidad	1	€2 074,00	€20 740,00
Tubo 12 mm PEAD SDR-9	ml	6,5	€517,00	€33 605,00
Unión compresión hembra PVC 12 mm	unidad	1	€26 766,00	€267 660,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12 mm	unidad	1	€37 741,00	€377 410,00
Llave de paso 12 mm	unidad	1	€1 400,00	€14 000,00
Adaptar hembra PVC 12 mm	unidad	1	€127,00	€1 270,00
			Costo total=	€746 835,00

Fuente: El autor.

Tabla 13.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 100 mm. Rurales

Número de casas=230

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Silleta con rosca PVC (100X12) mm	unidad	1	¢3 435,00	¢790 050,00
Unión compresión macho PVC 12mm	unidad	1	¢2 074,00	¢477 020,00
Tubo 12mm PEAD SDR-9	ml	6,5	¢517,00	¢772 915,00
Unión compresión hembra PVC 12mm	unidad	1	¢26 766,00	¢6 156 180,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12 mm	unidad	1	¢37 741,00	¢8 680 430,00
Llave de paso 12mm	unidad	1	¢1 400,00	¢322 000,00
Adaptador hembra PVC 12 mm	unidad	1	¢127,00	¢29 210,00
			Costo total=	¢17 227 805,00

Fuente: El autor.

Tabla 14.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 150 mm. Rurales

Número de casas= 54

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Silleta con rosca PVC (150X12) mm	unidad	1	¢6 977,00	¢376 758,00
Unión compresión macho PVC 12 mm	unidad	1	¢2 074,00	¢111 996,00
Tubo 12 mm PEAD SDR-9	ml	6,5	¢517,00	¢181 467,00
Unión compresión hembra PVC 12 mm	unidad	1	¢26 766,00	¢1 445 364,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12 mm	unidad	1	¢37 741,00	¢2 038 014,00
Llave de paso 12 mm	unidad	1	¢1 400,00	¢75 600,00
Adaptar hembra PVC 12 mm	unidad	1	¢127,00	¢6 858,00
			Costo total=	¢4 236 057,00

Fuente: El autor.

Tabla 15.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 200 mm. Rurales

Número de casas=18

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Abrazadera de hierro con rosca (200X12)mm	unidad	1	¢45 928,00	¢826 704,00
Unión compresión macho PVC 12mm	unidad	1	¢2.074,00	¢37 332,00
Tubo 12 mm PEAD SDR-9	ml	6,5	¢517,00	¢60 489,00
Unión compresión hembra PVC 12mm	unidad	1	¢26 766,00	¢481 788,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12 mm	unidad	1	¢37 741,00	¢679 338,00
Llave de paso 12mm	unidad	1	¢1 400,00	¢25 200,00
Adaptar hembra PVC 12mm	unidad	1	¢127,00	¢2 286,00
			Costo total=	¢2 113 137,00

Fuente: El autor.

Tabla 16.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 300 mm. Rurales

Número de casas= 31

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Abrazadera de hierro con rosca (300X12)mm	unidad	1	¢66 300,00	¢2 055 300,00
Unión de compresión macho PVC 12 mm	unidad	1	¢2 074,00	¢64 294,00
Tubo 12mm PEAD SDR-9	ml	6,5	¢517,00	¢104 176,00
Unión compresión hembra PVC 12 mm	unidad	1	¢26 766,00	¢829 746,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12 mm	unidad	1	¢37 741,00	¢1 169 971,00
Llave de paso 12 mm	unidad	1	¢1 400,00	¢43 400,00
Adaptar hembra PVC 12 mm	unidad	1	¢127,00	¢3 937,00
			Costo total=	¢4 270 824,00

Fuente: El autor.

Tabla 17.3 Concreto para colocación de hidrómetros. Rurales

Concreto para hidrómetros		
Costo unitario	Número Hidrómetros	Costo Total
¢3 713	521	¢1 934 473,00

Fuente: El autor.

3.7.1.3 Presupuesto Interconexiones

Tabla 18.3 Ubicación y válvulas requeridas. Rurales

Nodo	Tramo	Tipo de Válvula (mm)							
		50	63	75	100	150	200	250	300
4	3968	1							1
n3	4165	1							
n5	3951	1							
n7	3948					1	1		
n31	4020	1							
n33	4028			1	2				
n38	4076	1	1						
n42	4101	1			1				
n45	3901	1							
n26	610				2				
n8	3943	1							
n11	3941				1		1		
n17	3910				1				
n18	204				2				
n23	264				1				
n24	33				1				
n25	454/470				2				
n49	1279				1				
n51	1593/1599		1		1				
n57	3882		1						
n59	2054	1							
n61	2106	1							
n63	2268				1				
n64	2325/2351		1			1			
n66	2549		1						
n70	2778/2803		1				1		
n78	3156/3123	1			1				
n82	3415/3435		1		1				
n94	BN17				1				
n95	4125	1	1						
Total=		12	8	1	19	2	3	0	1

Fuente: El autor.

Tabla 19.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 50 mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta bronce	unidad	₡163 695,00	12	₡1 964 340,00
Adaptador macho PVC	unidad	₡551,00	24	₡13 224,00
Unión de tope PVC	unidad	₡3 164,00	12	₡37 968,00
Unión de transición PVC	unidad	₡3 411,00	12	₡40 932,00
Caja pequeña	unidad	₡172 988,00	12	₡2 075 856,00
Costo total=				₡4 132 320,00

Fuente: El autor.

Tabla 20.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 63 mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta bronce	unidad	₡64 083,00	8	₡512 664,00
Adaptador macho PVC	unidad	₡1 653,00	16	₡26 448,00
Unión de tope PVC	unidad	₡13 052,00	8	₡104 416,00
Unión de reparación PVC	unidad	₡6 808,00	8	₡54 464,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	₡41 903,00	8	₡335 224,00
Costo total=				₡1 033 216,00

Fuente: El autor.

Tabla 21.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 75 mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta bronce	unidad	₡85 531,00	1	₡85 531,00
Adaptador macho PVC	unidad	₡1 277,00	4	₡5 108,00
Unión de tope HG	unidad	₡14 041,00	1	₡14.041,00
Unión de reparación PVC	unidad	₡4 399,00	1	₡4 399,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	₡41 903,00	1	₡41 903,00
Costo total=				₡150 982,00

Fuente: El autor.

Tabla 22.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 100 mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta bronce	unidad	¢168 992,00	19	¢3 210 848,00
Adaptador macho PVC	unidad	¢1 886,00	76	¢143 336,00
Unión de tope HG	unidad	¢27 246,00	19	¢517 674,00
Unión de reparación PVC	unidad	¢7 279,00	19	¢138 301,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	19	¢796 157,00
Costo total=				¢4 806 316,00

Fuente: El autor.

Tabla 23.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 150 mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta H.F	unidad	¢137 180,00	2	¢274 360,00
Flanger PVC	unidad	¢1 886,00	4	¢7 544,00
Empaque flanger	unidad	¢3 964,00	4	¢15 856,00
Tornillo con tuerca (19x89)	unidad	¢719,00	32	¢23 008,00
Unión de reparación PVC	unidad	¢11 288,00	2	¢22 576,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	2	¢83 806,00
Costo total=				¢427 150,00

Fuente: El autor.

Tabla 24.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 200 mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta H.F	unidad	¢216 958,00	3	¢650 874,00
Flanger PVC	unidad	¢9 150,00	6	¢54 900,00
Empaque flanger	unidad	¢6 649,00	6	¢39 894,00
Tornillo con tuerca (19x89)	unidad	¢719,00	48	¢34 512,00
Unión dresser	unidad	¢41 407,00	3	¢124 221,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	3	¢125 709,00
Costo total=				¢1 030 110,00

Fuente: El autor.

Tabla 25.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 300 mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta H.F	unidad	¢548 561,00	1	¢548 561,00
Flanger PVC	unidad	¢69 930,00	2	¢139 860,00
Empaque flanger	unidad	¢11 653,00	2	¢23 306,00
Tornillo con tuerca (22x95)	unidad	¢1 558,00	24	¢37 392,00
Unión dresser	unidad	¢60 989,00	1	¢60 989,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	1	¢41 903,00
Costo total=				¢852 011,00

Fuente: El autor.

3.8.1.4 Presupuesto válvulas de aire

Tabla 26.3 Válvulas de aire a colocar. Rurales

Tubería (mm)	Válvula de aire	
	12mm	19mm
	Cantidad	
50	1	
63	1	
75	1	
100	9	
150		5
200		1
250		
300		1

Fuente: El autor.

Tabla 27.3 Presupuesto y componentes para válvulas de aire en tuberías de 50-100mm. Rurales

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Adaptador macho PVC 12mm	unidad	48	¢81,00	¢3 888,00
Válvula de compuerta bronce 12mm	unidad	12	¢8 552,00	¢102 624,00
Te reducida rosca PVC (50X12) mm	unidad	1	¢1 180,00	¢1 180,00
Te reducida PVC rosca (63X12) mm	unidad	1	¢5 130,00	¢5 130,00
Silleta con rosca PVC (75x12)mm	unidad	1	¢3 215,00	¢3 215,00
Silleta con rosca PVC (100x12)mm	unidad	9	¢3 435,00	¢30 915,00
Válvula de aire H.F 12mm	unidad	12	¢81 951,00	¢983 412,00
Caja pequeña	unidad	12	¢172 988,00	¢2 075 856,00
Costo total=				¢3 206 220,00

Fuente: El autor.

Tabla 28.3 Presupuesto y componentes para válvulas de aire en tuberías de 150-300mm. Rurales

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Adaptador macho PVC 19mm	unidad	28	¢36,00	¢1 008,00
Válvula de compuerta bronce 19mm	unidad	7	¢10 270,00	¢71 890,00
Silleta con rosca PVC (150X19)mm	unidad	5	¢15 405,00	¢77 025,00
Silleta con rosca PVC (200X19)mm	unidad	1	¢22 355,00	¢22 355,00
Abrazadera de hierro con rosca (250X19)mm	unidad	0	¢53 821,00	¢0,00
Abrazadera de hierro con rosca (300X19)mm	unidad	1	¢66 300,00	¢66 300,00
Válvula de aire H.F 19mm	unidad	7	¢81 951,00	¢573 657,00
Caja pequeña	unidad	7	¢172 988,00	¢1 210 916,00
Costo total=				¢2 023 151,00

Fuente: El autor.

3.7.1.5 Presupuesto válvulas de purga

Tabla 29.3 Válvulas de purga a colocar. Rurales

Válvulas de purga	
Tuberías (mm)	Cantidad
63	3
75	1
100	9
150	6
200	3
300	1

Fuente: El autor.

Tabla 30.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 63mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Te lisa PVC	unidad	¢1 570,00	3	¢4 710,00
Válvulas compuerta bronce	unidad	¢64 083,00	3	¢192 249,00
Adaptador macho PVC	unidad	¢1 653,00	6	¢9 918,00
Unión de tope PVC	unidad	¢13 052,00	3	¢39 156,00
Unión de reparación PVC	unidad	¢6 808,00	3	¢20 424,00
Tubo PVC SDR-41	unidad	¢14 160,00	6	¢84 960,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	3	¢125 709,00
Costo total=				¢477 126,00

Fuente: El autor.

Tabla 31.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 75mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Te lisa PVC	unidad	¢2 262,00	1	¢2 262,00
Válvulas compuerta bronce	unidad	¢85 531,00	1	¢85 531,00
Adaptador macho PVC	unidad	¢1 277,00	4	¢5 108,00
Unión de tope HG	unidad	¢14 041,00	1	¢14 041,00
Unión de reparación PVC	unidad	¢4 399,00	1	¢4 399,00
Tubo PVC SDR-41	unidad	¢6 285,00	2	¢12 570,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	1	¢41 903,00
Costo total=				¢165 814,00

Fuente: El autor.

Tabla 32.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 100mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Te lisa PVC	unidad	¢4 430,00	9	¢39 870,00
Válvulas compuerta bronce	unidad	¢168 992,00	9	¢1 520 928,00
Adaptador macho PVC	unidad	¢1 886,00	36	¢67 896,00
Unión de tope HG	unidad	¢27 246,00	9	¢245 214,00
Unión de reparación PVC	unidad	¢7 279,00	9	¢65 511,00
Tubo PVC SDR-41	unidad	¢10 365,00	18	¢186 570,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	9	¢377 127,00
Costo total=				¢2 503 116,00

Fuente: El autor.

Tabla 33.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 150mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Te lisa PVC 150mm	unidad	¢14 479,00	6	¢86 874,00
Reducción lisa PVC 150x100 mm	unidad	¢5 400,00	6	¢32 400,00
Válvulas compuerta bronce 100mm	unidad	¢168 992,00	6	¢1 013 952,00
Adaptador macho PVC 100mm	unidad	¢1 886,00	24	¢45 264,00
Unión de tope HG 100mm	unidad	¢27 246,00	6	¢163 476,00
Unión de reparación PVC 100mm	unidad	¢7 279,00	6	¢43 674,00
Tubo PVC SDR-41 100mm	unidad	¢10 365,00	12	¢124 380,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	6	¢251 418,00
Costo total=				¢1 761 438,00

Fuente: El autor.

Tabla 34.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 200mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Te lisa PVC 200mm	unidad	¢98 440,00	3	¢295 320,00
Reducción lisa PVC 200x100 mm	unidad	¢38 632,00	3	¢115 896,00
Válvulas compuerta bronce 100mm	unidad	¢168 992,00	3	¢506 976,00
Adaptador macho PVC 100mm	unidad	¢1 886,00	12	¢22 632,00
Unión de tope HG 100mm	unidad	¢27 246,00	3	¢81 738,00
Unión de reparación PVC 100mm	unidad	¢7 279,00	3	¢21 837,00
Tubo PVC SDR-41 100mm	unidad	¢10 365,00	6	¢62 190,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	3	¢125 709,00
Costo total=				¢1 232 298,00

Fuente: El autor.

Tabla 35.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 300mm. Rurales

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Te lisa PVC 300mm	unidad	€328 630,00	1	€328 630,00
Reducción lisa PVC 300x200 mm	unidad	€151 513,00	1	€151 513,00
Reducción lisa PVC 200x100 mm	unidad	€38 632,00	1	€38 632,00
Válvulas compuerta bronce 100mm	unidad	€168 992,00	1	€168 992,00
Adaptador macho PVC 100mm	unidad	€1 886,00	4	€7 544,00
Unión de tope HG 100mm	unidad	€27 246,00	1	€27 246,00
Unión de reparación PVC 100mm	unidad	€7 279,00	1	€7 279,00
Tubo PVC SDR-41 100mm	unidad	€10 365,00	2	€20 730,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	€41 903,00	1	€41 903,00
Costo total=				€792 469,00

Fuente: El autor.

3.7.1.6 Presupuesto pasos por alcantarilla y auto portantes

Tabla 36.3 Presupuesto pasos por bajo (P.P.B). Rurales

Elemento	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Pasos	Total
Codo PVC 45° (50mm)	unidad	€536,00	4	7	€15 008,00
Codo PVC 45° (63mm)	unidad	€3 485,00	4	22	€306 680,00
Codo PVC 45° (75mm)	unidad	€2 142,00	4	1	€8 568,00
Codo PVC 45° (100mm)	unidad	€2 797,00	4	21	€234 948,00
Codo PVC 45° (150mm)	unidad	€97 495,00	4	26	€10 139 480,00
Codo PVC 45° (200mm)	unidad	€115 406,00	4	7	€3 231 368,00
Codo PVC 45° (300mm)	unidad	€248 959,00	4	2	€1 991 672,00
Costo total=					€15 927 724,00

Fuente: El autor.

Tabla 37.3 Presupuesto pasos sobre alcantarilla. Rurales

Elemento	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Pasos	Total
Codo H.G 45° roscado (50mm)	Unidad	¢1 642,00	4		¢6 568,00
Unión dresser (50mm)	Unidad	¢8 909,00	2	1	¢17 818,00
Tubo H.G (50mm)	Unidad	¢234 774,00	2		¢469 548,00
Codo H.G 45° roscado (63mm)	Unidad	¢3 113,00	4		¢12 452,00
Unión dresser (63mm)	Unidad	¢22 981,00	2	2	¢45 962,00
Tubo H.G (63mm)	Unidad	¢47 092,00	2		¢94 184,00
Codo H.G 45° roscado (100mm)	Unidad	¢8 770,00	4		¢35 080,00
Unión dresser (100mm)	Unidad	¢17 198,00	2	5	¢34 396,00
Tubo H.G (100mm)	Unidad	¢67 042,00	2		¢134 084,00
Codo H.G 45° roscado (150mm)	Unidad	¢29 944,00	4		¢119 776,00
Unión dresser (150mm)	Unidad	¢2 692,00	2	9	¢5 384,00
Tubo H.G (150mm)	Unidad	¢127 886,00	2		¢255 772,00
Costo total=					¢5 245 318,00

Fuente: El autor.

Tabla 38.3 Presupuesto pasos autoportantes. Rurales

Elemento	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Pasos	Total
Unión dresser (50mm)	Unidad	¢8 909,00	2	1	¢17 818,00
Tubo H.G (50mm)	Unidad	¢234 774,00	2		¢469 548,00
Unión dresser (63mm)	Unidad	¢22 981,00	2	2	¢45 962,00
Tubo H.G (63mm)	Unidad	¢47 092,00	2		¢94 184,00
Unión dresser (75mm)	Unidad	¢15 320,00	2	2	¢30 640,00
Tubo H.G (75mm)	Unidad	¢54 427,00	2		¢108 854,00
Unión dresser (100mm)	Unidad	¢17 198,00	2	3	¢34 396,00
Tubo H.G (100mm)	Unidad	¢67 042,00	2		¢134 084,00
Unión dresser (150mm)	Unidad	¢2 692,00	2	1	¢5 384,00
Tubo H.G (150mm)	Unidad	¢127 886,00	2		¢255 772,00
Costo total=					¢1 813 242,00

Fuente: El autor.

3.7.1.6 Presupuesto de tubería apoyada en puente y pasos elevados

Tabla 39.3 Presupuesto tubería apoyada en puente y pasos elevados.
Rurales

	Elemento	Unidad	Precio unitario	Claro (m)	Cantidad	Total
Paso Elevado	Codo PVC 45° (100mm)	unidad	¢2 797,00	12	2	¢5 594,00
	Codo H.G 45° roscado (100mm)	Unidad	¢8 770,00		2	¢17 540,00
	Tubo H.G (100mm)	Unidad	¢67 042,00		3	¢201 126,00
	Unión dresser (100mm)	Unidad	¢17 198,00		2	¢34 396,00
	Codo PVC 45° (100mm)	unidad	¢2 797,00	12	2	¢5 594,00
	Codo H.G 45° roscado (100mm)	Unidad	¢8 770,00		2	¢17 540,00
	Tubo H.G (100mm)	Unidad	¢67 042,00		3	¢201 126,00
	Unión dresser (100mm)	Unidad	¢17 198,00		2	¢34 396,00
	Codo PVC 45° (150mm)	unidad	¢97 495,00	60	2	¢194 990,00
	Codo H.G 45° roscado (150mm)	Unidad	¢29 944,00		2	¢59 888,00
	Tubo H.G (150mm)	Unidad	¢127 886,00		11	¢1 406 746,00
	Unión dresser (150mm)	Unidad	¢26 926,00		5	¢134 630,00
	Codo PVC 45° (200mm)	unidad	¢115 406,00	60	2	¢230 812,00
	Codo H.D B-B 45° (200mm)	Unidad	¢95 550,00		2	¢191 100,00
	Tubo H.B B-B (200mm)	Unidad	¢271 947,00		11	¢2 991 417,00
	Unión dresser (200mm)	Unidad	¢41 407,00		5	¢207 035,00
Apoyada Puente	Codo PVC 45° (100mm)	unidad	¢2 797,00	54	2	¢5 594,00
	Codo H.G 45° roscado (100mm)	Unidad	¢8 770,00		2	¢17 540,00
	Tubo H.G (100mm)	Unidad	¢67 042,00		10	¢670 420,00
	Unión dresser (100mm)	Unidad	¢17 198,00		5	¢85 990,00
	Codo PVC 45° (100mm)	unidad	¢2 797,00	22	2	¢5 594,00
	Codo H.G 45° roscado (100mm)	Unidad	¢8 770,00		2	¢17 540,00
	Tubo H.G (100mm)	Unidad	¢67 042,00		5	¢335 210,00
	Unión dresser (100mm)	Unidad	¢17 198,00		3	¢51 594,00
Costo total=						¢7 123 412,00

Fuente: El autor.

3.7.1.7 Presupuesto para los componentes del tanque de almacenamiento

Tabla 40.3 Presupuesto componentes tanque de almacenamiento. Rurales

	Elemento	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Total
Entrada	Codo PVC 90° (150mm)	unidad	¢126 568,00	2	¢253 136,00
	Valv.Boya H.F-SP. C/control nivel (150)mm c/acc	unidad	¢101 193,00	1	¢101 193,00
	Flanger PVC (150)mm	unidad	¢5 353,00	4	¢21 412,00
	Empaque para flanger (150)mm	unidad	¢3 964,00	4	¢15 856,00
	Tornillos para flanger (19x89)mm	unidad	¢719,00	32	¢23 008,00
	Válvula compuerta H.F (150)mm	unidad	¢137 180,00	1	¢137 180,00
	Unión de reparación PVC	unidad	¢11 288,00	1	¢11 288,00
	Caja grande	unidad	¢294 547,00	1	¢294 547,00
Salida	Tapa metálica 60x60cm	unidad	¢91 191,00	1	¢91 191,00
	Válvula compuerta H.F (300)mm	unidad	¢548 561,00	1	¢548 561,00
	Flanger PVC (300)mm	unidad	¢69 930,00	2	¢139 860,00
	Empaque para flanger (300)mm	unidad	¢11 653,00	2	¢23 306,00
	Tornillos para flanger (22x95)mm	unidad	¢1 552,00	24	¢37 248,00
	Unión dresser	unidad	¢60 989,00	1	¢60 989,00
	Codo PVC 90° (300)mm	unidad	¢361 292,00	2	¢722 584,00
	Caja grande	unidad	¢294 547,00	1	¢294 547,00
Rebose	Tapa metálica 60x60cm	unidad	¢91 191,00	1	¢91 191,00
	Codo PVC 90° (200)mm	unidad	¢155 472,00	2	¢310 944,00
Limpieza	Tubo PVC SDR 41 (200)mm	unidad	¢87 357,00	2	¢174 714,00
	Válvulas compuerta bronce	unidad	¢168 992,00	2	¢337 984,00
	Adaptador macho PVC	unidad	¢1 886,00	8	¢15 088,00
	Unión de tope HG	unidad	¢27 246,00	2	¢54 492,00
	Unión de reparación PVC	unidad	¢7 279,00	2	¢14 558,00
	Tubo PVC SDR 41 (100)mm	unidad	¢10 365,00	2	¢20 730,00
	Caja grande	unidad	¢294 547,00	1	¢294 547,00
Acceso	Tapa metálica 60x60cm	unidad	¢91 191,00	1	¢91 191,00
Costo total=					¢4 272 536,00

Fuente: El autor.

3.7.2 Reglamentación para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos

3.7.2.1 Presupuesto tuberías y accesorios

Tabla 41.3 Resumen del presupuesto tuberías y accesorios.
Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Tubo PVC SDR 32,5 (50mm)	Unidad (6m)	₪3 539,00	1379	₪4 880 281,00
Tubo PVC SDR 32,5 (63mm)	Unidad (6m)	₪5 193,00	1694	₪8 796 942,00
Tubo PVC SDR 32,5 (75mm)	Unidad (6m)	₪7 762,00	375	₪2 910 750,00
Tubo PVC SDR 32,5 (100mm)	Unidad (6m)	₪13 420,00	3284	₪44 071 280,0
Tubo PVC SDR 32,5 (150mm)	Unidad (6m)	₪27 754,00	1003	₪27 837 262,0
Tubo PVC SDR 32,5 (200mm)	Unidad (6m)	₪46 959,00	264,768	₪12 433 240,5
Tubo PVC SDR 32,5 (300mm)	Unidad (6m)	₪120 780,00	350	₪35 973 000,0
Codo PVC 45 (50mm)	Unidad	₪536,00	8	₪4 288,00
Codo PVC 45 (63mm)	Unidad	₪3 485,00	6	₪20 910,00
Codo PVC 45 (100mm)	Unidad	₪2 797,00	21	₪58 737,00
Codo PVC 45 (150mm)	Unidad	₪97 495,00	19	₪1 852 405,00
Codo PVC 45 (200mm)	Unidad	₪115 406,00	1	₪115 406,00
Codo PVC 45 (300mm)	Unidad	₪248 959,00	3	₪746 877,00
Codo PVC 90 (50mm)	Unidad	₪614,00	3	₪1 842,00
Codo PVC 90 (63mm)	Unidad	₪1 592,00	2	₪3 184,00
Codo PVC 90 (150mm)	Unidad	₪126 568,00	9	₪1 139 112,00
Codo PVC 90 (200mm)	Unidad	₪155 472,00	1	₪155 472,00
TE lisa PVC (50mm)	Unidad	₪695,00	1	₪695,00
TE lisa PVC (63mm)	Unidad	₪1 570,00	2	₪3 140,00
TE lisa PVC (100mm)	Unidad	₪4 430,00	25	₪110 750,00
TE lisa PVC (150mm)	Unidad	₪14 479,00	9	₪130 311,00
TE lisa PVC (200mm)	Unidad	₪98 440,00	2	₪196 880,00
TE lisa PVC (300mm)	Unidad	₪328 630,00	4	₪1 314 520,00
Reducción lisa PVC (63X50)	Unidad	₪1 303,00	8	₪10 424,00
Reducción lisa PVC (75X63)	Unidad	₪1 436,00	2	₪2 872,00
Reducción lisa PVC (100X50)	Unidad	₪2 173,00	15	₪32 595,00
Reducción lisa PVC (100X63)	Unidad	₪4 790,00	13	₪62 270,00
Reducción lisa PVC (100X75)	Unidad	₪2 393,00	3	₪7 179,00
Reducción lisa PVC (150X50)	Unidad	₪11 614,00	6	₪69 684,00
Reducción lisa PVC (150X100)	Unidad	₪5 400,00	7	₪37 800,00
Reducción lisa PVC (200X100)	Unidad	₪38 632,00	2	₪77 264,00
Reducción lisa PVC (200X150)	Unidad	₪38 621,00	2	₪77 242,00
Reducción lisa PVC (300X200)	Unidad	₪151 513,00	4	₪606 052,00

Tabla 46.3 Resumen del presupuesto tuberías y accesorios (continuación)

Tapón hembra PVC C/R (50mm)	Unidad	¢551,00	30	¢16 530,00
Tapón hembra PVC C/R (63mm)	Unidad	¢2 290,00	5	¢11 450,00
Adaptador Macho PVC (50mm)	Unidad	¢351,00	30	¢10 530,00
Adaptador Macho PVC (63mm)	Unidad	¢1 653,00	5	¢8 265,00
Curva PVC 11.25° SDR17 (100)	Unidad	¢8 633,00	6	¢51 798,00
Curva PVC 11.25° SDR17 (150)	Unidad	¢51 915,00	9	¢467 235,00
Curva PVC 11.25° SDR17 (200)	Unidad	¢95 329,00	3	¢285 987,00
Curva PVC 22,5° SDR17 (75)	Unidad	¢11 476,00	12	¢137 712,00
Curva PVC 22,5° SDR17 (100)	Unidad	¢11 779,00	28	¢329 812,00
Curva PVC 22,5° SDR17 (150)	Unidad	¢41 581,00	31	¢1 289 011,00
Curva PVC 22,5° SDR17 (300)	Unidad	¢122 834,00	9	¢1 105 506,00
			Costo total=	147 570 365,51

Fuente: El autor.

3.8.2.2 Presupuesto acometidas

Tabla 42.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 50 mm.
Urbanizaciones

Número de casas=		134		
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Te reducida PVC roscada (50X12)mm	unidad	1	¢1 180,00	¢158 120,00
Unión compresión macho PVC 12mm	unidad	1	¢2 074,00	¢277 916,00
Tubo 12mm PEAD SDR-9	ml	6,5	¢517,00	¢450 307,00
Unión compresión hembra PVC 12mm	unidad	1	¢26 766,00	¢3 586 644,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12mm	unidad	1	¢37 741,00	¢5 057 294,00
Llave de paso 12mm	unidad	1	¢1 400,00	¢187 600,00
Adaptar hembra PVC 12mm	unidad	1	¢127,00	¢17 018,00
			Costo total=	¢9 734 899,00

Fuente: El autor.

Tabla 43.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 63 mm.
Urbanizaciones

Número de casas=		44		
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Te reducida PVC roscada (63X12)mm	unidad	1	€3 900,00	€171 600,00
Unión compresión macho PVC 12mm	unidad	1	€2 074,00	€91 256,00
Tubo 12mm PEAD SDR-9	ml	6,5	€517,00	€147 862,00
Unión compresión hembra PVC 12mm	unidad	1	€26 766,00	€1 177 704,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12mm	unidad	1	€37 741,00	€1 660 604,00
Llave de paso 12mm	unidad	1	€1 400,00	€61 600,00
Adaptar hembra PVC 12mm	unidad	1	€127,00	€5 588,00
			Costo total=	€3 316 214,00

Fuente: El autor.

Tabla 44.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 75 mm.
Urbanizaciones

Número de casas=		10		
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Silleta con rosca PVC (75X12)mm	unidad	1	€3 215,00	€32 150,00
Unión compresión macho PVC 12mm	unidad	1	€2 074,00	€20 740,00
Tubo 12mm PEAD SDR-9	ml	6,5	€517,00	€33 605,00
Unión compresión hembra PVC 12mm	unidad	1	€26 766,00	€267 660,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12mm	unidad	1	€37 741,00	€377 410,00
Llave de paso 12mm	unidad	1	€1 400,00	€14 000,00
Adaptar hembra PVC 12mm	unidad	1	€127,00	€1 270,00
			Costo total=	€746 835,00

Fuente: El autor.

Tabla 45.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 100 mm.
Urbanizaciones

Número de casas=		230		
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Silleta con rosca PVC (100X12)mm	unidad	1	€3 435,00	€790 050,00
Unión compresión macho PVC 12mm	unidad	1	€2 074,00	€477 020,00
Tubo 12mm PEAD SDR-9	ml	6,5	€517,00	€772 915,00
Unión compresión hembra PVC 12mm	unidad	1	€26 766,00	€6 156 180,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12mm	unidad	1	€37 741,00	€8 680 430,00
Llave de paso 12mm	unidad	1	€1 400,00	€322 000,00
Adaptar hembra PVC 12mm	unidad	1	€127,00	€29 210,00
			Costo total=	€17 227 805,00

Fuente: El autor.

Tabla 46.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 150 mm
.Urbanizaciones

Número de casas=		57		
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Silleta con rosca PVC (150X12)mm	unidad	1	€6 977,00	€397 689,00
Unión compresión macho PVC 12mm	unidad	1	€2 074,00	€118 218,00
Tubo 12mm PEAD SDR-9	ml	6,5	€517,00	€191 548,50
Unión compresión hembra PVC 12mm	unidad	1	€26 766,00	€1 525 662,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12mm	unidad	1	€37 741,00	€2 151 237,00
Llave de paso 12mm	unidad	1	€1 400,00	€79 800,00
Adaptar hembra PVC 12mm	unidad	1	€127,00	€7 239,00
			Costo total=	€4 471 393,50

Fuente: El autor.

Tabla 47.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 200 mm.
Urbanizaciones

Número de casas=		15		
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Abrazadera de hierro con rosca (200X12)mm	unidad	1	¢45 928,00	¢688 920,00
Unión de compresión macho PVC 12mm	unidad	1	¢2 074,00	¢31 110,00
Tubo 12mm PEAD SDR-9	ml	6,5	¢517,00	¢50 407,50
Unión compresión hembra PVC 12mm	unidad	1	¢26 766,00	¢401 490,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12mm	unidad	1	¢37 741,00	¢566 115,00
Llave de paso 12mm	unidad	1	¢1 400,00	¢21 000,00
Adaptar hembra PVC 12mm	unidad	1	¢127,00	¢1 905,00
			Costo total=	¢1 760 947,50

Fuente: El autor.

Tabla 48.3 Resumen del presupuesto acometidas en tubería 300 mm.
Urbanizaciones

Número de casas=		31		
Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Abrazadera de hierro con rosca (300X12)mm	unidad	1	¢66 300,00	¢2 055 300,00
Unión de compresión macho PVC 12mm	unidad	1	¢2 074,00	¢64 294,00
Tubo 12mm PEAD SDR-9	ml	6,5	¢517,00	¢104 175,50
Unión compresión hembra PVC 12mm	unidad	1	¢26 766,00	¢829 746,00
Hidrómetro, caja y accesorios 12mm	unidad	1	¢37 741,00	¢1 169 971,00
Llave de paso 12mm	unidad	1	¢1 400,00	¢43 400,00
Adaptar hembra PVC 12mm	unidad	1	¢127,00	¢3 937,00
			Costo total=	¢4 270 823,50

Fuente: El autor.

Tabla 49.3 Concreto para colocación de hidrómetros. Urbanizaciones

Concreto para Hidrómetros		
Costo unitario	Número Hidrómetros	Total
¢3 713,00	521	¢1 934 473,00

Fuente: El autor.

3.7.2.3 Presupuesto Interconexiones

Tabla 50.3 Ubicación y válvulas requeridas. Urbanizaciones

Nodo	Tramo	Tipo de Válvula (mm)							
		50	63	75	100	150	200	250	300
4	3968	1							1
n3	4165	1							
n5	3951	1							
n7	3948					1	1		
n31	4020	1							
n33	4028			1	2				
n38	4076	1	1						
n42	4101	1			1				
n45	3901	1							
n26	610				2				
n8	3943	1							
n11	3941				1		1		
n17	3910				1				
n18	204				2				
n23	264				1				
n24	33				1				
n25	454/470				2				
n49	1279				1				
n51	1593/1599		1		1				
n57	3882		1						
n59	2054	1							
n61	2106	1							
n63	2268				1				
n64	2325/2351		1			1			
n66	2549		1						
n70	2778/2803		1			1			
n78	3156/3123	1			1				
n82	3415/3435		1		1				
n94	BN17				1				
n95	4125	1	1						
Total=		12	8	1	19	3	2	0	1

Fuente: El autor.

Tabla 51.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 50 mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta bronce	unidad	₡163 695,00	12	₡1 964 340,00
Adaptador macho PVC	unidad	₡551,00	24	₡13 224,00
Unión de tope PVC	unidad	₡3 164,00	12	₡37 968,00
Unión de transición PVC	unidad	₡3 411,00	12	₡40 932,00
Caja pequeña	unidad	₡172 988,00	12	₡2 075 856,00
Costo total=				₡4 132 320,00

Fuente: El autor.

Tabla 52.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 63 mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta bronce	unidad	₡64 083,00	8	₡512 664,00
Adaptador macho PVC	unidad	₡1 653,00	16	₡26 448,00
Unión de tope PVC	unidad	₡13 052,00	8	₡104 416,00
Unión de reparación PVC	unidad	₡6 808,00	8	₡54 464,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	₡41 903,00	8	₡335 224,00
Costo total=				₡1 033 216,00

Fuente: El autor.

Tabla 53.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 75 mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta bronce	unidad	₡85 531,00	1	₡85 531,00
Adaptador macho PVC	unidad	₡1 277,00	4	₡5 108,00
Unión de tope HG	unidad	₡14 041,00	1	₡14 041,00
Unión de reparación PVC	unidad	₡4 399,00	1	₡4 399,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	₡41 903,00	1	₡41 903,00
Costo total=				₡150 982,00

Fuente: El autor.

Tabla 54.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 100 mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta bronce	unidad	₪168 992,00	19	₪3 210 848,00
Adaptador macho PVC	unidad	₪1 886,00	76	₪143 336,00
Unión de tope HG	unidad	₪27 246,00	19	₪517 674,00
Unión de reparación PVC	unidad	₪7 279,00	19	₪138 301,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	₪41 903,00	19	₪796 157,00
Costo total=				₪4 806 316,00

Fuente: El autor.

Tabla 55.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 150 mm Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta H.F	unidad	₪137 180,00	3	₪411 540,00
Flanger PVC	unidad	₪1 886,00	6	₪11 316,00
Empaque flanger	unidad	₪3 964,00	6	₪23 784,00
Tornillo con tuerca (19x89)	unidad	₪719,00	48	₪34 512,00
Unión de reparación PVC	unidad	₪11 288,00	3	₪33 864,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	₪41 903,00	3	₪125 709,00
Costo total=				₪640 725,00

Fuente: El autor.

Tabla 56.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 200 mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta H.F	unidad	₪216 958,00	2	₪433 916,00
Flanger PVC	unidad	₪9 150,00	4	₪36 600,00
Empaque flanger	unidad	₪6 649,00	4	₪26 596,00
Tornillo con tuerca (19x89)	unidad	₪719,00	32	₪23 008,00
Unión dresser	unidad	₪41 407,00	2	₪82 814,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	₪41 903,00	2	₪83 806,00
Costo total=				₪686 740,00

Fuente: El autor.

Tabla 57.3 Presupuesto y componentes para válvulas en tubería de 300 mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Válvulas compuerta H.F	unidad	¢548 561,00	1	¢548 561,00
Flanger PVC	unidad	¢69 930,00	2	¢139 860,00
Empaque flanger	unidad	¢11 653,00	2	¢23 306,00
Tornillo con tuerca (22x95)	unidad	¢1 558,00	24	¢37 392,00
Unión dresser	unidad	¢60 989,00	1	¢60 989,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	1	¢41 903,00
Costo total=				¢852 011,00

Fuente: El autor.

3.7.2.4 Presupuesto válvulas de aire

Tabla 58.3 Válvulas de aire a colocar. Urbanizaciones

Tubería (mm)	Válvula de aire	
	12mm	19mm
	Cantidad	
50	1	
63	1	
75	1	
100	9	
150		5
200		1
250		
300		1

Fuente: El autor.

Tabla 59.3 Presupuesto y componentes para válvulas de aire en tuberías de 50-100mm.

Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Adaptador macho PVC 12mm	unidad	48	☱81,00	☱3 888,00
Válvula de compuerta bronce 12mm	unidad	12	☱8 552,00	☱102 624,00
Te reducida rosca PVC (50X12) mm	unidad	1	☱1 180,00	☱1 180,00
Te reducida PVC rosca (63X12) mm	unidad	1	☱5 130,00	☱5 130,00
Silleta con rosca PVC (75x12)mm	unidad	1	☱3 215,00	☱3 215,00
Silleta con rosca PVC (100x12)mm	unidad	9	☱3 435,00	☱30 915,00
Válvula de aire H.F 12mm	unidad	12	☱81 951,00	☱983 412,00
Caja pequeña	unidad	12	☱172 988,00	☱2 075 856,00
Costo total=				☱3 206 220,00

Fuente: El autor.

Tabla 60.3 Presupuesto y componentes para válvulas de aire en tuberías de 150-300mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Adaptador macho PVC 19mm	unidad	28	☱36,00	☱1 008,00
Válvula de compuerta bronce 19mm	unidad	7	☱10 270,00	☱71 890,00
Silleta con rosca PVC (150X19)mm	unidad	5	☱15 405,00	☱77 025,00
Silleta con rosca PVC (200X19)mm	unidad	1	☱22 355,00	☱22 355,00
Abrazadera de hierro con rosca (300X19)mm	unidad	1	☱66 300,00	☱66 300,00
Válvula de aire H.F 19mm	unidad	7	☱81 951,00	☱573 657,00
Caja pequeña	unidad	7	☱172 988,00	☱1 210 916,00
Costo total=				☱2 023 151,00

Fuente: El autor.

3.8.2.5 Presupuesto válvulas de purga

Tabla 61.3 Válvulas de purga por colocar. Urbanizaciones

Válvulas de purga	
Tuberías (mm)	Cantidad
63	3
75	1
100	9
150	8
200	1
300	1

Fuente: El autor.

Tabla 62.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 63mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Te lisa PVC	unidad	€1 570,00	3	€4 710,00
Válvulas compuerta bronce	unidad	€64 083,00	3	€192 249,00
Adaptador macho PVC	unidad	€1 653,00	6	€9 918,00
Unión de tope PVC	unidad	€13 052,00	3	€39 156,00
Unión de reparación PVC	unidad	€6 808,00	3	€20 424,00
Tubo PVC SDR-41	unidad	€14 160,00	6	€84 960,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	€41 903,00	3	€125 709,00
			Costo total=	€477 126,00

Fuente: El autor.

Tabla 63.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 75mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Te lisa PVC	unidad	¢2 262,00	1	¢2 262,00
Válvulas compuerta bronce	unidad	¢85 531,00	1	¢85 531,00
Adaptador macho PVC	unidad	¢1 277,00	4	¢5 108,00
Unión de tope HG	unidad	¢14 041,00	1	¢14 041,00
Unión de reparación PVC	unidad	¢4 399,00	1	¢4 399,00
Tubo PVC SDR-41	unidad	¢6 285,00	2	¢12 570,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	1	¢41 903,00
Costo total=				¢165 814,00

Fuente: El autor.

Tabla 64.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 100mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Te lisa PVC	unidad	¢4 430,00	9	¢39 870,00
Válvulas compuerta bronce	unidad	¢168 992,00	9	¢1 520 928,00
Adaptador macho PVC	unidad	¢1 886,00	36	¢67 896,00
Unión de tope HG	unidad	¢27 246,00	9	¢245 214,00
Unión de reparación PVC	unidad	¢7 279,00	9	¢65 511,00
Tubo PVC SDR-41	unidad	¢10 365,00	18	¢186 570,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	9	¢377 127,00
Costo total=				¢2.503.116,00

Fuente: El autor.

Tabla 65.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 150mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Te lisa PVC 150mm	unidad	¢14 479,00	8	¢115 832,00
Reducción lisa PVC 150x100 mm	unidad	¢5 400,00	8	¢43 200,00
Válvulas compuerta bronce 100mm	unidad	¢168 992,00	8	¢1 351 936,00
Adaptador macho PVC 100mm	unidad	¢1 886,00	32	¢60 352,00
Unión de tope HG 100mm	unidad	¢27 246,00	8	¢217 968,00
Unión de reparación PVC 100mm	unidad	¢7 279,00	8	¢58 232,00
Tubo PVC SDR-41 100mm	unidad	¢10 365,00	16	¢165 840,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	8	¢335 224,00
Costo total=				¢2 348 584,00

Fuente: El autor.

Tabla 66.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 200mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Te lisa PVC 200mm	unidad	¢98 440,00	1	¢98 440,00
Reducción lisa PVC 200x100 mm	unidad	¢38 632,00	1	¢38 632,00
Válvulas compuerta bronce 100mm	unidad	¢168 992,00	1	¢168 992,00
Adaptador macho PVC 100mm	unidad	¢1 886,00	4	¢7 544,00
Unión de tope HG 100mm	unidad	¢27 246,00	1	¢27 246,00
Unión de reparación PVC 100mm	unidad	¢7 279,00	1	¢7 279,00
Tubo PVC SDR-41 100mm	unidad	¢10 365,00	2	¢20 730,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	¢41 903,00	1	¢41 903,00
Costo total=				¢410 766,00

Fuente: El autor.

Tabla 67.3 Presupuesto y componentes para válvulas de purga en tuberías de 300mm. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo
Te lisa PVC 300mm	unidad	€328 630,00	1	€328 630,00
Reducción lisa PVC 300x200 mm	unidad	€151 513,00	1	€151 513,00
Reducción lisa PVC 200x100 mm	unidad	€38 632,00	1	€38. 632,00
Válvulas compuerta bronce 100mm	unidad	€168 992,00	1	€168 992,00
Adaptador macho PVC 100mm	unidad	€1 886,00	4	€7 544,00
Unión de tope HG 100mm	unidad	€27 246,00	1	€27 246,00
Unión de reparación PVC 100mm	unidad	€7 279,00	1	€7 279,00
Tubo PVC SDR-41 100mm	unidad	€10 365,00	2	€20 730,00
Cubre válvula/alcantarilla	unidad	€41 903,00	1	€41 903,00
Costo total=				€79 469,00

Fuente: El autor.

3.7.2.6 Presupuesto pasos por alcantarilla y auto portantes

Tabla 68.3 Presupuesto pasos por bajo (P.P.B). Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Pasos	Total
Codo PVC 45° (50mm)	unidad	€536,00	4	7	€15 008,00
Codo PVC 45° (63mm)	unidad	€3 485,00	4	22	€306 680,00
Codo PVC 45° (100mm)	unidad	€2 797,00	4	21	€234 948,00
Codo PVC 45° (150mm)	unidad	€97 495,00	4	31	€12 089 380,00
Codo PVC 45° (200mm)	unidad	€115 406,00	4	2	€923 248,00
Codo PVC 45° (300mm)	unidad	€248 959,00	4	2	€1 991 672,00
Costo total=					€15 560 936,00

Fuente: El autor.

Tabla 69.3 Presupuesto pasos sobre alcantarilla. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Pasos	Total
Codo H.G 45° roscado (50mm)	Unidad	¢1 642,00	4		¢6 568,00
Unión dresser (50mm)	Unidad	¢8 909,00	2	1	¢17 818,00
Tubo H.G (50mm)	Unidad	¢234 774,00	2		¢469 548,00
Codo H.G 45° roscado (63mm)	Unidad	¢3 113,00	4		¢24 904,00
Unión dresser (63mm)	Unidad	¢22 981,00	2	2	¢91 924,00
Tubo H.G (63mm)	Unidad	¢47 092,00	2		¢188 368,00
Codo H.G 45° roscado (100mm)	Unidad	¢8 770,00	4		¢175 400,00
Unión dresser (100mm)	Unidad	¢17 198,00	2	5	¢171 980,00
Tubo H.G (100mm)	Unidad	¢67 042,00	2		¢670 420,00
Codo H.G 45° roscado (150mm)	Unidad	¢29 944,00	4		¢1 077 984,00
Unión dresser (150mm)	Unidad	¢2 692,00	2	9	¢48 456,00
Tubo H.G (150mm)	Unidad	¢127 886,00	2		¢2 301 948,00
Costo total=					¢5 245 318,00

Fuente: El autor.

Tabla 70.3 Presupuesto pasos auto portantes. Urbanizaciones

Elemento	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Pasos	Total
Unión dresser (50mm)	Unidad	¢8 909,00	2	1	¢17 818,00
Tubo H.G (50mm)	Unidad	¢234 774,00	2		¢469 548,00
Unión dresser (63mm)	Unidad	¢22 981,00	2	2	¢91 924,00
Tubo H.G (63mm)	Unidad	¢47 092,00	2		¢188.368,00
Unión dresser (75mm)	Unidad	¢15 320,00	2	2	¢61 280,00
Tubo H.G (75mm)	Unidad	¢54 427,00	2		¢217 708,00
Unión dresser (100mm)	Unidad	¢17 198,00	2	3	¢103 188,00
Tubo H.G (100mm)	Unidad	¢67 042,00	2		¢402 252,00
Unión dresser (150mm)	Unidad	¢2 692,00	2	1	¢5 384,00
Tubo H.G (150mm)	Unidad	¢127 886,00	2		¢255 772,00
Costo total=					¢1 813 242,00

Fuente: El autor.

3.7.2.6 Presupuesto de tubería apoyada en puente y pasos elevados

Tabla 71.3 Presupuesto tubería apoyada a puente y pasos elevados.
Urbanizaciones

	Elemento	Unidad	Precio unitario	Claro (m)	Cantidad	Total
Paso Elevado	Codo PVC 45° (100mm)	unidad	€2 797,00	12	2	€5 594,00
	Codo H.G 45° roscado (100mm)	Unidad	€8 770,00		2	€17 540,00
	Tubo H.G (100mm)	Unidad	€67 042,00		3	€201 126,00
	Unión dresser (100mm)	Unidad	€17 198,00		2	€34 396,00
	Codo PVC 45° (100mm)	unidad	€2 797,00	12	2	€5 594,00
	Codo H.G 45° roscado (100mm)	Unidad	€8 770,00		2	€17 540,00
	Tubo H.G (100mm)	Unidad	€67 042,00		3	€201 126,00
	Unión dresser (100mm)	Unidad	€17 198,00		2	€34 396,00
	Codo PVC 45° (150mm)	unidad	€97 495,00	60	2	€194 990,00
	Codo H.G 45° roscado (150mm)	Unidad	€29 944,00		2	€59 888,00
	Tubo H.G (150mm)	Unidad	€127 886,00		11	€1 406 746,00
	Unión dresser (150mm)	Unidad	€26 926,00		5	€134 630,00
	Codo PVC 45° (150mm)	unidad	€97 495,00	60	2	€194 990,00
	Codo H.G 45° roscado (150mm)	Unidad	€29 944,00		2	€59 888,00
	Tubo H.G (150mm)	Unidad	€127 886,00		11	€1 406 746,00
	Unión dresser (150mm)	Unidad	€26 926,00		5	€134 630,00
Apoyada Puente	Codo PVC 45° (100mm)	unidad	€2 797,00	54	2	€5 594,00
	Codo H.G 45° roscado (100mm)	Unidad	€8 770,00		2	€17 540,00
	Tubo H.G (100mm)	Unidad	€67 042,00		10	€670 420,00
	Unión dresser (100mm)	Unidad	€17 198,00		5	€85 990,00
	Codo PVC 45° (100mm)	unidad	€2 797,00	22	2	€5 594,00
	Codo H.G 45° roscado (100mm)	Unidad	€8 770,00		2	€17 540,00
	Tubo H.G (100mm)	Unidad	€67 042,00		5	€335 210,00
	Unión dresser (100mm)	Unidad	€17 198,00		3	€51 594,00
Costo total=						€5 299 302,0

Fuente: El autor.

3.7.2.7 Presupuesto para los componentes del tanque de almacenamiento

Tabla 72.3 Presupuesto componentes tanque de almacenamiento.
Urbanizaciones

	Elemento	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Total
Entrada	Codo PVC 90° (150mm)	unidad	¢126 568,00	2	¢253 136,00
	Valv.Boya H.F-SP. C/control nivel (150)mm c/acc	unidad	¢101 193,00	1	¢101 193,00
	Flanger PVC (150)mm	unidad	¢5 353,00	4	¢21 412,00
	Empaque para flanger (150)mm	unidad	¢3 964,00	4	¢15 856,00
	Tornillos para flanger (19x89)mm	unidad	¢719,00	32	¢23 008,00
	Válvula compuerta H.F (150)mm	unidad	¢137 180,00	1	¢137 180,00
	Unión de reparación PVC	unidad	¢11 288,00	1	¢11 288,00
	Caja grande	unidad	¢294 547,00	1	¢294 547,00
	Tapa metálica 60x60cm	unidad	¢91 191,00	1	¢91 191,00
Salida	Válvula compuerta H.F (300)mm	unidad	¢548 561,00	1	¢548 561,00
	Flanger PVC (300)mm	unidad	¢69 930,00	2	¢139 860,00
	Empaque para flanger (300)mm	unidad	¢11 653,00	2	¢23 306,00
	Tornillos para flanger (22x95)mm	unidad	¢1 552,00	24	¢37 248,00
	Unión dresser	unidad	¢60 989,00	1	¢60 989,00
	Codo PVC 90° (300)mm	unidad	¢361 292,00	2	¢722 584,00
	Caja grande	unidad	¢294 547,00	1	¢294 547,00
	Tapa metálica 60x60cm	unidad	¢91 191,00	1	¢91 191,00
Rebose	Codo PVC 90° (200)mm	unidad	¢155 472,00	2	¢310 944,00
	Tubo PVC SDR 41 (200)mm	unidad	¢87 357,00	2	¢174 714,00
Limpieza	Válvulas compuerta bronce 100mm	unidad	¢168 992,00	2	¢337 984,00
	Adaptador macho PVC 100mm	unidad	¢1 886,00	8	¢15 088,00
	Unión de tope HG 100mm	unidad	¢27 246,00	2	¢54 492,00
	Unión de reparación PVC 100mm	unidad	¢7 279,00	2	¢14 558,00
	Tubo PVC SDR 41 (100)mm	unidad	¢10 365,00	2	¢20 730,00
	Caja grande	unidad	¢294 547,00	1	¢294 547,00
	Tapa metálica 60x60cm	unidad	¢91 191,00	1	¢91 191,00
Acceso	Tapa metálica 60x60cm	unidad	¢91 191,00	1	¢91 191,00
Costo total=					¢4 272 536,0

Fuente: El autor.

3.8 Resumen de presupuestos

Tabla 73.3 Presupuestos globales

Global	<i>Manual criterios para el diseño de acueductos rurales</i>	<i>Manual Reglamentación para el diseño y construcción de urbanizaciones y fraccionamientos</i>	≠
	Totales		
Tanque de almacenamiento	₡26 413 344,51	₡16 825 678,23	36,30%
Bomba sumergible	₡1 591 645,00	₡1 418 011,00	10,91%
Tubería de impulsión.	₡32 846 220,00	₡26.451.629,67	19,47%
Tubería y accesorios – distribución.	₡151 251 487,00	₡147 570 366,00	243%
Acometidas	₡43 580 244,00	₡43 463 391,00	0,27%
Interconexiones	₡12 432 105,00	₡12 302 310,00	1,04%
Válvulas de aire y accesorios	₡5 229 371,00	₡5 229 371,00	0,00%
Purgas	₡6 932 265,00	₡6.697.875,00	3,38%
Pasos por alcantarilla y auto-portantes	₡22 986 284,00	₡22 619 496,00	1,60%
Apoyado en puente y pasos elevados	₡7 123 412,00	₡5 299 302,00	25,61%
Componentes tanque de almacenamiento	₡4 272 536,00	₡4 272 536,00	0,00%
Costo total	₡314 658 913,5	₡292 149 965,90	7,15%

Fuente: El autor.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES

Como se observa en la Tabla 77.3, el diseño más factible para el acueducto de los Ángeles de Río Jiménez es, el determinado por el manual *Reglamentación para el Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos*, con una diferencia a favor de ₡22 508 947,61; los aspectos más relevantes para esta diferencia, con respecto al otro manual, son:

4.1 Proyección poblacional

La diferencia en la proyección poblacional entre ambos criterios de diseño, para el final del periodo (año 2036); es de 1763 habitantes, lo cual genera una diferencia considerable en el caudal promedio, y este a su vez en los caudales máximos diarios y horarios.

Ambos métodos usan proyecciones vegetativas; sin embargo, el manual *Reglamentación para el Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos*, utiliza para el cálculo datos reales de habitantes por casa, los cuales son determinados por el Instituto Nacional de Estadística y Censo, quienes se basan en el último censo realizado en Costa Rica, mientras que el otro criterio utiliza un número estándar de habitantes por casa, sin importar cuál es la zona en estudio.

4.2 Tanque de almacenamiento

El volumen de almacenamiento está determinado por:

1. Volumen de regulación de consumo y reserva por interrupciones: para el cálculo de estos es nuevamente necesario el caudal promedio, al ser este menor, reduce los volúmenes con respecto al otro diseño propuesto, en 49,37 m³ y 58,77m³ respectivamente.
2. Volumen de incendio: determinado por la población proyectada a los años de diseño, por ser esta de menos de 5000 habitantes, no requiere almacenar un volumen determinado para este rubro (*Normas de Diseño de abastecimiento de agua potable*, 2001).

Dado lo anterior, la variación entre volúmenes de almacenamiento entre un criterio y otro es de 250 m^3 , lo que da como resultado una desigualdad económica de $\$9\,587\,666,28$; de tal modo, es más factible el tanque de almacenamiento que brinda el diseño, de acuerdo con el criterio de *Reglamentación para el Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos*.

4.3 Línea de impulsión

El caudal máximo diario es menor en el diseño recomendado y por tal motivo, más factible la línea de impulsión. Esto se debe a que se recomienda el uso de tubería SDR 32,5 en 150mm la cual es apta para desplazar el caudal requerido, que además de soportar la presión de diseño, se encuentra por debajo de la presión de trabajo.

4.4 Diseño del sistema de distribución

La variación económica en la tubería y accesorios, entre ambos diseños, es de tan solo $\$3\,681\,121,00$; esto se debe a que presentan una similitud en cuanto al diámetro y tipo de cédula recomendado en el diseño de la línea de distribución, fenómeno que se presenta debido a las siguientes variables:

1. Topografía: el área en estudio presenta una condición muy llana, típica de la zona.
2. Población dispersa: la comunidad en que se realiza el diseño del acueducto rural, es muy grande en área pero pequeña en población y esta es dispersa.
3. Normas de diseño (diámetros mínimos permitidos): el bajo caudal y la necesidad de mantener presiones, sumados a las normas de diseño, obligan al uso de los mismos diámetros de tubería en ambos diseños, para toda la red de distribución, así como la colocación de válvulas de purga para su limpieza.

RECOMENDACIONES

- Se propone a los beneficiados, valorar que la diferencia económica entre el diseño propuesto y el otro, es proporcionalmente pequeña (7,15%), por lo que conviene analizar, si existen expectativas de crecimiento, mayores que las consideradas en el estudio, con base en una atracción de empresas agroindustriales, recordando que uno de los factores más relevantes es la capacidad del tanque de almacenamiento, donde uno dobla la capacidad al otro.
- Establecer un área de conservación cercana al pozo de producción, además de fomentar la reforestación en el terreno, donde este se encuentra ubicado.
- Realizar un estudio de suelos, en el terreno propuesto para la construcción del tanque de almacenamiento.
- Capacitar al personal encargado de la ASADA, con interés en funciones de mantenimiento y operación del sistema de bombeo y distribución.
- Al ser una zona donde predomina la agricultura, en especial grandes áreas de plantación de banano, se recomienda realizar periódicamente pruebas a la calidad del agua, para asegurar que no contenga ninguna condición física ni química, capaz de afectar la salud de los abonados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acueductos y Alcantarillados. (2016). *Estudios básicos Los Ángeles de Río Jiménez*. San José. Costa Rica.
- Acueductos y Alcantarillados. (2001). *Normas para el Diseño de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable*. Recuperado el 28 de junio de 2017, de: <https://www.google.com/search?q=normas+para+el+diseño+de+proyectos+de+abastecimiento+de+agua+potable>
- Acueductos y Alcantarillados. (2007). *Reglamentación Técnica para Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos*.
- Acueductos y Alcantarillados. (2010). *Criterios para el diseño de acueductos rurales*. San José. Costa Rica.
- Acueductos y Alcantarillados. (2016). *Plan estratégico 2016-2020 del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados*. Recuperado el 20 de junio de 2017, de: https://www.aya.go.cr/transparencialnst/rendicion_cuentas
- Censo, I. N. *Instituto Nacional de Estadística y Censo*. Recuperado el 24 de julio de 2017, de Instituto Nacional de Estadística y Censo: www.inec.go.cr
- CNFL. (2017). *Tarifas vigentes*. Recuperado el 28 de 07 de 2017, de CNFL: <http://www.cnfl.go.cr>
- La Gaceta* (2013). *División Territorial Administrativa*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/171934235/División-Territorial-Administrativa-de-la-República-de-Costa-Rica-2013-2016>
- López, R. (1999). *Diseño de Acueductos y Alcantarillados* (Vol. 2). Bogotá: Alfaomega.
- Mora, D. (2014). Acueductos en la historia-*La Nación*. Recuperado de *La Nación*: http://www.nación.com/opinión/foros/acueductoshistoria_0_1388461145.html

(Guácimo, Plan de Desarrollo Humano Local 2010-2020, 2010)

Saldarría, J. (2007). *Hidráulica de tuberías*. Bogotá: Alfaomega.

Skyscrapercity (2016). *Cantón Guácimo I Provincia Limón*. Recuperado el 31 de 08 de 2017, de skyscrapercity: <http://www.skyscrapercity.com>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis hidráulico de la red, con datos obtenidos siguiendo el manual *Criterios para el diseño de Acueductos Rurales 2010* (Tomado de EPANET, 2017).

ID Línea	Nodo Inicial	Nodo Final	Longitud m	Diámetro mm
p2	n2	n3	851.48	300
p3	n3	n4	475.35	50
p4	n3	n5	250.74	300
p5	n5	n6	167.66	50
p6	n5	n7	142.27	300
p7	n7	n8	352.59	200
p8	n8	n9	150.8	50
p9	n8	n10	304.8	50
p10	n8	n11	651.93	200
p11	n11	n12	303.04	200
p12	n12	n13	205.4	200
p13	n13	n14	431.2	150
p14	n14	n15	451.77	150
p15	n15	n16	169.28	50
p16	n15	n17	368.75	150
p17	n11	n17	1073.82	100
p18	n17	n18	682.35	100
p19	n18	n19	143.9	100
p20	n19	n20	339.76	100
p23	n23	n24	212.52	100
p24	n24	n25	265.27	100
p25	n25	n26	261.15	100
p26	n24	1	698.46	63
p27	n24	n27	743.93	63
p28	n7	n28	706.1	150
p31	n28	n31	1401.17	150
p32	n31	n32	438.4	50
p33	n31	n33	230.22	100
p34	n33	n34	52.6	75
p35	n34	n35	572.54	75
p36	n35	n36	1516.05	75
p37	n36	n37	221.67	63
p38	n37	n38	544.68	63
p39	n38	n39	377	50
p40	n38	n40	793.59	63
p41	n33	n41	227.68	100
p42	n41	n42	571.94	100
p43	n42	n43	379.91	50
p44	n42	n44	844.48	100
p45	n44	n45	907.46	100
p46	n45	n46	237.34	50

p47	n46	n47	155.62	50
p48	n45	n26	293.25	100

ID	Nodo	Nodo	Longitud	Diámetro
Línea	Inicial	Final	m	mm

p49	n26	n48	547.99	100
p50	n48	n49	1542.63	100
p51	n49	n50	887.36	100
p52	n50	n51	939.39	100
p53	n51	n52	95.03	63
p54	n52	n53	58.78	63
p55	n53	n54	621.6	63
p56	n54	n55	441.01	50
p57	n51	n56	677.95	100
p58	n56	n57	379.33	100
p59	n57	2	432	63
p60	n57	n59	719.79	100
p61	n59	n60	126.44	50
p62	n59	n61	123.21	100
p63	n61	n62	133.3	50
p64	n61	n63	729.23	100
p65	n63	n64	376.8	150
p66	n64	n65	1453.23	63
p67	n64	n66	220.35	150
p68	n66	3	340	63
p69	n66	n68	384.42	150
p70	n68	n69	450.73	150
p71	n69	n70	312.72	200
p72	n70	n71	845.15	63
p73	n71	n72	124.2	50
p74	n70	n73	219.14	200
p75	n73	n74	181.85	5
p76	n63	n75	119.95	100
p77	n75	n76	86.03	100
p78	n76	n77	483.9	100
p79	n77	n78	193.98	100
p80	n78	n79	60.72	100
p81	n79	n80	60.97	100
p82	n80	n81	56.04	100
p83	n81	n82	491.25	100
p84	n82	n83	970.6	63
p85	n75	n84	63.27	50
p86	n76	n85	78.31	50
p87	n77	n86	78.74	50
p88	n78	n87	423.08	50
p89	n79	n88	136.01	50
p90	n80	n90	93.48	50
p91	n81	n91	83.6	50
p92	n82	n92	873.47	100
p93	n92	n93	600.65	100
p94	n93	n94	105.85	100
p95	n94	n95	38.91	63
p96	n95	n96	246.56	63

p97	n95	n97	253.22	50
p98	n94	n98	1654.39	100

ID	Nodo	Nodo	Longitud	Diámetro
Línea	Inicial	Final	m	mm

p99	n98	n99	221.78	50
p100	n98	n100	51.48	50
p102	B2	B3	49.63	150
p103	B17	B18	250.74	150
p104	B18	B19	845.27	150
p105	B19	B20	425.73	150
p106	B20	B21	230.84	150
p107	B22	T1	17	150
p108	n96	n110	490.68	50
p109	n40	n111	500	50
p110	n83	n112	500	50
p111	n13	n113	220.56	200
p112	n113	n114	45.62	200
p113	n114	n73	139.08	200
p114	B3	B4	125.55	150
p115	B4	B5	220.33	150
p116	B5	B6	385.12	150
p117	B6	B7	450.32	150
p118	B7	B8	312.72	150
p119	B8	B9	219.14	150
p120	B9	B10	139.08	150
p121	B10	B11	45.62	150
p122	B11	B12	220.56	150
p123	B12	B13	148.1	150
p124	B13	B14	303.06	150
p126	B15	B16	302.59	150
p127	B16	B17	142.27	150
2	POZO	B1	.55	150
3	B21	B22	57.59	150
p	4	n1	115.19	50
p0	4	n102	230.79	300
p1	n102	n2	419.52	300
p21	n20	n25	667.25	100
p21.1	n25	n21	780.14	63
p22	n18	n23	710.11	100
p22.1	n23	n22	992.36	63
9	n19	1	2	75
p101	T1	4	54.226	300
4	2	n58	485	50
5	3	n67	354	50
1	B1	B2	No Disponible	No
	Disponible Bomba			

ID Nodo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
n1	0.07	63.74	27.73
n2	0.00	63.54	28.66
n3	0.50	63.28	29.51
n4	0.28	62.94	30.52
n5	0.15	63.21	30.37
n6	0.10	63.20	29.74
n7	0.00	63.17	29.78
n8	0.21	62.78	29.48
n9	0.08	62.78	29.87
n10	0.18	62.68	29.77
n11	0.38	62.11	31.39
n12	0.18	61.87	30.98
n13	0.12	61.71	30.16
n14	0.25	61.62	30.66
n15	0.26	61.55	32.65
n16	0.10	61.54	32.78
n17	0.63	61.51	32.75
n18	0.00	60.35	32.58
n19	0.08	60.29	31.84
n20	0.00	60.15	33.25
n21	0.00	59.88	34.90
n22	0.58	59.14	33.57
n23	0.00	59.96	33.08
n24	0.00	59.91	33.93
n25	0.00	59.88	32.44
n26	0.00	59.68	33.38
n27	0.43	59.54	34.42
n28	0.41	62.61	22.10
n31	0.83	61.62	31.42
n32	0.26	61.34	31.01
n33	0.13	60.86	31.51
n34	0.03	60.66	29.86
n35	0.00	58.54	29.70
n36	0.89	52.93	26.49
n37	0.00	52.19	23.91
n38	0.31	50.35	24.79
n39	0.21	50.18	27.86
n40	0.46	49.30	26.50
n41	0.13	60.67	31.02
n42	0.33	60.22	31.36
n43	0.23	60.03	33.15
n44	0.50	59.86	35.82
n45	0.53	59.68	33.79
n46	0.13	59.56	32.52
n47	0.10	59.55	33.58
n48	0.31	59.20	31.23
n49	0.91	58.19	35.06
n50	0.53	58.02	33.02

n51	0.54	57.99	31.57
n52	0.05	57.88	31.71

ID	Demanda	Altura	Presión
Nodo	LPS	m	m

n53	0.00	57.83	31.84
n54	0.36	57.23	34.43
n55	0.26	56.95	33.28
n56	0.40	58.12	31.11
n57	0.00	58.26	30.84
n58	0.00	58.26	32.53
n59	0.43	58.53	29.78
n60	0.07	58.52	30.80
n61	0.07	58.61	29.88
n62	0.08	58.60	30.82
n63	0.43	59.16	29.57
n64	0.21	59.59	30.02
n65	0.86	57.19	24.96
n66	0.00	59.92	30.82
n67	0.41	59.27	30.61
n68	0.00	60.54	30.57
n69	0.26	61.26	33.41
n70	0.18	61.40	31.18
n71	0.50	60.73	27.51
n72	0.07	60.72	28.76
n74	0.10	61.49	31.41
n75	0.07	58.68	29.65
n76	0.05	58.34	29.81
n77	0.28	56.53	25.72
n78	0.12	55.89	25.58
n79	0.03	55.72	25.22
n80	0.03	55.56	25.84
n81	0.03	55.41	26.59
n82	0.28	54.19	23.50
n83	0.83	52.59	25.14
n84	0.03	58.67	29.77
n85	0.05	58.34	28.61
n86	0.05	56.53	27.74
n87	0.25	55.65	27.75
n88	0.08	55.71	26.59
n90	0.05	55.56	26.35
n91	0.05	55.41	26.42
n92	0.51	53.04	20.00
n93	0.35	52.50	23.38
n94	0.07	52.43	19.00
n95	0.02	52.39	18.38
n96	0.08	52.28	19.48
n97	0.15	52.34	18.33
n98	0.97	51.93	15.45
n99	0.13	51.89	15.74
n100	0.03	51.93	15.90
n102	0.00	63.67	25.81
B2	0.00	94.73	64.28

B3	0.00	94.45	64.34	
B17	0.00	73.97	41.13	

ID	Demanda	Altura	Presión	
Nodo	LPS	m	m	

B18	0.00	72.57	38.80	
B19	0.00	67.84	32.96	
B20	0.00	65.47	27.61	
B22	0.00	63.86	-0.39	
n110	0.33	51.82	20.53	
n111	0.30	48.90	26.69	
n112	0.03	52.58	26.90	
n113	0.00	61.60	30.23	
n114	0.00	61.57	33.40	
B4	0.00	93.75	64.21	
B5	0.00	92.52	63.42	
B6	0.00	90.36	60.39	
B7	0.00	87.85	60.00	
B8	0.00	86.10	55.88	
B9	0.00	84.88	55.31	
B10	0.00	84.10	55.93	
B11	0.00	83.85	52.48	
B12	0.00	82.61	51.64	
B14	0.00	80.09	49.37	
B15	0.00	76.45	43.15	
B16	0.00	74.76	41.37	
B1	0.00	-4.55	-0.55	
B21	0.00	64.18	28.13	
4	0.00	63.74	27.69	
1	0.00	59.91	31.46	
2	0.00	58.26	33.26	
3	0.00	59.76	30.76	
POZO	-17.59	-4.55	0.00	Embalse
T1	-4.75	63.76	3.51	Depósito

ID	Caudal	Velocidad	Pérd.	Unit.	Estado
Línea	LPS	m/s	m/km		
p2	22.28	0.32	0.31		Abierto
p3	0.28	0.14	0.71		Abierto
p4	21.50	0.30	0.29		Abierto
p5	0.10	0.05	0.08		Abierto
p6	21.25	0.30	0.28		Abierto
p7	15.32	0.49	1.10		Abierto
p8	0.08	0.04	0.06		Abierto
p9	0.18	0.09	0.34		Abierto
p10	14.84	0.47	1.04		Abierto
p11	12.84	0.41	0.80		Abierto
p12	12.66	0.40	0.78		Abierto
p13	2.65	0.15	0.19		Abierto

p14		2.40	0.14	0.16	Abierto
p15		0.10	0.05	0.08	Abierto

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

p16		2.04	0.12	0.12	Abierto
p17		1.62	0.21	0.56	Abierto
p18		3.04	0.39	1.69	Abierto
p19		1.43	0.18	0.45	Abierto
p20		1.35	0.17	0.41	Abierto
p23		1.03	0.13	0.25	Abierto
p24		0.60	0.08	0.10	Abierto
p25		1.95	0.25	0.77	Abierto
p26		0.00	0.00	0.00	Abierto
p27		0.43	0.14	0.50	Abierto
p28		5.93	0.34	0.80	Abierto
p31		5.52	0.31	0.70	Abierto
p32		0.26	0.13	0.64	Abierto
p33		4.43	0.56	3.30	Abierto
p34		2.21	0.50	3.80	Abierto
p35		2.18	0.49	3.70	Abierto
p36		2.18	0.49	3.70	Abierto
p37		1.29	0.41	3.36	Abierto
p38		1.29	0.41	3.36	Abierto
p39		0.21	0.11	0.45	Abierto
p40		0.76	0.24	1.33	Abierto
p41		2.08	0.27	0.87	Abierto
p42		1.95	0.25	0.78	Abierto
p43		0.23	0.12	0.51	Abierto
p44		1.39	0.18	0.43	Abierto
p45		0.90	0.11	0.20	Abierto
p46		0.23	0.12	0.51	Abierto
p47		0.10	0.05	0.08	Abierto
p48		0.14	0.02	0.01	Abierto
p49		2.09	0.27	0.87	Abierto
p50		1.77	0.23	0.65	Abierto
p51		0.87	0.11	0.19	Abierto
p52		0.34	0.04	0.04	Abierto
p53		0.68	0.22	1.09	Abierto
p54		0.63	0.20	0.96	Abierto
p55		0.63	0.20	0.96	Abierto
p56		0.26	0.13	0.64	Abierto
p57		-0.88	0.11	0.19	Abierto
p58		-1.28	0.16	0.37	Abierto
p59		0.00	0.00	0.00	Abierto
p60		-1.28	0.16	0.37	Abierto
p61		0.07	0.03	0.04	Abierto
p62		-1.77	0.23	0.66	Abierto
p63		0.08	0.04	0.06	Abierto
p64		-1.92	0.24	0.76	Abierto
p65		-7.30	0.41	1.16	Abierto
p66		0.86	0.28	1.65	Abierto
p67		-8.37	0.47	1.48	Abierto

p68		0.41	0.13	0.46	Abierto
p69		-8.79	0.50	1.61	Abierto

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

p70		-8.79	0.50	1.61	Abierto
p71		-9.05	0.29	0.43	Abierto
p72		0.56	0.18	0.79	Abierto
p73		0.07	0.03	0.04	Abierto
p74		-9.79	0.31	0.49	Abierto
p75		0.10	0.05	0.08	Abierto
p76		4.95	0.63	4.02	Abierto
p77		4.85	0.62	3.88	Abierto
p78		4.75	0.61	3.74	Abierto
p79		4.42	0.56	3.29	Abierto
p80		4.06	0.52	2.83	Abierto
p81		3.94	0.50	2.68	Abierto
p82		3.86	0.49	2.59	Abierto
p83		3.78	0.48	2.49	Abierto
p84		0.86	0.28	1.65	Abierto
p85		0.03	0.02	0.02	Abierto
p86		0.05	0.03	0.03	Abierto
p87		0.05	0.03	0.03	Abierto
p88		0.25	0.13	0.58	Abierto
p89		0.08	0.04	0.06	Abierto
p90		0.05	0.03	0.03	Abierto
p91		0.05	0.03	0.03	Abierto
p92		2.64	0.34	1.32	Abierto
p93		2.13	0.27	0.90	Abierto
p94		1.78	0.23	0.66	Abierto
p95		0.58	0.19	0.83	Abierto
p96		0.41	0.13	0.46	Abierto
p97		0.15	0.08	0.23	Abierto
p98		1.14	0.14	0.30	Abierto
p99		0.13	0.07	0.17	Abierto
p100		0.03	0.02	0.02	Abierto
p102		17.59	1.00	5.59	Abierto
p103		17.59	1.00	5.59	Abierto
p104		17.59	1.00	5.59	Abierto
p105		17.59	1.00	5.59	Abierto
p106		17.59	1.00	5.59	Abierto
p107		17.59	1.00	5.59	Abierto
p108		0.33	0.17	0.94	Abierto
p109		0.30	0.15	0.79	Abierto
p110		0.03	0.02	0.02	Abierto
p111		9.89	0.31	0.50	Abierto
p112		9.89	0.31	0.50	Abierto
p113		9.89	0.31	0.50	Abierto
p114		17.59	1.00	5.59	Abierto
p115		17.59	1.00	5.59	Abierto
p116		17.59	1.00	5.59	Abierto
p117		17.59	1.00	5.59	Abierto
p118		17.59	1.00	5.59	Abierto

p119		17.59	1.00	5.59	Abierto
p120		17.59	1.00	5.59	Abierto

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

p121		17.59	1.00	5.59	Abierto
p122		17.59	1.00	5.59	Abierto
p123		17.59	1.00	5.59	Abierto
p124		17.59	1.00	5.59	Abierto
p125		17.59	1.00	5.59	Abierto
p126		17.59	1.00	5.59	Abierto
p127		17.59	1.00	5.59	Abierto
2		17.59	1.00	5.59	Abierto
3		17.59	1.00	5.59	Abierto
p		0.07	0.03	0.04	Abierto
p0		22.28	0.32	0.31	Abierto
p1		22.28	0.32	0.31	Abierto
p21		1.35	0.17	0.41	Abierto
p21.1		0.00	0.00	0.00	Abierto
p22		1.61	0.20	0.55	Abierto
p22.1		0.58	0.19	0.83	Abierto
9		0.00	0.00	0.00	Cerrado
p101		22.34	0.32	0.31	Abierto
4		0.00	0.00	0.00	Abierto
5		0.41	0.21	1.38	Abierto
1		17.59	0.00	-99.28	Abierto Bomba

Anexo 2. Análisis hidráulico de la red, con datos obtenidos siguiendo el manual *Reglamento para el Diseño y Construcción de Urbanizaciones y Fraccionamientos 2007* (Tomado de EPANET, 2017).

ID	Nodo	Nodo	Longitud	Diámetro
Línea	Inicial	Final	m	mm
p2	n2	n3	851.48	300
p3	n3	n4	475.35	50
p4	n3	n5	250.74	300
p5	n5	n6	167.66	50
p6	n5	n7	142.27	300
p7	n7	n8	352.59	200
p8	n8	n9	150.8	50
p9	n8	n10	304.8	50
p10	n8	n11	651.93	200
p11	n11	n12	303.04	200
p12	n12	n13	205.4	200
p13	n13	n14	431.2	150
p14	n14	n15	451.77	150
p15	n15	n16	169.28	50
p16	n15	n17	368.75	150

ID	Nodo	Nodo	Longitud	Diámetro
Línea	Inicial	Final	m	mm
p17	n11	n17	1073.82	100
p18	n17	n18	682.35	100
p19	n18	n19	143.9	100
p20	n19	n20	339.76	100
p23	n23	n24	212.52	100
p24	n24	n25	265.27	100
p25	n25	n26	261.15	100
p26	n24	1	698.46	63
p27	n24	n27	743.93	63
p28	n7	n28	706.1	150
p31	n28	n31	1401.17	150
p32	n31	n32	438.4	50
p33	n31	n33	230.22	100
p34	n33	n34	52.6	75
p35	n34	n35	572.54	75
p36	n35	n36	1516.05	75
p37	n36	n37	221.67	63
p38	n37	n38	544.68	63
p39	n38	n39	377	50
p40	n38	n40	793.59	63
p41	n33	n41	227.68	100
p42	n41	n42	571.94	100
p43	n42	n43	379.91	50
p44	n42	n44	844.48	100
p45	n44	n45	907.46	100
p46	n45	n46	237.34	50
p47	n46	n47	155.62	50
p48	n45	n26	293.25	100
p49	n26	n48	547.99	100
p50	n48	n49	1542.63	100
p51	n49	n50	887.36	100
p52	n50	n51	939.39	100
p53	n51	n52	95.03	63
p54	n52	n53	58.78	63
p55	n53	n54	621.6	63
p56	n54	n55	441.01	50
p57	n51	n56	677.95	100
p58	n56	n57	379.33	100
p59	n57	n58	890.39	63
p60	n57	n59	719.79	100
p61	n59	n60	126.44	50
p62	n59	n61	123.21	100
p63	n61	n62	133.3	50
p64	n61	n63	729.23	100
p65	n63	n64	376.8	150
p66	n64	n65	1453.23	63
p67	n64	n66	220.35	150
p68	n66	n67	693.77	63
p69	n66	n68	384.42	150
p70	n68	n69	450.73	150

ID	Nodo	Nodo	Longitud	Diámetro
Línea	Inicial	Final	m	mm
p71	n69	n70	312.72	150
p72	n70	n71	845.15	63
p73	n71	n72	124.2	50
p74	n70	n73	219.14	150
p75	n73	n74	181.85	50
p76	n63	n75	119.95	150
p77	n75	n76	86.03	100
p78	n76	n77	483.9	100
p79	n77	n78	193.98	100
p80	n78	n79	60.72	100
p81	n79	n80	60.97	100
p82	n80	n81	56.04	100
p83	n81	n82	491.25	100
p84	n82	n83	970.6	63
p85	n75	n84	63.27	50
p86	n76	n85	78.31	50
p87	n77	n86	78.74	50
p88	n78	n87	423.08	50
p89	n79	n88	136.01	50
p90	n80	n90	93.48	50
p91	n81	n91	83.6	50
p92	n82	n92	873.47	100
p93	n92	n93	600.65	100
p94	n93	n94	105.85	100
p95	n94	n95	38.91	63
p96	n95	n96	488.33	63
p97	n95	n97	253.22	50
p98	n94	n98	1654.39	100
p99	n98	n99	221.78	50
p100	n98	n100	51.48	50
p101	T1	4	54.226	300
p102	B2	B3	49.63	150
p103	B17	B18	250.74	150
p104	B18	B19	845.27	150
p105	B19	B20	425.73	150
p106	B20	B21	230.84	150
p107	B22	T1	17	150
p108	n96	n110	210	50
p109	n40	n111	500	50
p110	n83	n112	500	50
p111	n13	n113	220.56	150
p112	n113	n114	45.62	150
p113	n114	n73	139.08	150
p114	B3	B4	125.55	150
p115	B4	B5	220.33	150
p116	B5	B6	385.12	150
p117	B6	B7	450.32	150
p118	B7	B8	312.72	150
p119	B8	B9	219.14	150
p120	B9	B10	139.08	150

ID Línea	Nodo Inicial	Nodo Final	Longitud m	Diámetro mm
p121	B10	B11	45.62	150
p122	B11	B12	220.56	150
p123	B12	B13	148.1	150
p124	B13	B14	303.06	150
p125	B14	B15	651.93	150
p126	B15	B16	302.59	150
p127	B16	B17	142.27	150
2	POZO	B1	.55	150
3	B21	B22	57.59	150
p	4	n1	115.19	50
p0	4	n102	230.79	300
p1	n102	n2	419.52	300
p21	n20	n25	667.25	100
p21.1	n25	n21	780.14	63
p22	n18	n23	710.11	100
p22.1	n23	n22	992.36	63
9	n19	1	2	100
1	B1	B2	NoDisponible	NoDisponi

ID Nodo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
n1	0.05	62.75	26.74
n2	0.00	62.62	27.74
n3	0.40	62.44	28.67
n4	0.22	62.21	29.79
n5	0.12	62.39	29.55
n6	0.08	62.38	28.92
n7	0.00	62.36	28.97
n8	0.16	62.09	28.79
n9	0.07	62.09	29.18
n10	0.14	62.03	29.12
n11	0.30	61.63	30.91
n12	0.14	61.46	30.57
n13	0.10	61.36	29.81
n14	0.20	61.29	30.33
n15	0.21	61.23	32.33
n16	0.08	61.22	32.46
n17	0.23	61.19	32.43
n18	0.00	60.08	32.31
n19	0.07	60.02	31.57
n20	0.00	59.89	32.99
n21	0.00	59.64	34.66
n22	0.46	59.13	33.56
n23	0.23	59.69	32.81

ID Nodo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
n24	0.23	59.65	33.67
n25	0.23	59.64	32.20
n26	0.00	59.52	33.22
n27	0.35	59.39	34.27
n28	0.33	61.95	21.44
n31	0.65	61.23	31.03
n32	0.20	61.04	30.71
n33	0.11	60.65	31.30
n34	0.02	60.52	29.72
n35	0.00	59.10	30.26
n36	0.70	55.35	28.91
n37	0.00	54.85	26.57
n38	0.25	53.61	28.05
n39	0.18	53.49	31.17
n40	0.43	52.91	30.11
n41	0.11	60.48	30.83
n42	0.27	60.09	31.23
n43	0.18	59.97	33.09
n44	0.39	59.74	35.70
n45	0.42	59.54	33.65
n46	0.11	59.45	32.41
n47	0.07	59.45	33.48
n48	0.25	59.16	31.19
n49	0.72	58.38	35.25
n50	0.41	58.23	33.23
n51	0.43	58.19	31.77
n52	0.04	58.12	31.95
n53	0.00	58.08	32.09
n54	0.29	57.69	34.89
n55	0.20	57.50	33.83
n56	0.31	58.25	31.24
n57	0.00	58.32	30.90
n58	0.00	58.32	32.59
n59	0.33	58.47	29.72
n60	0.06	58.46	30.74
n61	0.06	58.51	29.78
n62	0.06	58.51	30.73
n63	0.34	58.83	29.24
n64	0.17	59.11	29.54
n65	0.68	57.53	25.30
n66	0.00	59.33	30.23
n67	0.32	59.11	30.45
n68	0.00	59.73	29.76
n69	0.21	60.20	32.35
n70	0.15	60.55	30.33
n71	0.39	60.09	26.87
n72	0.06	60.09	28.13
n73	0.00	60.83	31.26
n74	0.08	60.82	30.74
n75	0.06	58.78	29.75

ID Nodo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
n76	0.04	58.55	30.02
n77	0.22	57.31	26.50
n78	0.09	56.87	26.56
n79	0.03	56.76	26.26
n80	0.03	56.64	26.92
n81	0.03	56.54	27.72
n82	0.23	55.73	25.04
n83	0.40	54.65	27.20
n84	0.03	58.78	29.88
n85	0.04	58.55	28.82
n86	0.04	57.31	28.52
n87	0.20	56.71	28.81
n88	0.06	56.75	27.63
n90	0.04	56.64	27.43
n91	0.10	56.54	27.55
n92	0.41	54.97	21.93
n93	0.28	54.61	25.49
n94	0.05	54.56	21.13
n95	0.02	54.54	20.53
n96	0.32	54.39	21.59
n97	0.12	54.51	20.50
n98	0.77	54.23	17.75
n99	0.10	54.21	18.06
n100	0.02	54.23	18.20
n102	0.00	62.71	24.85
B2	0.00	87.27	56.82
B3	0.00	87.05	56.94
B17	0.00	70.85	38.01
B18	0.00	69.74	35.97
B19	0.00	66.00	31.12
B20	0.00	64.12	26.26
B22	0.00	62.84	-1.41
n110	0.00	54.39	23.10
n111	0.17	52.75	30.54
n112	0.29	54.28	28.60
n113	0.00	61.07	29.70
n114	0.00	61.01	32.84
B4	0.00	86.50	56.96
B5	0.00	85.52	56.42
B6	0.00	83.82	53.85
B7	0.00	81.83	53.98
B8	0.00	80.45	50.23
B9	0.00	79.48	49.91
B10	0.00	78.86	50.69
B11	0.00	78.66	47.29
B12	0.00	77.69	46.72
B13	0.00	77.03	46.14
B14	0.00	75.69	44.97

ID	Demanda	Altura	Presión
Nodo	LPS	m	m
B15	0.00	72.81	39.51
B16	0.00	71.47	38.08
B1	0.00	-4.55	-0.55
B21	0.00	63.10	27.05
4	0.00	62.76	26.71
1	0.00	59.65	31.20
POZO	-15.44	-4.55	0.00
T1	-2.79	62.77	2.52
			Depósito

ID	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Estado
Línea	LPS	m/s	m/km	
p2	18.18	0.26	0.21	Abierto
p3	0.22	0.11	0.47	Abierto
p4	17.57	0.25	0.20	Abierto
p5	0.08	0.04	0.05	Abierto
p6	17.37	0.25	0.20	Abierto
p7	12.41	0.40	0.75	Abierto
p8	0.07	0.04	0.05	Abierto
p9	0.14	0.07	0.21	Abierto
p10	12.03	0.38	0.71	Abierto
p11	10.38	0.33	0.55	Abierto
p12	10.24	0.33	0.53	Abierto
p13	2.34	0.13	0.15	Abierto
p14	2.14	0.12	0.13	Abierto
p15	0.08	0.04	0.05	Abierto
p16	1.85	0.10	0.10	Abierto
p17	1.35	0.17	0.41	Abierto
p18	2.97	0.38	1.63	Abierto
p19	1.37	0.17	0.42	Abierto
p20	1.30	0.17	0.38	Abierto
p23	0.91	0.12	0.21	Abierto
p24	0.34	0.04	0.04	Abierto
p25	1.41	0.18	0.44	Abierto
p26	0.00	0.00	0.00	Abierto
p27	0.35	0.11	0.34	Abierto
p28	4.96	0.28	0.58	Abierto
p31	4.63	0.26	0.52	Abierto
p32	0.20	0.10	0.41	Abierto
p33	3.78	0.48	2.49	Abierto
p34	1.76	0.40	2.54	Abierto
p35	1.73	0.39	2.47	Abierto
p36	1.73	0.39	2.47	Abierto
p37	1.03	0.33	2.27	Abierto

ID	Línea	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Estado
			LPS	m/s	m/km
p38		1.03	0.33	2.27	Abierto
p39		0.18	0.09	0.32	Abierto
p40		0.60	0.19	0.89	Abierto
p41		1.91	0.24	0.75	Abierto
p42		1.81	0.23	0.68	Abierto
p43		0.18	0.09	0.32	Abierto
p44		1.37	0.17	0.42	Abierto
p45		0.97	0.12	0.23	Abierto
p46		0.18	0.09	0.35	Abierto
p47		0.07	0.04	0.05	Abierto
p48		0.37	0.05	0.04	Abierto
p49		1.78	0.23	0.66	Abierto
p50		1.53	0.19	0.50	Abierto
p51		0.81	0.10	0.17	Abierto
p52		0.40	0.05	0.05	Abierto
p53		0.54	0.17	0.73	Abierto
p54		0.49	0.16	0.63	Abierto
p55		0.49	0.16	0.63	Abierto
p56		0.20	0.10	0.42	Abierto
p57		-0.57	0.07	0.09	Abierto
p58		-0.89	0.11	0.20	Abierto
p59		0.00	0.00	0.00	Abierto
p60		-0.89	0.11	0.20	Abierto
p61		0.06	0.03	0.04	Abierto
p62		-1.28	0.16	0.37	Abierto
p63		0.06	0.03	0.04	Abierto
p64		-1.40	0.18	0.43	Abierto
p65		-5.74	0.33	0.75	Abierto
p66		0.68	0.22	1.09	Abierto
p67		-6.59	0.37	0.96	Abierto
p68		0.32	0.10	0.30	Abierto
p69		-6.92	0.39	1.05	Abierto
p70		-6.92	0.39	1.05	Abierto
p71		-7.13	0.40	1.11	Abierto
p72		0.45	0.14	0.54	Abierto
p73		0.06	0.03	0.04	Abierto
p74		-7.72	0.44	1.28	Abierto
p75		0.08	0.04	0.06	Abierto
p76		4.00	0.23	0.40	Abierto
p77		3.92	0.50	2.65	Abierto
p78		3.84	0.49	2.56	Abierto
p79		3.58	0.46	2.26	Abierto
p80		3.29	0.42	1.95	Abierto
p81		3.20	0.41	1.86	Abierto
p82		3.13	0.40	1.78	Abierto
p83		3.00	0.38	1.65	Abierto
p84		0.68	0.22	1.11	Abierto
p85		0.03	0.02	0.02	Abierto
p86		0.04	0.02	0.02	Abierto

ID	Línea	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Estado
			LPS	m/s	m/km
p87		0.04	0.02	0.02	Abierto
p88		0.20	0.10	0.39	Abierto
p89		0.06	0.03	0.04	Abierto
p90		0.04	0.02	0.03	Abierto
p91		0.10	0.05	0.08	Abierto
p92		2.09	0.27	0.87	Abierto
p93		1.68	0.21	0.60	Abierto
p94		1.41	0.18	0.44	Abierto
p95		0.46	0.15	0.56	Abierto
p96		0.32	0.10	0.31	Abierto
p97		0.12	0.06	0.12	Abierto
p98		0.90	0.11	0.20	Abierto
p99		0.10	0.05	0.08	Abierto
p100		0.02	0.01	0.02	Abierto
p101		18.24	0.26	0.21	Abierto
p102		15.44	0.87	4.42	Abierto
p103		15.44	0.87	4.42	Abierto
p104		15.44	0.87	4.42	Abierto
p105		15.44	0.87	4.42	Abierto
p106		15.44	0.87	4.42	Abierto
p107		15.44	0.87	4.42	Abierto
p108		0.00	0.00	0.00	Abierto
p109		0.17	0.09	0.31	Abierto
p110		0.29	0.15	0.74	Abierto
p111		7.81	0.44	1.30	Abierto
p112		7.81	0.44	1.30	Abierto
p113		7.81	0.44	1.30	Abierto
p114		15.44	0.87	4.42	Abierto
p115		15.44	0.87	4.42	Abierto
p116		15.44	0.87	4.42	Abierto
p117		15.44	0.87	4.42	Abierto
p118		15.44	0.87	4.42	Abierto
p119		15.44	0.87	4.42	Abierto
p120		15.44	0.87	4.42	Abierto
p121		15.44	0.87	4.42	Abierto
p122		15.44	0.87	4.42	Abierto
p123		15.44	0.87	4.42	Abierto
p124		15.44	0.87	4.42	Abierto
p125		15.44	0.87	4.42	Abierto
p126		15.44	0.87	4.42	Abierto
p127		15.44	0.87	4.42	Abierto
2		15.44	0.87	4.42	Abierto
3		15.44	0.87	4.42	Abierto
p		0.05	0.03	0.04	Abierto
p0		18.18	0.26	0.21	Abierto
p1		18.18	0.26	0.21	Abierto
p21		1.30	0.17	0.38	Abierto
p21.1		0.00	0.00	0.00	Abierto
p22		1.60	0.20	0.55	Abierto
p22.1		0.46	0.15	0.56	Abierto
ID		Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Estado

Anexo 3. Cotización bomba sumergible



Cédula Jurídica 3-101-064341
ventas@zebol.com

Oferta de Venta
No 16973

FECHA: 11/08/2017

Datos del Cliente

Cliente: INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO: **Teléfono:**
Atención: **Fax:**
Referencia: **E-mail:**

Condiciones de Venta

Tiempo de Entrega: 6 semana luego de recibido orden de compra y adelanto c **Validez de la Oferta:** 30 Días
Termino de Entrega: Bodegas Cliente **Forma de Pago:** A 30 días

Detalle de la cotización

Estimado (a) Sr. (a); por este medio me permito presentarle oferta según sus necesidades

CODIGO	DESCRIPCION	CNT.	PRECIO UNIT	%DESC	TOTAL
0005968	BOMBA SUMERGIBLE GOULDS 6CHC-6E NEMA 6 DES 4 16.5 L/S @ 104 MCA	1	2,750	0.00	USD 2,750
0008109	BOMBA SUMERGIBLE GOULDS 6CHC-5E NEMA 6 DES 4 14.6 L/S @ 95.5 MCA	1	2,450	0.00	USD 2,450
0008109	BOMBA SUMERGIBLE GOULDS 6CHC-5E NEMA 6 DES 4 15.5 L/S @ 91.6 MCA	1	2,450	0.00	USD 2,450

Atentos a cualquier consulta.

Jorge Solís
jsolis@zebol.com
8701-0218

SUBTOTAL	USD	7,650.00
DESC	USD	0.00
I.V.	USD	994.50
TOTAL	USD	8,644.50

Observaciones:

Notas:

1. Ordenes menores a \$50.00 o su equivalente en colones, deberá cancelarse de contado.
2. Si la moneda de esta oferta es dólares, la cancelación de la factura deberá realizarse en la misma moneda o de lo contrario deberá utilizarse el tipo de cambio oficial de venta emitido por el BCCR el día de la cancelación de la factura.
3. Aplican Términos y Condiciones de venta de Zebol S.A. (Ver Anexo 1)
4. Toda orden de compra debe ser enviada al correo ordenes@zebol.com
5. Las facturas a crédito devengan un 3% de intereses moratorios, sin que esto signifique prorroga.



Soluciones innovadoras en el manejo de fluidos y más...
Costa Rica • Panamá | Tel: (506) 2437-7900 • Fax: (506) 2453-3196 | www.zebol.com