



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
YANUNCAY – RESERVA RY7 – ICTOCRUZ PARA EL SECTOR DE SAN CARLOS
DE LA PARROQUIA EL VALLE**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: STEVEN NICOLÁS GUAMÁN CASTRO

CRISTIAN DAVID SOLÓRZANO MORA

TUTOR: ING. RUBÉN FERNANDO JERVES COBO, PhD.

Cuenca - Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Steven Nicolás Guamán Castro con documento de identificación N° 0106976996 y Cristian David Solórzano Mora con documento de identificación N° 0106664766; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 28 de julio del 2025

Atentamente,

Steven Nicolás Guamán Castro

0106976996

Cristian David Solórzano Mora

0106664766

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Steven Nicolás Guamán Castro con documento de identificación N° 0106976996 y Cristian David Solórzano Mora con documento de identificación N° 0106664766, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable Yanuncay – Reserva RY7 – Ictocruz para el sector de San Carlos de la parroquia El Valle”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 28 de julio del 2025

Atentamente,

Steven Nicolás Guamán Castro

0106976996

Cristian David Solórzano Mora

0106664766

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rubén Fernando Jerves Cobo con documento de identificación N° 0102017027, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE YANUNCAY – RESERVA RY7 – ICTOCRUZ PARA EL SECTOR DE SAN CARLOS DE LA PARROQUIA EL VALLE**, realizado por Steven Nicolás Guamán Castro con documento de identificación N° 0106976996 y por Cristian David Solórzano Mora con documento de identificación N° 0106664766, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 28 de julio del 2025

Atentamente,



Ing. Rubén Fernando Jerves Cobo, PhD.

0102017027

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi Señor y Salvador, Jesucristo, fuente de sabiduría y entendimiento, quien ha sido mi guía y fortaleza, y me ha acompañado en cada etapa de mi vida con su infinito amor y le doy toda la gloria por lo logros que he alcanzado.

A la mujer que me trajo al mundo y al hombre que puso el mundo a mis pies, mis padres, Gloria Castro y Francisco Guamán, que me han acompañado en cada uno de mis proyectos y me han apoyado incondicionalmente para alcanzar todas mis metas.

A mis hermanas Angie Y Guadalupe, quienes han sido mi fuente de inspiración y motivación durante toda mi carrera universitaria

“Pon en manos del señor todas tus obras, y tus proyectos se cumplirán”

(Proverbios 16:3)

Steven Nicolás Guamán Castro

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a quienes han sido mi mayor fuente de fortaleza, motivación y compañía a lo largo de este proceso.

A mis padres, Johnny Solórzano y Jeanneth Mora, por su ejemplo de dedicación y sacrificio, y por enseñarme a nunca rendirme frente a los desafíos, por cada palabra de aliento, por su paciencia y por confiar siempre en mí.

A mis hermanos, Daniel y José, por compartir conmigo alegrías y dificultades, y ayudarme siempre que lo he necesitado.

A mis abuelos, por su cariño y consejo, que han sido guía en momentos de incertidumbre.

Cristian David Solórzano Mora

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por otorgarme la sabiduría y el entendimiento para culminar con mi trabajo de titulación, y por acompañarme en cada etapa de mi carrera universitaria.

A mis padres por su apoyo y amor incondicional, y estar conmigo en cada una de las etapas de mi formación académica, dándome apoyo y motivación.

A mi director de tesis, el Ing. Rubén Jerves, agradezco su orientación, dedicación y paciencia para la elaboración de mi trabajo de titulación

A la Universidad Politécnica Salesiana por mi formación académica, y todos los conocimientos adquiridos a lo largo mi carrera.

Steven Nicolás Guamán Castro

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia por su comprensión y apoyo incondicional durante todo este proceso.

A mis amigos, por su compañía, su apoyo y los momentos compartidos que hicieron más llevadera esta etapa.

A mi tutor, el Ing. Rubén Jerves, por su orientación, paciencia y educación en el desarrollo de este trabajo de titulación. Su asesoría y experiencia fueron clave para enriquecer este proyecto.

A la Universidad Politécnica Salesiana, por brindarme una formación integral de calidad, y por proporcionarme las herramientas necesarias para crecer como profesional.

Cristian David Solórzano Mora

Resumen

Actualmente el sector de San Carlos de la parroquia El Valle, cantón Cuenca, cuenta con una red de distribución de agua potable que presenta problemas relacionados a su antigüedad, diámetros pequeños y presiones altas, que ocasionan fugas recurrentemente, además de existir una parte de la población que no se encuentra abastecida por la misma. Esta tesis tiene como principal objetivo realizar el diseño de una nueva red de distribución de agua potable para el sector. Se realizó un análisis topográfico y demográfico de la zona, para definir la distribución y densidad del sector, de igual manera las condiciones del terreno que representan variables por considerar en el trazado y dimensionamiento de la red. A partir de lo antes mencionado se procede con el diseño del sistema de agua potable, determinando la demanda requerida en cada nodo de la red, en función de su área de aporte y el crecimiento demográfico proyectado para 25 años. Se consideran las normas vigentes para el diseño de esta clase de infraestructura a nivel nacional. Se prevé que el diseño de esta red de agua potable represente una solución a las deficiencias de la red actual en el sector de San Carlos en la parroquia El Valle, asegurando la distribución de agua potable bajo condiciones hidráulicas óptimas hasta el año 2050. la red diseñada cuenta con 2,44 km de largo con tres válvulas reductoras de presión y nueve válvulas de compuerta, lo que garantiza un adecuado control, operación y mantenimiento. El sistema asegura una presiones adecuadas con un máximo de 51,36 m.c.a. El presupuesto referencial es de \$93,090.27 e incluye únicamente la implementación del sistema hidráulico. Además, los resultados obtenidos pueden servir como referencia para el diseño de redes de distribución de agua potable en otras zonas que presenten características similares, ayudando a mejorar la calidad de vida de otros sectores que enfrenten condiciones similares en lo que se refiere al servicio de agua potable.

Palabras claves: Diseño, red abierta, hidráulica, presiones, rural.

Abstract

Currently, the San Carlos sector of the El Valle parish, in the canton of Cuenca, has a drinking water distribution network that presents problems related to its age, small pipe diameters, and high pressures, which frequently cause leaks. In addition, part of the population is not supplied by the existing system. This thesis has as its main objective the design of a new drinking water distribution network for the sector. A topographic and demographic analysis of the area was carried out to define the distribution and density of the sector, as well as the terrain conditions, which are variables to be considered in the layout and sizing of the network. Based on the above, the design of the drinking water system was carried out, determining the required demand at each node of the network according to its contributing area and the projected population growth over a 25-year period. The design considers the current national regulations for this type of infrastructure. The proposed drinking water network aims to solve the deficiencies of the current system in the San Carlos sector of El Valle parish, ensuring the distribution of potable water under optimal hydraulic conditions until the year 2050. The designed network has a length of 2.44 km, includes three pressure-reducing valves and nine gate valves, which ensure proper control, operation, and maintenance. The system guarantees adequate pressures, with a maximum of 51.36 meters of water column. The reference budget is \$93,090.27 and includes only the implementation of the hydraulic system. Furthermore, the results obtained may serve as a reference for the design of drinking water distribution networks in other areas with similar characteristics, contributing to the improvement of the quality of life in sectors facing similar conditions in terms of water supply.

Keywords: Design, open network, hydraulics, pressures, rural.

Índice

CAPITULO I.....	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Topografía.....	6
2.2. Agua potable	6
2.3. Método de zonas de presión.....	7
2.4. Red de distribución de agua potable	8
2.4.1. Tipos de redes de distribución	8
2.4.1.1. Red abierta o ramificada.....	8
2.4.1.2. Red cerrada o mallada	9
2.4.1.3. Red combinada o mixta.....	10
2.4.2. Vida Útil.....	11
2.4.3. Periodo de diseño	11
2.4.4. Población de proyecto	12

2.4.5.	Proyección poblacional.....	12
2.4.6.	Velocidades de diseño.....	12
2.4.7.	Perdida de carga	13
2.4.8.	Caudales de diseño.....	13
2.4.8.1.	Caudal Medio Diario (Q).....	13
2.4.8.2.	Caudal Máximo Diario (QMD).....	13
2.4.8.3.	Caudal Máximo Horario (QMH)	14
2.4.9.	Programa EPANET	14
2.4.10.	Presiones de servicio	14
2.4.11.	Válvulas	15
2.4.12.	Válvula reductora de presión.....	15
2.4.13.	Válvula de compuerta	18
CAPTULO III.....		19
METODOLOGÍA		19
3.1.	Delimitación	19
3.2.	Clima	19
3.3.	Estudio del estado del arte.....	20
3.4.	Diagnóstico de la Red Actual.....	20
3.5.	Levantamiento y Procesamiento de Información Topográfica.....	21
3.6.	Método de las zonas de presión.....	21
3.7.	Parámetros de Diseño	22

3.7.1.	Proyección Poblacional	22
3.7.1.1.	Método Aritmético	22
3.7.1.2.	Método Geométrico	23
3.7.2.	Población Futura	23
3.7.3.	Caudales de diseño.....	24
3.7.3.1.	Caudal Medio Diario (Q):	24
3.7.3.2.	Caudal Máximo Diario (QMD):.....	25
3.7.3.3.	Caudal Máximo Horario (QMH):.....	25
3.7.4.	Presiones	26
3.7.5.	Velocidades de diseño.....	26
3.7.6.	Diámetros mínimos	27
3.7.7.	Selección de material de tuberías y accesorios	27
3.7.8.	Perdidas de carga	28
3.8.	Diseño de la Nueva Red.....	29
3.8.1.	Trazado de la red.....	29
3.8.1.1.	Primer trazado de la red	29
3.8.1.2.	Segundo trazado de la red	30
3.8.2.	Áreas de aporte.....	30
3.9.	Modelación Hidráulica de la Red.....	30
3.10.	Comparación y Validación de Resultados	31
3.11.	Análisis Económico	31

CAPITULO IV	32
RESULTADOS.....	32
4. Datos de diseño.....	32
4.1. Análisis de la red actual	32
4.2. Diagnóstico de las condiciones de la población actual	32
4.2.1. Tabulación de encuestas.....	32
4.3. Tasa de crecimiento	34
4.3.1. Datos censales.....	34
4.3.2. Tasa de crecimiento y población	35
4.3.3. Estudio Topográfico.....	35
4.3.3.1. Primer trazado de la red	36
4.3.3.2. Segundo trazado de la red	37
4.3.4. Áreas de aporte.....	38
4.3.5. Modelamiento de los trazados en Epanet.....	40
4.4. Áreas de aporte	42
4.5. Caudales de diseño.....	43
4.6. Análisis del primer trazado mediante Epanet 2.2	47
4.6.1. Primer análisis.....	47
4.6.2. Segundo Análisis.....	49
4.6.3. Tercer Análisis.....	52
4.7. Análisis del segundo trazado mediante Epanet 2.2.....	55

4.8. Análisis comparativo de los trazados de la red	59
4.9. Presupuesto referencial.....	59
CONCLUSIONES.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS	69

Índice de Tablas

Tabla 1: Dotaciones netas y brutas para las zonas urbana consolidada, centros parroquiales y rurales.....	24
Tabla 2: Velocidades máximas admisibles.....	26
Tabla 3: Velocidades mínimas admisibles.....	26
Tabla 4: Valores del coeficiente C de Hazen William.....	28
Tabla 5: Datos censales de la población en la parroquia El Valle – Cuenca.....	34
Tabla 6: Tasas de crecimiento y población en la Parroquia El Valle - Cuenca.....	35
Tabla 7: Áreas de aporte para cada nodo del primer trazado (red abierta).....	42
Tabla 8: Áreas de aporte para cada nodo del segundo trazado (red mixta).....	43
Tabla 9: Caudales de diseño para el primer trazado (red abierta)	43
Tabla 10: Caudales de diseño para el segundo trazado (red mixta).....	45
Tabla 11: Presiones en cada nodo del primer análisis	47
Tabla 12: Velocidades en cada tubería del primer análisis.....	48
Tabla 13: Presiones en cada nodo del segundo análisis	50
Tabla 14: Velocidades en cada tubería del segundo análisis	51
Tabla 15: Presiones en cada nodo del tercer análisis.....	52
Tabla 16: Velocidades en cada tubería del tercer análisis	53
Tabla 17: Presiones en cada nodo para el segundo trazado	56
Tabla 18: Velocidades en cada tubería para el segundo trazado	57
Tabla 19: Presupuesto referencial para obra de distribución de agua potable para el sector San Carlos del El Valle - Cuenca	59

Índice de Figuras

Figura 1: Representación de una Red abierta o ramificada.	9
Figura 2: Representación de una Red cerrada o mallada.....	10
Figura 3: Representación de una Red combinada o mixta.	11
Figura 4: Elementos de una válvula reductora de presión.	16
Figura 5: Esquema de la comunidad de San Carlos en El Valle.	19
Figura 6: Tipo de vivienda.....	32
Figura 7: Número de habitantes por vivienda.	33
Figura 8: Tipo de abastecimiento de agua potable.	34
Figura 9: Curvas de nivel correspondientes a la topografía de San Carlos.	35
Figura 10: Trazado de la primera red de distribución con enfoque constructivo.	36
Figura 11: Trazado de la segunda red de distribución con enfoque analítico.	37
Figura 12: Áreas de aporte para cada nodo del primer trazado de la red.	38
Figura 13: Áreas de aporte para cada nodo del segundo trazado de la red.....	39
Figura 14: Primer trazado de la red en Epanet 2.2.	40
Figura 15: Segundo trazado de la red en Epanet 2.2.	41
Figura 16: Resultados hidráulicos del primer trazado (red abierta).	55
Figura 17: Resultados hidráulicos del segundo trazado (red mixta).	58

CAPITULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1. Introducción

El acceso al agua potable es un derecho y una necesidad fundamentales para el desarrollo saludable y sostenible de las comunidades. En la comunidad de San Carlos, ubicado en la parroquia El Valle, en el cantón de Cuenca, la red de distribución de agua existente presenta varias deficiencias que afectan negativamente la calidad del servicio, como fugas frecuentes, limitaciones de cobertura y un recorrido inadecuado que atraviesa propiedades privadas. Estas condiciones no solo ponen en peligro la sostenibilidad del sistema, sino que también impiden que se satisfagan efectivamente las necesidades actuales y futuras de la población. Frente a esta problemática, es necesario plantear una solución global que garantice un suministro continuo y seguro de los recursos hídricos a través de la revisión técnica de la red de distribución de agua potable. Este proyecto se enmarca en los lineamientos establecidos por la normativa vigente de la empresa ETAPA EP y tiene como objetivo contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de San Carlos y servir de referencia para futuras intervenciones en sectores de similares características.

1.2. Antecedentes

El agua es uno de los recursos naturales más importantes para la vida, tanto en lo que se refiere al consumo humano, así como en el desarrollo de actividades domésticas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023) :

El agua salubre y de fácil acceso es importante para la salud pública, tanto si se utiliza para beber, para uso doméstico, para producir alimentos o con fines recreativos. La mejora del abastecimiento, el saneamiento y de la gestión de los recursos hídricos puede impulsar el crecimiento económico de los países y contribuir en gran medida a reducir la pobreza.

En la ciudad de Cuenca, la provisión de agua potable para consumo humano está a cargo principalmente de la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca (ETAPA EP), entidad que ha gestionado este servicio desde el año 1960. A lo largo de su historia, ETAPA EP ha implementado diversas mejoras en la captación, tratamiento y distribución del agua potable con el propósito de garantizar un servicio continuo y de calidad para la población. En la actualidad, la cobertura del sistema de abastecimiento de agua potable alcanza aproximadamente el 96% en el área urbana y el 88% en el área rural, reflejando un alto nivel de acceso en comparación con otras regiones del país. Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca (Agua ETAPA EP, 2023).

La infraestructura hídrica de Cuenca está compuesta por fuentes de captación superficiales ubicadas en ecosistemas estratégicos, plantas de tratamiento con procesos avanzados de potabilización y una red de distribución que abastece a la ciudad y sus alrededores.

El sistema de abastecimiento de agua potable en Cuenca es reconocido a nivel nacional por su eficiencia y calidad, lo que ha sido posible gracias a la gestión sostenible de los recursos hídricos y al cumplimiento de normativas técnicas, como la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108, que establece los parámetros de calidad del agua y los estándares de presión en las redes de distribución (ETAPA EP, 2023b). A pesar de estos avances, persisten desafíos relacionados con la expansión del servicio en zonas de crecimiento poblacional, la optimización del uso del recurso hídrico y la adaptación a los efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua.

En este contexto la comunidad de San Carlos enfrenta diversas dificultades relacionadas al abastecimiento de agua potable, debidas a la baja eficiencia que presenta la red por su antigüedad, presentando fugas en algunos tramos de la distribución, en estos casos las empresas públicas deben adoptar estrategias de rehabilitación (Giraldo-González & Rodríguez, 2020).

También presenta otros problemas ocasionados por las condiciones del suelo de la zona, en la cual ya se han producido fenómenos de remoción de masas anteriormente. La red de distribución existente debe ser reemplazada en su totalidad, debido a que su antigüedad, diámetros de tuberías reducidos e insuficiencia de abastecimiento, no hacen viable una mejora o rehabilitación. Según un informe oficial emitido por ETAPA EP:

Por medio de la presente, se informa que las redes existentes en el sector pertenecieron al “Proyecto Nero” y que en el año 2014 fueron reconectas al sistema Yanuncay empalmando estas redes en San Miguel de El Valle coordenadas (724285 E, 9674821 N) a la red de 160 mm proveniente desde la reserva RY7 - Icto Cruz; por lo expuesto cualquier mejora que se realice en el sector se debe considerar el cambio total, tanto de

las redes de distribución, así como de las instalaciones domiciliarias, debido a su trazado, antigüedad y/o diámetros pequeños (ETAPA EP, 2023c).

Ante estos hechos, la falta de intervención no solo afecta la calidad de vida de la población, sino que también podría agravar la situación en el futuro, especialmente considerando la vulnerabilidad del terreno de la zona. Ante este panorama, el diseño y construcción de un nuevo sistema de agua potable se convierte en una necesidad que requiere ser solucionada lo antes posible.

1.3. Justificación

El acceso al agua potable es un derecho fundamental y un pilar esencial para el desarrollo y bienestar de las comunidades. Sin embargo, en la comunidad rural de San Carlos, el sistema de abastecimiento de agua presenta deficiencias que afectan la calidad de vida de los habitantes y la continuidad del servicio. Entre los principales problemas identificados se encuentran la presencia de fugas en la red de distribución y una cobertura insuficiente para atender la demanda actual.

Estos problemas han generado diversas dificultades a los pobladores de este sector ocasionados por el inadecuado abastecimiento del servicio de agua potable e incluso la falta de este, puesto que, actualmente existen 15 predios que carecen de este servicio y que representan una población de 86 habitantes ETAPA EP (2023).

Ante estas dificultades, la ampliación y mejoramiento del sistema ya existente, se presenta como solución a las necesidades insatisfechas de la comunidad, este proyecto permitirá mejorar la calidad de vida de los habitantes, garantizando un suministro adecuado del servicio.

En lo correspondiente al ámbito técnico de este proyecto, el presente contribuirá con el trazado y diseño de la nueva red, apegándose a la normativa establecida por la empresa pública

ETAPA EP. Lo que garantizará que la red cumpla con los parámetros necesarios para su correcto funcionamiento. De la misma manera los resultados obtenidos podrán servir como referencia para futuros proyectos que presenten condiciones similares a las de la zona de estudio.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Ampliar y mejorar el Sistema de Agua Potable para la Comunidad de San Carlos, parroquia El Valle, cantón Cuenca, provincia del Azuay

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la red de distribución existente para identificar deficiencias y oportunidades de mejora.
- Diseñar la nueva red de distribución, considerando la topografía del terreno y modelándola mediante EPANET 2.2 u otro software similar.
- Elaborar el presupuesto de construcción para la implementación del diseño propuesto.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Este capítulo tiene como objetivo explicar los conceptos técnicos y regulatorios que sustentan el diseño de redes de distribución de agua potable. Para ello, se abordan aspectos fundamentales como la topografía, las fuentes de agua potable y el método de zonas de presión, que permiten contextualizar las condiciones iniciales del proyecto. Además, se desarrollan aspectos clave del diseño hidráulico, incluidos los tipos de redes de distribución, los criterios de tamaño, las proyecciones de población, los flujos de construcción, las caídas de presión y los rangos de presión adecuados para una operación eficiente. También incluye una descripción del software EPANET utilizado en el modelado de sistemas hidráulicos y el funcionamiento de válvulas reductoras de presión y válvulas de compuerta.

2.1. Topografía

La topografía estudia las características tridimensionales de la corteza terrestre, mediante la medición de sus distancias, direcciones y elevaciones, las cuales son necesarias en la construcción de todo tipo de estructuras; también abarca cálculos de áreas y volúmenes; y permite elaborar planos y diagramas (Jack Mc Cormac, 2003). Esta ciencia utiliza equipos como la estación total, la cual se define como un “instrumento electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico” (Solis et al., 2022).

2.2. Agua potable

Actualmente, el agua potable es fundamental para el bienestar humano. El Instituto ecuatoriano de normalización (INEN, 2020) la define como, “el agua cuyas características

físicas, químicas, microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano” (p.1). La falta de este recurso puede generar problemas en la salud de la población y afectar negativamente su calidad de vida.

2.3. Método de zonas de presión

El método de zonas de presión constituye una estrategia fundamental en el diseño de redes de distribución de agua potable, ya que permite dividir el área de estudio en distintas zonas hidráulicas, cada una con un rango de presiones que garantiza el funcionamiento adecuado del sistema y la seguridad de las instalaciones. Esta segmentación se basa principalmente en criterios topográficos, de demanda y de operación, y tiene como propósito principal asegurar que las presiones se mantengan dentro de los valores establecidos por la normativa vigente (por ejemplo, entre 15 y 60 m.c.a., según la NTE INEN 1108 en Ecuador), evitando tanto presiones excesivas como insuficientes.

La implementación de este método facilita el trazado eficiente de la red principal, la cual debe recorrer las divisiones entre zonas de presión. En los puntos de intersección entre dichas zonas, se prevé la instalación de mecanismos de control hidráulico, tales como válvulas reductoras de presión (VRP), que regulan la presión y permiten la operación independiente de cada sector. Es importante destacar que los ramales secundarios deben diseñarse de tal manera que permanezcan completamente dentro de una única zona de presión, evitando el cruce entre zonas, con el fin de garantizar un comportamiento hidráulico uniforme y predecible.

El análisis y delimitación adecuada de las zonas de presión permite optimizar la ubicación y cantidad de dispositivos de control, reduciendo los costos de operación y mantenimiento, y mejorando la eficiencia del sistema. Además, esta metodología contribuye a

una mejor gestión de la red, facilitando el monitoreo, la sectorización y el manejo de emergencias o mantenimientos programados.

2.4. Red de distribución de agua potable

Las redes de distribución están conformadas por un sistema de tuberías, accesorios, válvulas y estructuras que transportan el agua desde los depósitos de regulación hasta los puntos de consumo, como tomas domiciliarias o hidrantes públicos, según la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2019). Su objetivo es proveer agua a la población para uso en el hogar, en el sector público, comercial e industrial. El propósito principal de esta tesis es elaborar esta sección del sistema de suministro de agua potable en la Comunidad de San Carlos.

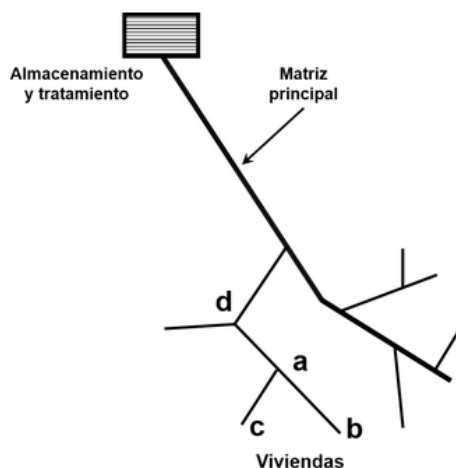
2.4.1. Tipos de redes de distribución

2.4.1.1. Red abierta o ramificada

Este sistema se caracteriza por contar con una tubería principal de la cual se desprenden derivaciones o ramales que abastecen a grupos de usuarios. A partir de estas derivaciones se conforman las redes secundarias de distribución, como se puede observar en la Figura 1. Una de las principales ventajas de este tipo de configuración es la facilidad para controlar las demandas de agua de la población, ya que es posible identificar con precisión el consumo correspondiente a cada ramal que se origina en la línea principal. Además, los modelos hidráulicos que se desarrollan con este sistema resultan más eficientes, dado que permiten asignar directamente al nodo la demanda específica de la población a la que se suministra. Este tipo de redes es comúnmente empleado en zonas rurales (Olivares Zavaleta, 2022).

Figura 1

Representación de una Red abierta o ramificada.



Elaborado por: (USAID, 2016, p. 34).

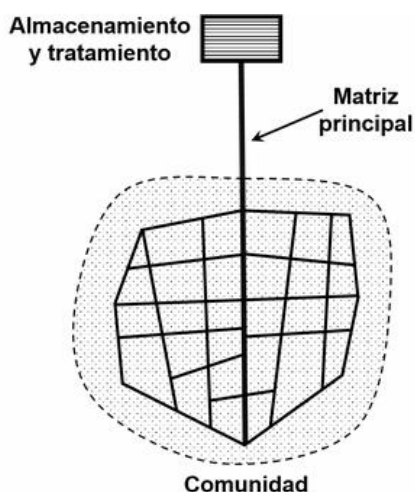
2.4.1.2. Red cerrada o mallada

Las redes de tipo mallado están formadas por conductos que se interceptan en ángulos rectos, creando una especie de entramado que permite que el agua fluya en diversas direcciones, funcionando como un sistema cerrado, como se puede observar en la Figura 2. Esta configuración favorece una distribución equilibrada de la presión, lo que se refleja en un rendimiento más eficiente en términos de continuidad del suministro. Para su análisis hidráulico, es habitual aplicar el método iterativo de Hardy–Cross, el cual se basa en principios de conservación: de masa en los puntos de conexión (nodos) y de energía en los lazos cerrados. Para estimar las pérdidas de carga por fricción, se recomienda el uso de la ecuación de Hazen–Williams. En este tipo de esquemas, es fundamental considerar la redundancia, es decir, planificar ante posibles fallos o interrupciones del servicio causados por roturas o desconexiones, especialmente cuando la red posee más de 10 tramos, además, se recomienda que el perímetro

de las cuadrículas formadas por el trazado de la red se encuentre entre 500 y 2000 metros. Se deben evaluar todas las posibles alternativas de conexión para asegurar la operatividad continua. La elección entre una red mallada o abierta dependerá principalmente del relieve del terreno y de la localización del asentamiento a servir (Olivares Zavaleta, 2022).

Figura 2

Representación de una Red cerrada o mallada.



Elaborado por: (USAID, 2016, p. 34)

2.4.1.3. Red combinada o mixta

Las redes de distribución combinadas o mixtas están conformadas por redes cerradas y abiertas, como se observa en la Figura 3. En las cuales la zona central está conformada por una malla de tuberías de la cual se extiende derivaciones o ramales, con el objetivo de adaptarse a la distribución y necesidades de la zona para garantizar presiones y caudales adecuados que logren satisfacer la demanda de los consumidores (Sánchez Y Mendoza, 2021).

Figura 3

Representación de una Red combinada o mixta.



Fuente: (Sánchez Y Mendoza, 2021)

2.4.2. Vida Útil

La vida útil de una obra es el tiempo en que cumple su función sin costos excesivos de mantenimiento. Depende de la calidad de los materiales, el diseño, la operación y las condiciones ambientales. Generalmente, las estructuras civiles duran más que los equipos electromecánicos, por lo que es importante considerar estos factores al planificar el sistema (CONAGUA, 2019).

2.4.3. Periodo de diseño

El período de diseño es el tiempo en que una obra funciona según los parámetros previstos, como población y demanda. Su duración debe equilibrar costos e inversión, ya que períodos excesivos pueden generar sobredimensionamiento y afectar la viabilidad financiera del proyecto (CONAGUA, 2019).

2.4.4. Población de proyecto

La población proyectada es la estimación del número de habitantes que se anticipa en un área o sector al concluir el período de diseño del sistema de agua potable y alcantarillado. Se trata de una población futura, determinada a partir de diversos factores sociales, culturales y económicos que afectan el crecimiento poblacional en la región durante ese lapso (CONAGUA, 2019).

2.4.5. Proyección poblacional

Las proyecciones poblacionales permiten anticipar la evolución futura del tamaño y la estructura de la población. Estas se basan en la prolongación de tendencias históricas y en hipótesis sobre el comportamiento futuro de variables demográficas clave, como la fecundidad, mortalidad y migración, proporcionando una herramienta esencial para la planificación a mediano y largo plazo. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2024).

2.4.6. Velocidades de diseño

Las velocidades de diseño se refieren a las permisibles establecidas por las características del conducto que transporta el líquido, las cuales presentan un mínimo y un máximo para evitar precipitación de partículas y erosión en la tubería, respectivamente (CONAGUA, 2019).

2.4.7. Pérdida de carga

La pérdida de carga se puede definir como la pérdida de energía que experimenta un fluido al viajar dentro de una tubería, la cual se debe a la fricción que experimenta con las paredes del conducto, para su cálculo se usa la fórmula de Hazen William, la cual fue desarrollada en 1905, y desde entonces ha sido un método muy empleado, puesto que se trata de un simple calculo que depende de un coeficiente C ya establecido. Sin embargo, su uso se limita al agua, con una temperatura de entre 5 °C y 25 °C como fluido circundante (Yepes, 2022).

2.4.8. Caudales de diseño

Los caudales de diseño son aquellos que satisfacen la demandad de consumo de la zona a intervenir, estos se estableces conociendo el número de habitantes de la zona y el consumo de cada uno de ellos, lo que permite estableces los siguientes caudales.

2.4.8.1. Caudal Medio Diario (Q)

Se calcula como el consumo promedio diario de agua por habitante. Este valor representa la cantidad de agua necesaria para cubrir las necesidades básicas de la población en condiciones normales. (Secretaría Nacional del Agua [SENAGUA], 1992).

2.4.8.2. Caudal Máximo Diario (QMD)

Se refiere al consumo máximo de agua que podría ocurrir en un día pico. Generalmente, este valor es mayor al caudal medio diario, ya que considera las variaciones en el uso del agua, como en festividades o durante el verano (SENAGUA, 1992).

2.4.8.3. Caudal Máximo Horario (QMH)

Este parámetro estima el consumo máximo de agua en la hora de mayor demanda durante el día. Es importante dimensionar adecuadamente las redes de distribución de agua y asegurar que puedan soportar los picos de consumo sin fallas en el suministro (SENAGUA, 1992).

2.4.9. Programa EPANET

En el modelamiento y análisis de las condiciones hidráulicas de la red se usará el programa EPANET, el cual es “una aplicación de software fácil de usar para modelar el comportamiento hidráulico y de calidad del agua de los sistemas de distribución” Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2020). Este software permite obtener resultados en un tiempo eficiente y garantizar el cumplimiento de las condiciones hidráulicas establecidas en el diseño. Su metodología de cálculo facilita la determinación de los diámetros óptimos y otros componentes del sistema, contribuyendo a mejorar la eficiencia operativa y reducir costos en la implementación del proyecto. Es importante mencionar que este programa usa la fórmula de Hazen Williams para el cálculo de las pérdidas por fricción en cada una de las tuberías de la red diseñada.

2.4.10. Presiones de servicio

La presión de servicio en un sistema de distribución de agua potable debe ser cuidadosamente diseñada para garantizar que el caudal llegue de forma continua y suficiente a todos los puntos de consumo, incluyendo aquellos ubicados en los pisos superiores de edificaciones residenciales, comerciales o industriales. Esta presión debe ser capaz de superar las pérdidas de carga ocasionadas por la fricción en las tuberías, accesorios, válvulas y otros

elementos del sistema. Sin embargo, también es fundamental que no sea excesiva, ya que una presión demasiado alta puede ocasionar daños en los componentes hidráulicos, tales como griferías, medidores, tuberías domiciliarias y dispositivos de almacenamiento. Además, presiones elevadas pueden aumentar el riesgo de fugas, roturas y pérdidas de agua, afectando la eficiencia y sostenibilidad del sistema.

2.4.11. Válvulas

Una válvula es un dispositivo mecánico diseñado para controlar el flujo dentro de un sistema hidráulico o de conducción. Su función principal consiste en iniciar, interrumpir o regular la circulación del fluido mediante elementos móviles que permiten abrir o cerrar parcial o totalmente el paso. Las válvulas pueden operar de forma manual, automática o semiautomática, y su selección depende de variables como el tipo de fluido, presión de operación, caudal y condiciones del sistema. Es fundamental comprender que las válvulas forman parte integral de una instalación hidráulica, en conjunto con tuberías, accesorios de unión, bombas y otros componentes, cumpliendo un rol esencial en la seguridad, eficiencia y operatividad del sistema. Su correcta elección, ubicación y mantenimiento impactan directamente en el desempeño general de la red de distribución (Borrás, 2020).

2.4.12. Válvula reductora de presión

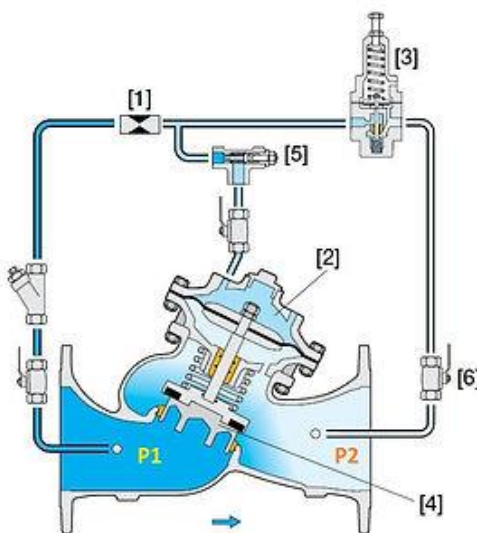
La válvula reductora de presión, también conocida como válvula reguladora de presión, es un tipo de válvula de control hidráulico cuya función principal es disminuir la presión elevada existente en el tramo aguas arriba a un valor constante y menor en el tramo aguas abajo. Esta regulación se mantiene independientemente de las fluctuaciones de presión en la entrada o de las

variaciones en el caudal o la demanda del sistema. Su funcionamiento se basa en un mecanismo de control automático que ajusta la apertura del obturador en función de la presión detectada aguas abajo, garantizando así una presión de servicio estable y segura para los componentes de la red. Este tipo de válvulas es especialmente útil en redes de distribución de agua potable que abarcan zonas con diferencias topográficas significativas o cuando se requiere proteger elementos sensibles del sistema frente a presiones excesivas (Ingeniería de Fluidos, 2022).

Una válvula reductora de presión se compone de varios elementos, los cuales se muestran en la Figura 4.

Figura 4

Elementos de una válvula reductora de presión.



Fuente: (Ingeniería de Fluidos, 2022).

Descripción de los elementos

[1]: Restrictor (orificio calibrado o válvula de aguja en entrada): Elemento diseñado para limitar el caudal que ingresa en la cámara superior de control. Su función principal es generar una pérdida de carga que facilite el movimiento del obturador (o disco) al momento de la

apertura, permitiendo así una respuesta controlada y progresiva de la válvula ante los cambios en la demanda o presión.

[2] Cámara de control (cámara superior): Compartimiento superior de la válvula que actúa sobre un diafragma o pistón conectado al obturador. Al variar la presión dentro de esta cámara, se genera una fuerza que abre o cierra la válvula principal. El funcionamiento de esta cámara es esencial para el control automático de la válvula, ya que regula su posición en función de las condiciones de operación del sistema.

[3] Piloto de control de presión: Es una válvula auxiliar que comanda la operación de la válvula principal. Está calibrada para mantener una presión constante aguas abajo, abriendo o cerrando el paso hacia la cámara de control según las variaciones de presión detectadas. Funciona como un sensor y actuador a pequeña escala que regula la presión en la cámara superior.

[4] Obturador y asiento (disco y asiento): Constituyen el mecanismo interno de cierre de la válvula. El obturador, normalmente unido a un eje o diafragma, se desplaza para abrir o cerrar el paso del fluido al presionar o liberar el asiento. Esta acción regula directamente el caudal a través de la válvula y, por tanto, la presión aguas abajo.

[5] Válvula de aguja (regulador de velocidad de cierre): Es un dispositivo ajustable que controla la velocidad con la que el agua entra o sale de la cámara superior, permitiendo ajustar el tiempo de respuesta (cierre o apertura) de la válvula principal. Aunque restringe el flujo en una dirección, permite el libre paso en sentido contrario mediante un sistema de retención, garantizando un cierre lento y una apertura rápida o viceversa, según se requiera.

[6] Válvula de seccionamiento manual aguas abajo: Es una válvula instalada después de la válvula principal, utilizada para controlar manualmente el cierre del sistema. Al cerrarse,

provoca un aumento de presión aguas abajo, lo que es detectado por el piloto, que a su vez induce el cierre de la válvula principal. También permite aislar el sistema para fines de mantenimiento o reparación.

Distribución: La distribución de las válvulas reductoras de presión dentro de una red de agua potable se realiza en función del diseño por zonas de presión. Estas zonas se definen con base en criterios topográficos y operativos, utilizando curvas de nivel que delimitan áreas con rangos de presión similares. Las válvulas reductoras se ubican estratégicamente en los puntos de intersección entre la tubería de la red principal y las líneas divisorias entre zonas de presión, lo que permite regular adecuadamente la presión de servicio en cada sector. Esta metodología permite optimizar el número de válvulas necesarias, garantizando un control eficiente de las presiones, reduciendo el riesgo de sobrepresiones y mejorando el desempeño hidráulico general del sistema.

2.4.13. Válvula de compuerta

Las válvulas de compuerta pueden ser usadas para todo tipo de aplicaciones ya sea en sistemas exteriores o subterráneas, en este segundo caso es importante seleccionar el tipo de válvula correcta, su funcionamiento es completamente abierto o cerrado, no deben ser usadas para control de flujo o presiones, su función es aislar sectores de la tubería de manera que permite cerrarlos sin afectar el sistema en su totalidad, con el objetivo de dar mantenimiento o realizar reparaciones en el tramo aislado sin afectar el funcionamiento del sistema en su totalidad, su funcionamiento consiste en elevar una compuerta para evitar el paso del agua a través de la misma (AVK Válvulas, n.d.).

CAPTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Delimitación

La zona a intervenir se encuentra en el barrio San Carlos ubicado en la parroquia El Valle al sur de la ciudad de Cuenca en las coordenadas $2^{\circ}56'16''$ S y $78^{\circ}58'40''$ W en formato DMS (grados, minutos y segundos). La zona cuenta con un buen nivel de accesibilidad, ya que posee conexión mediante la vía principal “Camino a San Miguel”, complementadas por una red de vías secundarias que permiten acceder al sector, la delimitación de la zona se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Esquema de la comunidad de San Carlos en El Valle.



Nota. La figura muestra la comunidad de San Carlos delimitada por el polígono rojo.

Elaborado por: Los Autores.

3.2. Clima

De acuerdo con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la Parroquia El Valle, el clima de la zona se define como Ecuatorial Mesotérmico Semi-húmedo,

caracterizado por una precipitación anual de aproximadamente 900 mm, con épocas lluviosas marcadas de febrero a mayo y de octubre a noviembre. La temperatura promedio anual oscila entre 12°C y 20°C, registrándose una máxima de 30°C y una mínima de 6°C, mientras que la humedad relativa se sitúa entre el 65% y el 85%, configurando un ambiente con precipitaciones variables y temperaturas moderadas con alta humedad (Carrión et al., 2020).

3.3. Estudio del estado del arte

Se llevó a cabo una investigación exhaustiva sobre parámetros y requisitos básicos para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en áreas rurales. Esta revisión se basó en la Norma CO 10.7 - 602 y otras referencias técnicas pertinentes, con el fin de establecer lineamientos adecuados para el proyecto.

3.4. Diagnóstico de la Red Actual

Se analizó la situación actual del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de San Carlos, identificando problemas como roturas, diámetros insuficientes y falta de cobertura. Para ello, se recopilaron datos mediante inspecciones de campo, encuestas a la comunidad, mediciones y planos existentes. Las encuestas fueron permitieron obtener información sobre el número de personas por vivienda, el tipo de tenencia (propia o arrendada) y si las viviendas cuentan o no con acceso al servicio de agua potable. La ficha de levantamiento utilizada se incluye en el Anexo 5

3.5. Levantamiento y Procesamiento de Información Topográfica

El estudio topográfico se realizó mediante el uso de estación total, lo que permitió obtener coordenadas de varios puntos a lo largo de las carreteras por las que pasara la red a diseñar, ver Anexo1.

Con las coordenadas obtenidas y el uso del software Civil 3D fue posible establecer las curvas de nivel que presenta el polígono de diseño, lo que permite conocer la pendiente de zona y sus cambios de nivel, ver Figura 9.

3.6. Método de las zonas de presión

Para el método se estableció la cota inicial, es decir el empalme de la red, la presión inicial, en el empalme y en los puntos donde se coloque un elemento reductor de presión, y la presión máxima permitida en el diseño, con lo que se determinó las cotas de división de las zonas mediante la siguiente ecuación.

$$Cd = Ci + Pi - Pmax$$

Donde:

Cd = Cota divisoria

Ci = Cota inicial (Empalme o división anterior)

Pi = Presión inicial (Empalme o por elemento reductor de presión)

$Pmax$ = Presión máxima de diseño

Este cálculo se realizó, hasta que la cota divisoria sea inferior a la cota mínima de la topografía del terreno, y las divisiones se realizaron hasta la cota anterior.

Posteriormente se realizó el trazado de la tubería principal de la red, la cual atraviesa las líneas divisorias, y finalmente se trazó los ramales de la red procurando que se encuentren dentro de las líneas divisorias, es decir que no ocupen dos o más zonas de presión.

3.7. Parámetros de Diseño

3.7.1. Proyección Poblacional

La proyección poblacional fue realizada mediante un análisis utilizando los métodos aritmético y geométrico, los cuales se aplicaron debido a su adecuación para contextos rurales o de crecimiento moderado, como el caso de la comunidad de San Carlos. El método aritmético permite estimar el crecimiento a partir de un incremento poblacional constante en el tiempo, mientras que el método geométrico considera un crecimiento porcentual continuo. Ambos métodos son recomendados en estudios preliminares cuando se cuenta con información limitada y se desea obtener un rango comparativo de posibles escenarios poblacionales. La comparación entre ambos resultados permite adoptar una proyección más representativa y conservadora para el diseño del sistema de distribución de agua potable, garantizando su capacidad durante todo el horizonte de diseño.

3.7.1.1.Método Aritmético

Este método asume un crecimiento lineal de la población, donde la población futura se incrementa de manera constante en cada periodo de tiempo. Se calcula la diferencia entre la población actual y la población en el pasado, y se distribuye de forma uniforme para proyectar los años futuros.

$$Pf = Po * (1 + n * r)$$

- Pf = población en el tiempo t
- Po = población inicial en un tiempo t_0
- n = período de diseño = número de años $\rightarrow (t-t_0)$
- r = tasa de crecimiento anual aritmético (constante)

3.7.1.2. Método Geométrico

Este método considera que la población crece a una tasa constante, proporcional a la población existente. Este método es útil cuando se espera un crecimiento sostenido que varía de acuerdo con el tamaño de la población. La tasa de crecimiento se determina a partir de los censos históricos y se aplica a la población actual para proyectar la futura.

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

- Pf = población en el tiempo t
- Po = población inicial en un tiempo t_0
- n = período de diseño = número de años $\rightarrow (t-t_0)$
- r = tasa de crecimiento anual aritmético (constante)

3.7.2. Población Futura

Para el estudio de la población se decidió emplear el método aritmético de proyección poblacional, ya que permite estimar un incremento constante de habitantes en el tiempo, en términos absolutos. Esta elección se debe a que los datos históricos de crecimiento poblacional de la zona del Valle muestran una tendencia lineal, lo que hace que el método sea adecuado para la obtención de resultados consistentes y acordes con la realidad local.

La población actual es de 309 habitantes, el análisis poblacional deberá realizarse con una proyección para el año 2050, es decir se considera un periodo de diseño de 25 años según lo establecido para redes de distribución de agua potable en la normativa de diseño de ETAPA EP, como resultado de la proyección se estima una población de 551 habitantes para el año 2050, Ver Anexo 2.

3.7.3. Caudales de diseño

3.7.3.1. Caudal Medio Diario (Q):

El Caudal Medio Diario se calcula mediante la siguiente formula:

$$Qmd = \frac{P * D}{86400}$$

- Qmd = caudal medio diario
- P = población futura
- D = dotación

Para el cálculo del caudal medio diario se consideró una población de 551 habitantes y una dotación de 150 L/hab/día, según lo establecido por los criterios de diseño de ETAPA EP para zonas rurales, como se muestra en la Tabla 1, el caudal obtenido fue de 0,536 L/s.

Tabla 1

Dotaciones netas y brutas para las zonas urbana consolidada, centros parroquiales y rurales

ZONA DE SERVICIO	DOTACIÓN NETA L/hab-día	% DE PÉRDIDAS	DOTACIÓN BRUTA L/hab-día
URBANO CONSOLIDADO	247,5	25	330

CENTROS PARROQUIALES (*)	150	25	200
RURAL (*)	113	25	150

Nota. (*) Se aplica desde el año 2005.

3.7.3.2. Caudal Máximo Diario (QMD):

El Caudal Máximo Diario se calcula mediante la siguiente formula:

$$QMD = Qm * K_{MD}$$

- QMD = caudal máximo diario
- Qm = caudal medio diario
- K_{MD} = Coeficiente de variación de consumo máximo diario, se adopta 1,3.

Para el cálculo del caudal máximo diario se adopta un valor para K_{MD} de 1,3 según las especificaciones de diseño de ETAPA EP, con lo cual se obtiene un caudal de 0.697 L/s

3.7.3.3. Caudal Máximo Horario (QMH):

El Caudal Máximo Horario se calcula mediante la siguiente formula:

$$QMH = K_2 * Qmd$$

- QMH = caudal máximo horario
- Qmd = caudal medio diario
- $K_2 = K_{MH} * K_{MD}$
- K_{MH} = Coeficiente de variación de consumo máximo horario, se adopta 1,4.

Para el cálculo del caudal máximo horario se adopta un valor para K_{MH} de 1.4 según las especificaciones de diseño de ETAPA EP, con lo cual se obtiene un valor para K_2 de 1,82 y un caudal de 0,976 L/s.

3.7.4. Presiones

La presión estática máxima permitidas en redes de distribución, será de 50 m.c.a y presiones dinámicas mínimas de 15 m.c.a.

Se permiten presiones de hasta 60 m.c.a. si su área no supera el 10% del área de la zona de presión y de 70 m.c.a. si no se supera el 5%. Esto bajo los criterios y parámetros de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado de ETAPA EP.

3.7.5. Velocidades de diseño

La empresa Etapa EP establece una velocidad máxima de diseño, para condiciones de agua tratada, de 3 m/s y una mínima de 0.3 m/s. Como se muestra en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2

Velocidades máximas admisibles

COMPONENTE	VALOR LÍMITE PROPUESTO (m/s)
Conducción agua cruda	4
Conducción agua tratada	4
Red de distribución	3

Fuente: (ETAPA EP, 2003).

Tabla 3

Velocidades mínimas admisibles

COMPONENTE	VALOR LÍMITE PROPUESTO (m/s)
Conducción agua cruda	0,6
Conducción agua tratada	0,3

Red de distribución
0,3^(*)

Nota. (*) Valor variable en función de los diámetros mínimos adoptados y el tamaño de malla de la red de distribución. Fuente:(ETAPA EP, 2003a).

3.7.6. Diámetros mínimos

La normativa de ETAPA EP sugiere un diámetro mínimo de 50 mm para redes de distribución en zonas rurales (ETAPA EP, 2003b).; sin embargo, la normativa INEN 05 permite el uso de tuberías de hasta 19mm (3/4”) de diámetro nominal (CPE INEN 5, 1992), para el diseño se consideró el usos de 32mm de diámetro nominal como mínimo, esto con el objetivo de poder ejecutar acciones de mantenimiento en la tubería después de su construcción, puesto que diámetros demasiado pequeños podrían dificultar esta acción

3.7.7. Selección de material de tuberías y accesorios

En redes de distribución, la normativa de ETAPA EP recomienda usar tubería de PVC para diámetros de hasta 250mm y de hierro dúctil a partir de 300mm (ETAPA EP, 2003b).

Según los parámetros de diseño establecidos por la empresa ETAPA EP, se recomienda el uso de accesorios en acero laminado con uniones mecánicas para resolver situaciones en las que se presenten ángulos horizontales o verticales no estandarizados, permitiendo su fabricación local a partir de la misma tubería y adaptándose a los ángulos y diámetros requeridos en cada caso. Esta alternativa contribuye a reducir la utilización de accesorios estandarizados en un mismo empalme. Para las tuberías de PVC, se sugiere el uso de accesorios de hierro fundido. Además, en zonas con suelos agresivos, se recomienda aplicar un recubrimiento tanto interno como externo a los accesorios, con el fin de prevenir su deterioro. En lo que respecta a las

cámaras de válvulas ubicadas en las reservas y estaciones de bombeo, se establece el uso de accesorios de hierro dúctil con extremos bridados, complementados por tramos cortos de tubería fabricados en acero laminado con bridas de acero (ETAPA EP, 2003b).

3.7.8. Pérdidas de carga

Para el cálculo de pérdida de carga se usa la fórmula de Hazen William:

$$J = 10,643 * Q^{1,85} * C^{-1,85} * D^{-4,87}$$

- J = Pérdidas de carga unitaria m/m
- C = Coeficiente de Hazen William
- Q = Caudal en m³/s
- D = Diámetro en m.

Los valores del coeficiente C se presenta en Tabla 4.

Tabla 4

Valores del coeficiente C de Hazen William

TIPO DE TUBERIA	EDAD DE LA TUBERIA		VALOR ADOPTADO	OBSERVACIONES
	NUEVA	USADA		
HIERRO DUCTIL	140	135	130	Se toma este valor con un criterio conservador
PVC	150	125	130(*)	Se toma este valor con un criterio conservador
ACERO SOLDADO	120	90	110	Se toma este valor con un criterio conservador
ACERO CON REVESTIMINETO	140	135	130	

Nota. (*) En redes de distribución se recomienda tomar un valor de C = 120. Fuente: (ETAPA EP, 2003a).

3.8. Diseño de la Nueva Red

Con base en los análisis previos, se realizó al rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable. Se optimizaron los diámetros de tuberías, el trazado y los materiales para mejorar la eficiencia y garantizar la cobertura total de la comunidad. El software Civil 3D se empleó para el trazado y elaboración de planos, mientras que Epanet 2.2, permitió el análisis y la validación hidráulica.

3.8.1. Trazado de la red

Para este trabajo se trazaron dos redes, la primera se realizó desde un enfoque constructivo, siguiendo las carreteras existentes en la zona de intervención y la segunda se hizo con un enfoque analítico, en este caso se buscó mejorar las condiciones hidráulicas de la red mediante la creación de una red mallada, la cual atraviesa varios predios, por lo que su ejecución presentaría dificultades debidas a la necesidad de realizar varias servidumbres de paso; el objetivo de estos dos trazados es establecer una comparación de eficiencia mediante los resultados obtenidos en el modelamiento hidráulico mediante Epanet 2.2.

3.8.1.1. Primer trazado de la red

El trazado se realizó siguiendo las vías existentes, tomado en cuenta los criterios planteados del EMAAP-Q (2009), que recomienda ubicar el sistema de distribución de agua potable al Norte y Este de la red de alcantarillado, para el primer caso se realizó una red abierta la cual se puede observar en la Figura 10.

3.8.1.2. Segundo trazado de la red

El segundo trazado se realizó a partir del primero, pero en este caso se busca crear una red mallada, con el objetivo de mejorar las condiciones del comportamiento hidráulico del agua, como presiones y velocidades, dentro del sistema, el resultado de este trazado se observa en la Figura 11.

3.8.2. Áreas de aporte

El cálculo de las áreas de aporte de cada nodo se determinó con la ayuda del software Civil 3D para lo cual se trazaron mediatrices a treves e cada tramo de tubería, considerando la topografía del terreno y la distribución de los predios, las áreas de aporte para el primer trazado se muestran en la Figura 12 y para el segundo trazado en la Figura 13.

3.9. Modelación Hidráulica de la Red

Para determinar las condiciones hidráulicas dentro de la red se empleará el software Epanet 2.2, para lo cual se exportó el trazado previamente establecido en el programa Civil 3D, con el uso de una aplicación denominada “EpaCAD”, la cual permite trasladar el trazado desde Civil 3D hacia Epanet 2.2, el primer trazado se presenta en la Figura 14, y el segundo trazado en la Figura 15.

Para establecer los diámetros de tuberías, inicialmente se colocó válvulas reductoras de presión en los puntos de corte con los límites de las zonas de presión, posteriormente se asignaron dimensiones iniciales a las tuberías, además de su respectivo coeficiente de rugosidad, y se ejecutó el análisis de las condiciones hidráulicas, mediante lo cual se pudo observar los resultados, correspondientes a las velocidades en las tuberías y presiones en cada nodo de la red,

finalmente se modificaron las dimensiones de las tuberías hasta obtener resultados favorables con respecto a las condiciones de diseño.

3.10. Comparación y Validación de Resultados

Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores establecidos en la normativa de ETAPA EP para verificar que el diseño cumpla con los requisitos técnicos y operacionales. Esto permitió garantizar que el sistema sea funcional y sostenible a largo plazo.

Con esta metodología, se busca garantizar un diseño eficiente y viable que permita mejorar el abastecimiento de agua potable en la comunidad de San Carlos, contribuyendo a la calidad de vida de sus habitantes.

3.11. Análisis Económico

Se elaboró un presupuesto detallado que contempla los costos de materiales, mano de obra y equipos. Para ello, se utilizó el método de Análisis de Precios Unitarios (APU), asegurando la viabilidad económica del proyecto.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4. Datos de diseño

4.1. Análisis de la red actual

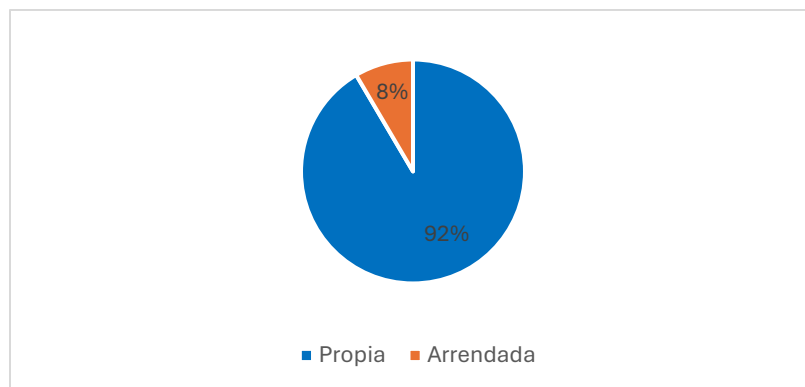
Las mediciones realizadas con manómetro registraron presiones sumamente altas en algunas zonas de la red, entre 80 y 105 m.c.a, lo que provoca fugas recurrentemente, representando un riesgo para las tuberías y la eficiencia del servicio. Por otro lado, existen puntos en los que a pesar de que las presiones pueden considerarse óptimas, algunas viviendas ubicadas en estos puntos comparten el servicio con otras, lo que ocasiona una disminución del caudal durante el uso simultáneo del mismo. Esta situación muestra la necesidad de implementar una nueva red que funcione bajo mejores condiciones. Para observar las mediciones realizadas, ver Anexo 3.

4.2. Diagnóstico de las condiciones de la población actual

4.2.1. Tabulación de encuestas

Figura 6

Tipo de vivienda.

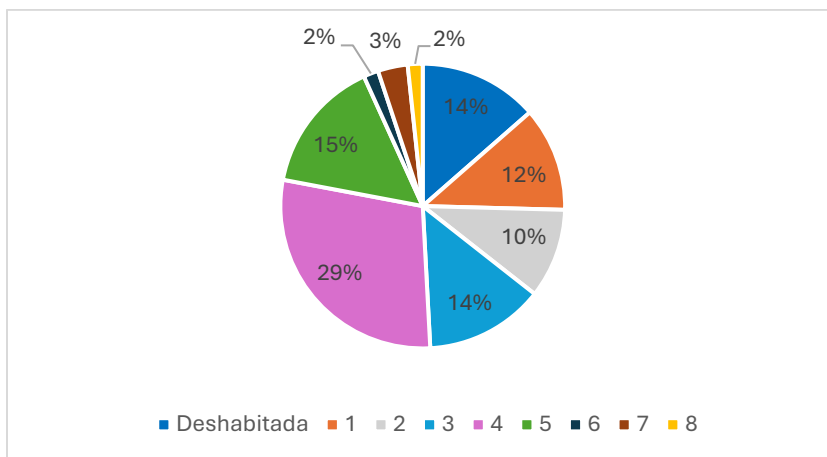


Elaborado por: Los Autores.

Se observa que el 92% de las viviendas son propias y el 8% son arrendadas. El predominio de vivienda propia sugiere mayor estabilidad, aspecto importante para evaluar la disposición a invertir en el servicio de agua potable.

Figura 7

Número de habitantes por vivienda.

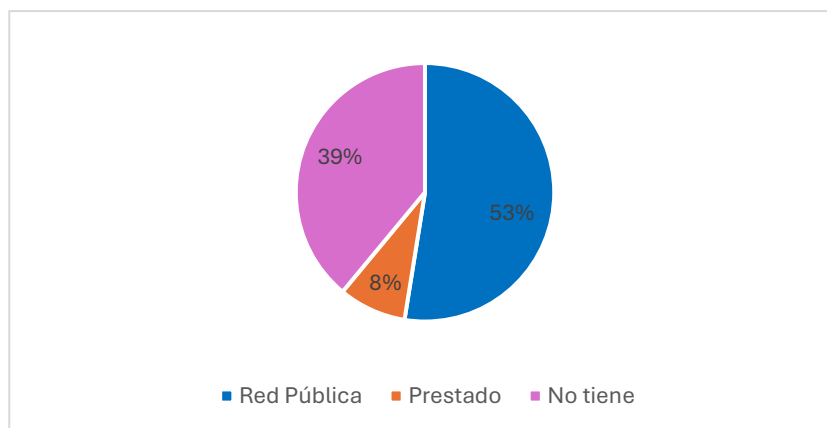


Elaborado por: Los Autores.

La figura muestra que la mayor proporción corresponde a viviendas habitadas por 4 personas con un 29%, seguidas por viviendas con 5 personas con un 15%, 2 y 6 personas con un 14% cada una, y en menores proporciones viviendas habitadas por 1,3,7 y 8 personas. Este patrón sugiere que los hogares son mayormente de un tamaño mediano, dato relevante para planificar la demanda y cobertura del servicio de agua potable en la zona.

Figura 8

Tipo de abastecimiento de agua potable.



Elaborado por: Los Autores.

Se identifica que el 53% de las viviendas se abastece a través de la red pública y representa la principal fuente de suministro. Sin embargo, existe un porcentaje significativo, representado por el 39% de viviendas que no cuentan con ningún tipo de abastecimiento formal. Además, existe un 8% de viviendas que reciben el servicio mediante conexiones compartidas con otras viviendas, es decir, no cuentan con una acometida domiciliaria propia.

4.3. Tasa de crecimiento

4.3.1. Datos censales

Tabla 5

Datos censales de la población en la parroquia El Valle – Cuenca

Año	
Censo	Habitantes
1982	11,869
1990	15,214
2001	18,628
2010	24,178

2022 34,785

Fuente: INEC

4.3.2. Tasa de crecimiento y población

Tabla 6

Tasas de crecimiento y población en la Parroquia El Valle - Cuenca

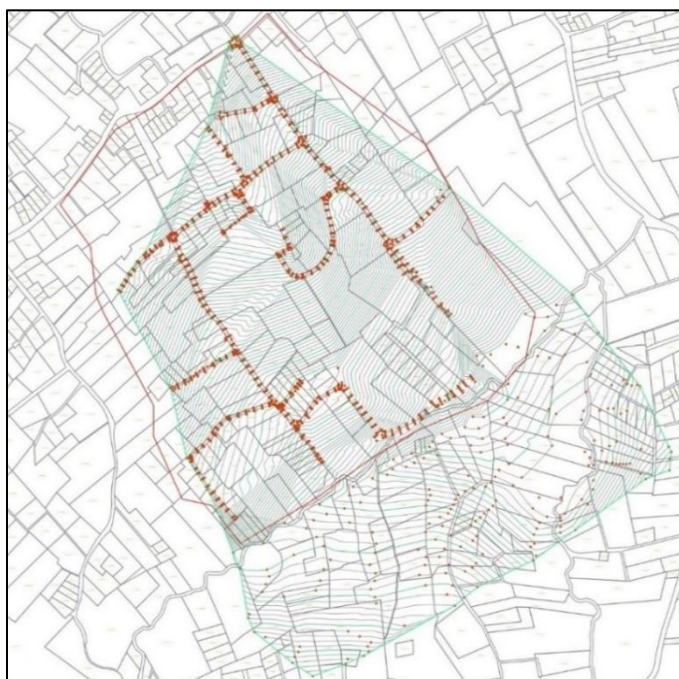
Método	Tasa de Crecimiento	Población (2025)	Población (2050)
Aritmético	3.132%	309	551
Geométrico	3.019%	309	650

Elaborado por: Los autores

4.3.3. Estudio Topográfico

Figura 9

Curvas de nivel correspondientes a la topografía de San Carlos.



Nota. Se tomaron puntos coordenados adicionales mediante Google Earth, en la zona sur del área a intervenir. Elaborado por: Los Autores.

Los puntos adicionales fueron considerados con el objetivo de conocer la topografía de un área de posible ampliación de la red en un futuro.

4.3.3.1. Primer trazado de la red

Figura 10

Trazado de la primera red de distribución con enfoque constructivo.



Nota. El trazado de la red se muestra en color rojo y los nodos establecidos en color verde. Elaborado por: Los Autores.

4.3.3.2. Segundo trazado de la red

Figura 11

Trazado de la segunda red de distribución con enfoque analítico.



Nota. El trazado de la red se muestra en color rojo y los nodos establecidos en color verde. Elaborado por: Los Autores.

4.3.4. Áreas de aporte

Figura 12

Áreas de aporte para cada nodo del primer trazado de la red.

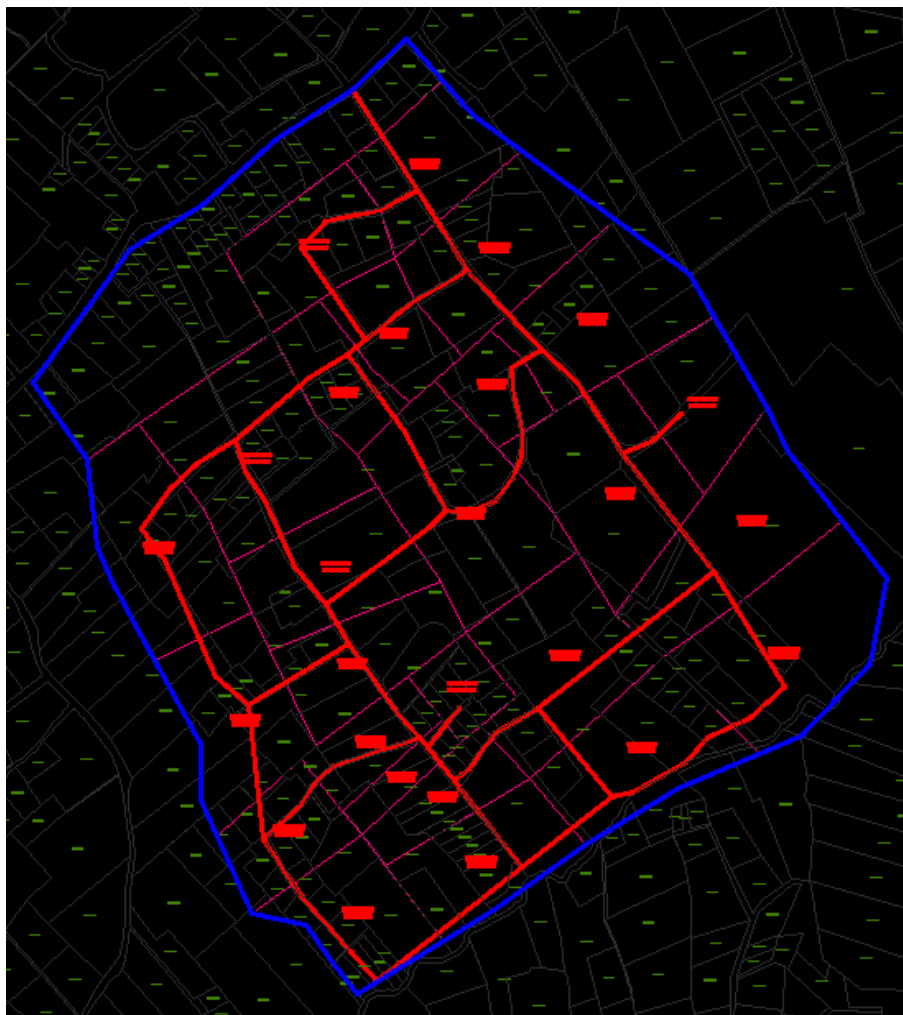


Nota. Las áreas se encuentran delimitadas por las líneas de color morado.

Elaborado por: Los Autores.

Figura 13

Áreas de aporte para cada nodo del segundo trazado de la red.



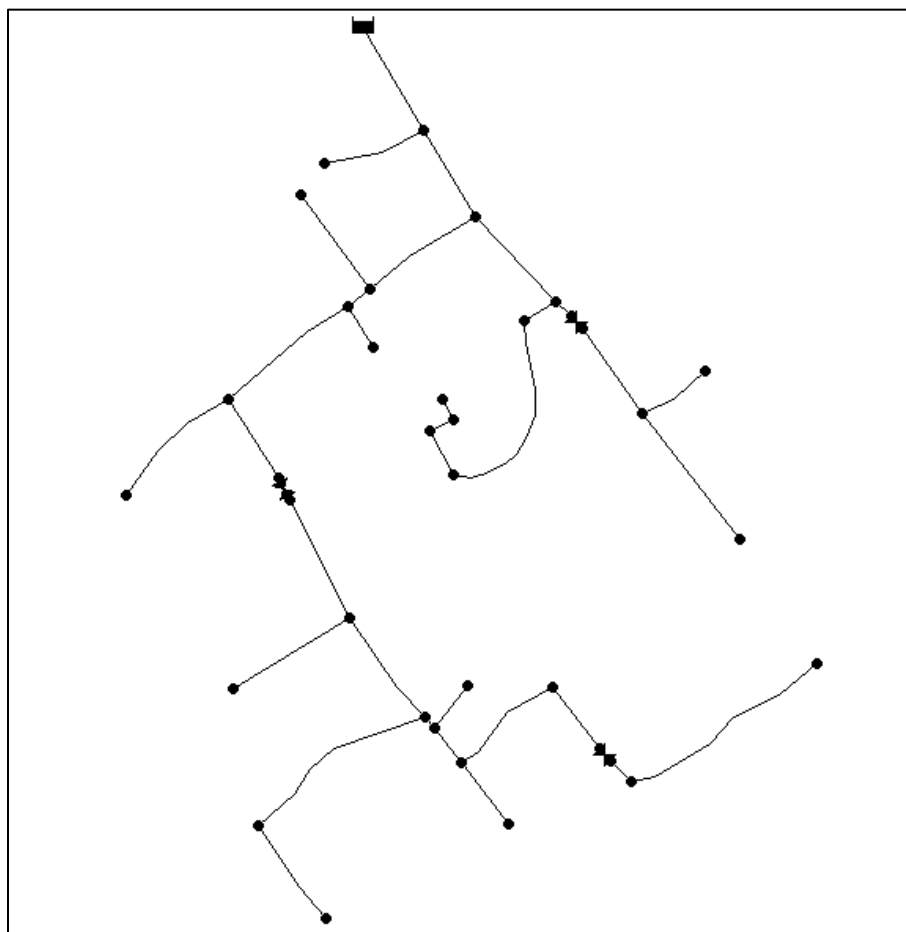
Nota. Las áreas se encuentran delimitadas por las líneas de color morado.

Elaborado por: Los Autores.

4.3.5. Modelamiento de los trazados en Epanet

Figura 14

Primer trazado de la red en Epanet 2.2.

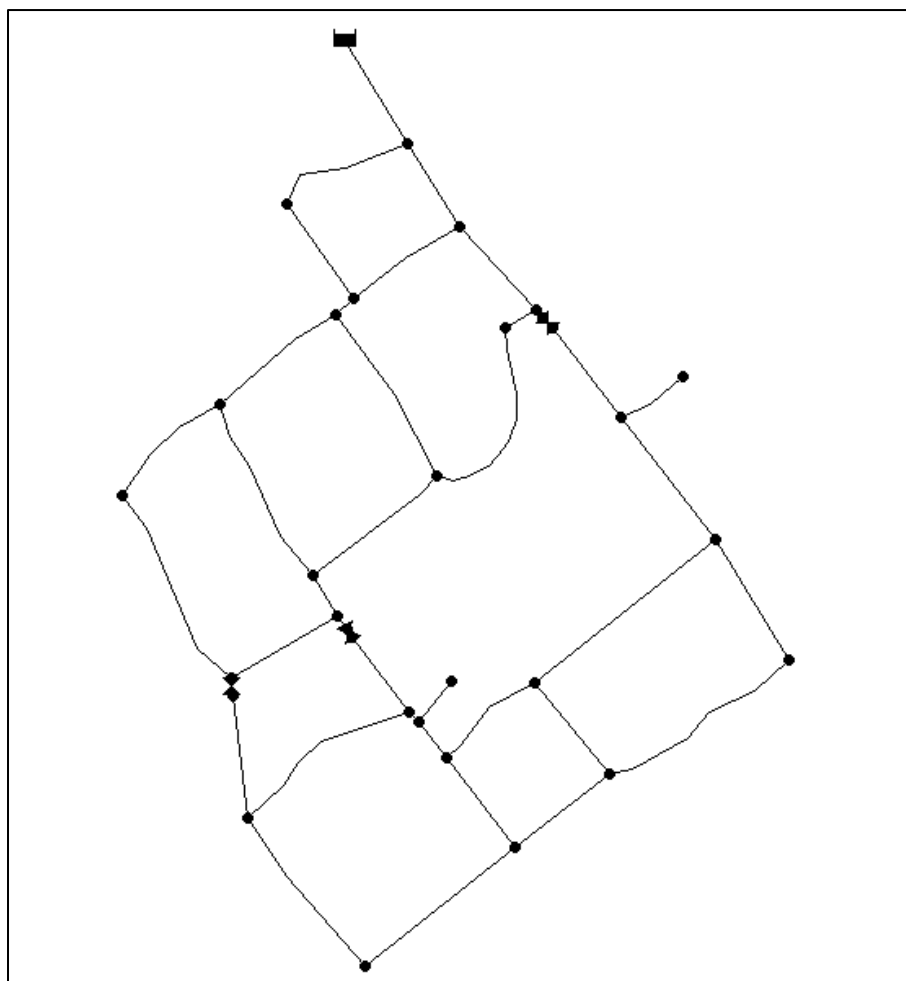


Nota. Se optó por usar un reservorio para simular el empalme con la matriz existente.

Elaborado por: Los Autores.

Figura 15

Segundo trazado de la red en Epanet 2.2.



Nota. Se optó por usar un reservorio para simular el empalme con la matriz existente.

Elaborado por: Los Autores.

4.4. Áreas de aporte

Tabla 7

Áreas de aporte para cada nodo del primer trazado (red abierta)

Nodo	Área de aporte (ha)
N1	0.396
N2	0.916
N3	1.383
N4	0.469
N5	0.859
N6	0.176
N7	0.122
N8	0.304
N9	1.588
N10	1.361
N11	1.419
N12	0.253
N13	0.539
N14	0.867
N15	0.700
N16	0.377
N17	1.090
N18	0.589
N19	1.743
N20	0.984
N21	1.470
N22	1.250
N23	1.527
N24	2.250
N25	0.547
N26	0.629
N27	1.750
N28	0.374
N29	0.253
N30	0.807
TOTAL	26.992

Elaborado por: Los autores

Tabla 8*Áreas de aporte para cada nodo del segundo trazado (red mixta)*

Nodo	Área de aporte (ha)
N1	1.370
N2	1.183
N3	0.539
N4	0.253
N5	0.377
N6	0.700
N7	0.867
N8	0.589
N9	0.987
N10	1.250
N11	1.743
N12	1.469
N13	0.858
N14	1.171
N15	0.935
N16	1.423
N17	1.520
N18	1.729
N19	1.696
N20	1.368
N21	0.468
N22	0.632
N23	0.626
N24	0.545
N25	0.393
N26	1.383
N27	0.918
TOTAL	26.992

Elaborado por: Los autores

4.5. Caudales de diseño**Tabla 9***Caudales de diseño para el primer trazado (red abierta)*

Nodo	Área de aporte	Densidad Actual	Densidad futura	Población actual	Población futura	Dotación Actual Bruta	Dotación Futura Bruta	qmd actual	qmd futuro	QMD actual	QMD futuro	QMH actual	QMH futuro
	Ha	hab/ha	hab/ha	Hab	Hab	L/hab/día	L/hab/día	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
N1	0.396	11.448	20.413	4.533	8.084	150.000	150.000	0.008	0.014	0.010	0.018	0.014	0.026
N2	0.916	11.448	20.413	10.486	18.699	150.000	150.000	0.018	0.032	0.024	0.042	0.033	0.059
N3	1.383	11.448	20.413	15.832	28.232	150.000	150.000	0.027	0.049	0.036	0.064	0.050	0.089
N4	0.469	11.448	20.413	5.369	9.574	150.000	150.000	0.009	0.017	0.012	0.022	0.017	0.030
N5	0.859	11.448	20.413	9.834	17.535	150.000	150.000	0.017	0.030	0.022	0.040	0.031	0.055
N6	0.176	11.448	20.413	2.015	3.593	150.000	150.000	0.003	0.006	0.005	0.008	0.006	0.011
N7	0.122	11.448	20.413	1.397	2.490	150.000	150.000	0.002	0.004	0.003	0.006	0.004	0.008
N8	0.304	11.448	20.413	3.480	6.206	150.000	150.000	0.006	0.011	0.008	0.014	0.011	0.020
N9	1.588	11.448	20.413	18.179	32.417	150.000	150.000	0.032	0.056	0.041	0.073	0.057	0.102
N10	1.361	11.448	20.413	15.581	27.783	150.000	150.000	0.027	0.048	0.035	0.063	0.049	0.088
N11	1.419	11.448	20.413	16.244	28.967	150.000	150.000	0.028	0.050	0.037	0.065	0.051	0.092
N12	0.253	11.448	20.413	2.896	5.165	150.000	150.000	0.005	0.009	0.007	0.012	0.009	0.016
N13	0.539	11.448	20.413	6.170	11.003	150.000	150.000	0.011	0.019	0.014	0.025	0.019	0.035
N14	0.867	11.448	20.413	9.925	17.698	150.000	150.000	0.017	0.031	0.022	0.040	0.031	0.056
N15	0.700	11.448	20.413	8.013	14.289	150.000	150.000	0.014	0.025	0.018	0.032	0.025	0.045
N16	0.377	11.448	20.413	4.316	7.696	150.000	150.000	0.007	0.013	0.010	0.017	0.014	0.024
N17	1.090	11.448	20.413	12.478	22.251	150.000	150.000	0.022	0.039	0.028	0.050	0.039	0.070
N18	0.589	11.448	20.413	6.743	12.024	150.000	150.000	0.012	0.021	0.015	0.027	0.021	0.038
N19	1.743	11.448	20.413	19.954	35.581	150.000	150.000	0.035	0.062	0.045	0.080	0.063	0.112
N20	0.984	11.448	20.413	11.265	20.087	150.000	150.000	0.020	0.035	0.025	0.045	0.036	0.063
N21	1.470	11.448	20.413	16.828	30.008	150.000	150.000	0.029	0.052	0.038	0.068	0.053	0.095
N22	1.250	11.448	20.413	14.310	25.517	150.000	150.000	0.025	0.044	0.032	0.058	0.045	0.081
N23	1.527	11.448	20.413	17.481	31.171	150.000	150.000	0.030	0.054	0.039	0.070	0.055	0.098
N24	2.250	11.448	20.413	25.758	45.930	150.000	150.000	0.045	0.080	0.058	0.104	0.081	0.145
N25	0.547	11.448	20.413	6.262	11.166	150.000	150.000	0.011	0.019	0.014	0.025	0.020	0.035
N26	0.629	11.448	20.413	7.201	12.840	150.000	150.000	0.013	0.022	0.016	0.029	0.023	0.041
N27	1.750	11.448	20.413	20.034	35.724	150.000	150.000	0.035	0.062	0.045	0.081	0.063	0.113
N28	0.374	11.448	20.413	4.281	7.635	150.000	150.000	0.007	0.013	0.010	0.017	0.014	0.024
N29	0.253	11.448	20.413	2.896	5.165	150.000	150.000	0.005	0.009	0.007	0.012	0.009	0.016
N30	0.807	11.448	20.413	9.238	16.474	150.000	150.000	0.016	0.029	0.021	0.037	0.029	0.052

Elaborado por: Los autores

Tabla 10

Caudales de diseño para el segundo trazado (red mixta)

Nodo	Área de aporte	Densidad Actual	Densidad futura	Población actual	Población futura	Dotación Actual Bruta	Dotación Futura Bruta	qmd actual	qmd futuro	QMD actual	QMD futuro	QMH actual	QMH futuro
	Ha	hab/ha	hab/ha	Hab	Hab	l/hab/día	l/hab/día	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
N1	1.370	11.448	20.413	15.684	27.966	150.000	150.000	0.027	0.049	0.035	0.063	0.050	0.088
N2	1.183	11.448	20.413	13.543	24.149	150.000	150.000	0.024	0.042	0.031	0.055	0.043	0.076
N3	0.539	11.448	20.413	6.170	11.003	150.000	150.000	0.011	0.019	0.014	0.025	0.019	0.035
N4	0.253	11.448	20.413	2.896	5.165	150.000	150.000	0.005	0.009	0.007	0.012	0.009	0.016
N5	0.377	11.448	20.413	4.316	7.696	150.000	150.000	0.007	0.013	0.010	0.017	0.014	0.024
N6	0.700	11.448	20.413	8.013	14.289	150.000	150.000	0.014	0.025	0.018	0.032	0.025	0.045
N7	0.867	11.448	20.413	9.925	17.698	150.000	150.000	0.017	0.031	0.022	0.040	0.031	0.056
N8	0.589	11.448	20.413	6.743	12.024	150.000	150.000	0.012	0.021	0.015	0.027	0.021	0.038
N9	0.987	11.448	20.413	11.299	20.148	150.000	150.000	0.020	0.035	0.026	0.045	0.036	0.064
N10	1.250	11.448	20.413	14.310	25.517	150.000	150.000	0.025	0.044	0.032	0.058	0.045	0.081
N11	1.743	11.448	20.413	19.954	35.581	150.000	150.000	0.035	0.062	0.045	0.080	0.063	0.112
N12	1.469	11.448	20.413	16.817	29.987	150.000	150.000	0.029	0.052	0.038	0.068	0.053	0.095
N13	0.858	11.448	20.413	9.822	17.515	150.000	150.000	0.017	0.030	0.022	0.040	0.031	0.055
N14	1.171	11.448	20.413	13.405	23.904	150.000	150.000	0.023	0.042	0.030	0.054	0.042	0.076
N15	0.935	11.448	20.413	10.704	19.087	150.000	150.000	0.019	0.033	0.024	0.043	0.034	0.060
N16	1.423	11.448	20.413	16.290	29.048	150.000	150.000	0.028	0.050	0.037	0.066	0.051	0.092
N17	1.520	11.448	20.413	17.401	31.028	150.000	150.000	0.030	0.054	0.039	0.070	0.055	0.098
N18	1.729	11.448	20.413	19.793	35.295	150.000	150.000	0.034	0.061	0.045	0.080	0.063	0.112
N19	1.696	11.448	20.413	19.416	34.621	150.000	150.000	0.034	0.060	0.044	0.078	0.061	0.109
N20	1.368	11.448	20.413	15.661	27.926	150.000	150.000	0.027	0.048	0.035	0.063	0.049	0.088
N21	0.468	11.448	20.413	5.358	9.553	150.000	150.000	0.009	0.017	0.012	0.022	0.017	0.030
N22	0.632	11.448	20.413	7.235	12.901	150.000	150.000	0.013	0.022	0.016	0.029	0.023	0.041
N23	0.626	11.448	20.413	7.166	12.779	150.000	150.000	0.012	0.022	0.016	0.029	0.023	0.040
N24	0.545	11.448	20.413	6.239	11.125	150.000	150.000	0.011	0.019	0.014	0.025	0.020	0.035

N25	0.393	11.448	20.413	4.499	8.022	150.000	150.000	0.008	0.014	0.010	0.018	0.014	0.025
N26	1.383	11.448	20.413	15.832	28.232	150.000	150.000	0.027	0.049	0.036	0.064	0.050	0.089
N27	0.918	11.448	20.413	10.509	18.740	150.000	150.000	0.018	0.033	0.024	0.042	0.033	0.059

Elaborado por: Los autores

4.6. Análisis del primer trazado mediante Epanet 2.2

4.6.1. Primer análisis

Los resultados de las condiciones hidráulicas dentro de la red fueron obtenidos mediante el modelamiento en Epanet 2.2, para lo cual en el primer trazado (red abierta) se ubicaron las válvulas reductoras de presione en los puntos determinados mediante el método de zonas de presión y se asignaron diámetros a las tuberías, para el primer análisis, tomado en consideración que la densidad poblacional en la zona es baja y que se recomienda un diámetro mínimo de 50mm en las condiciones de diseño de ETAPA EP, se asignó un único valor de diámetro de tuberías, el cual es de 50mm de diámetro nominal con un espesor de pared de 2mm y un diámetro interno de 46mm, los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 11 y 12.

Tabla 11

Presiones en cada nodo del primer análisis

Nodo	Demanda	Cota	Presión
ID	L/s	msnm	m
1	0.03	2645.100	16.27
2	0.06	2635.482	25.89
3	0.09	2627.519	31.25
4	0.03	2610.884	47.57
5	0.06	2593.941	25.95
6	0.01	2630.910	27.51
7	0.01	2627.755	30.66
8	0.02	2626.278	32.14
9	0.10	2603.940	21.27
10	0.09	2610.737	47.73
11	0.09	2587.221	37.32
12	0.02	2589.470	35.27
13	0.03	2590.452	34.32
14	0.06	2593.155	31.58
15	0.05	2599.904	24.84
16	0.02	2589.563	35.18
17	0.07	2619.368	39.05

18	0.04	2586.434	38.23
19	0.11	2558.005	27.94
20	0.06	2577.925	46.74
21	0.09	2575.019	44.85
22	0.08	2570.999	14.99
23	0.10	2593.563	26.33
24	0.15	2632.000	23.47
25	0.04	2649.989	7.24
26	0.04	2638.750	18.48
27	0.11	2612.760	12.42
28	0.02	2638.828	18.11
29	0.02	2636.004	20.93
30	0.05	2637.178	18.29

Elaborado por: Los autores

Tabla 12

Velocidades en cada tubería del primer análisis

	Longitud	Diámetro (Interno)	Velocidad
ID	m	mm	m/s
28-24	112.30	46.00	0.59
9-13	92.51	46.00	0.34
14-15	84.80	46.00	0.03
18-20	57.95	46.00	0.04
18-11	89.95	46.00	0.17
23-21	118.60	46.00	0.06
3-2	75.08	46.00	1.00
1-2	78.00	46.00	0.02
5-13	57.32	46.00	0.03
28-29	35.66	46.00	0.01
30-24	106.00	46.00	0.03
9-27	101.10	46.00	0.07
12-16	40.19	46.00	0.01

13-12	10.60	46.00	0.26
12-18	32.96	46.00	0.23
7-6	17.46	46.00	0.01
8-7	19.18	46.00	0.01
17-8	36.41	46.00	0.02
15-13	152.40	46.00	0.06
22-19	166.10	46.00	0.07
26-28	21.14	46.00	0.61
3-26	95.44	46.00	0.66
26-25	89.30	46.00	0.02
4-17	155.30	46.00	0.07
R-2	95.14	46.00	1.05
3-10	86.79	46.00	0.29
24-V1	95.11	46.00	0.47
V1-9	92.48	46.00	0.47
11-V3	69.03	46.00	0.12
V3-22	22.31	46.00	0.12
10-V2	3.75	46.00	0.15
V2-23	101.75	46.00	0.15
4-10	27.53	46.00	0.08

Nota. Las válvulas en la tabla se encuentran identificadas con la letra “V” y el reservorio con la letra “R”. Elaborado por: Los Autores.

El primer análisis presenta un nodo con presión inferior a la mínima y 25 tuberías con velocidades inferiores a la mínima recomendada

4.6.2. Segundo Análisis

En el segundo análisis varios diámetros de tuberías fueron alterados, con el objetivo de alcanzar las presiones y velocidades adecuadas para un correcto funcionamiento de la red, los resultados obtenidos se puede observar en las Tablas 13 y 14.

Tabla 13*Presiones en cada nodo del segundo análisis*

Nodo	Demanda	Cota	Presión
ID	L/s	msnm	m
1	0.03	2645.100	18.72
2	0.06	2635.482	28.35
3	0.09	2627.519	35.46
4	0.03	2610.884	51.12
5	0.06	2593.941	25.95
6	0.01	2630.910	30.73
7	0.01	2627.755	33.89
8	0.02	2626.278	35.37
9	0.10	2603.940	21.27
10	0.09	2610.737	51.36
11	0.09	2587.221	37.32
12	0.02	2589.470	35.27
13	0.03	2590.452	34.32
14	0.06	2593.155	31.27
15	0.05	2599.904	24.58
16	0.02	2589.563	35.17
17	0.07	2619.368	42.29
18	0.04	2586.434	38.23
19	0.11	2558.005	27.94
20	0.06	2577.925	46.74
21	0.09	2575.019	44.85
22	0.08	2570.999	14.99
23	0.10	2593.563	26.33
24	0.15	2632.000	27.69
25	0.04	2649.989	11.46
26	0.04	2638.750	22.70
27	0.11	2612.760	12.38
28	0.02	2638.828	22.33
29	0.02	2636.004	25.15
30	0.05	2637.178	22.50

Elaborado por: Los autores

Tabla 14*Velocidades en cada tubería del segundo análisis*

	Longitud	Diámetro (Interno)	Velocidad
ID	m	mm	m/s
28-24	112.30	46.00	0.59
9-13	92.51	46.00	0.34
14-15	84.80	28.80	0.09
18-20	57.95	46.00	0.04
18-11	89.95	46.00	0.17
23-21	118.60	46.00	0.06
3-2	75.08	58.00	0.63
1-2	78.00	36.80	0.02
5-13	57.32	46.00	0.03
28-29	35.66	46.00	0.01
30-24	106.00	36.80	0.05
9-27	101.10	36.80	0.11
12-16	40.19	28.80	0.04
13-12	10.60	46.00	0.26
12-18	32.96	46.00	0.23
7-6	17.46	28.80	0.02
8-7	19.18	28.80	0.03
17-8	36.41	28.80	0.06
15-13	152.40	28.80	0.16
22-19	166.10	46.00	0.07
26-28	21.14	46.00	0.61
3-26	95.44	46.00	0.66
26-25	89.30	36.80	0.03
4-17	155.30	28.80	0.17
R-2	95.14	58.00	0.66
3-10	86.79	36.80	0.45
24-V1	95.11	46.00	0.47
V1-9	92.48	46.00	0.47
11-V3	69.03	46.00	0.12
V3-22	22.31	46.00	0.12
10-V2	3.75	46.00	0.15

V2-23	101.75	46.00	0.15
4-10	27.53	28.80	0.21

Nota. Las válvulas en la tabla se encuentran identificadas con la letra “V” y el reservorio con la letra “R”. Elaborado por: Los Autores.

El segundo análisis presenta 24 tuberías con velocidades inferiores a la mínima recomendada.

4.6.3. Tercer Análisis

En el tercer análisis varios diámetros de tuberías fueron alterados, buscando mejorar las velocidades presentes en las tuberías, y mantener las presiones obtenidas en el análisis anterior, los resultados obtenidos se puede observar en las Tablas 15 y 16.

Tabla 15

Presiones en cada nodo del tercer análisis

Nodo	Demanda	Cota	Presión
ID	L/s	msnm	m
1	0.03	2645.100	18.72
2	0.06	2635.482	28.35
3	0.09	2627.519	35.46
4	0.03	2610.884	51.12
5	0.06	2593.941	24.99
6	0.01	2630.910	30.73
7	0.01	2627.755	33.89
8	0.02	2626.278	35.37
9	0.10	2603.940	19.71
10	0.09	2610.737	51.36
11	0.09	2587.221	33.65
12	0.02	2589.470	32.80
13	0.03	2590.452	31.91

14	0.06	2593.155	28.86
15	0.05	2599.904	22.16
16	0.02	2589.563	32.70
17	0.07	2619.368	42.29
18	0.04	2586.434	35.61
19	0.11	2558.005	27.47
20	0.06	2577.925	44.07
21	0.09	2575.019	43.75
22	0.08	2570.999	14.86
23	0.10	2593.563	25.40
24	0.15	2632.000	25.27
25	0.04	2649.989	12.49
26	0.04	2638.750	23.74
27	0.11	2612.760	10.65
28	0.02	2638.828	22.78
29	0.02	2636.004	25.60
30	0.05	2637.178	20.03

Elaborado por: Los autores

Tabla 16

Velocidades en cada tubería del tercer análisis

	Longitud	Diámetro (Interno)	Velocidad
ID	m	mm	m/s
28-24	112.30	36.80	0.92
9-13	92.51	36.80	0.53
14-15	84.80	28.80	0.09
18-20	57.95	28.80	0.10
18-11	89.95	28.80	0.44
23-21	118.60	28.80	0.15
3-2	75.08	58.00	0.63
1-2	78.00	28.80	0.04
5-13	57.32	28.80	0.09
28-29	35.66	36.80	0.02

30-24	106.00	28.80	0.08
9-27	101.10	28.80	0.17
12-16	40.19	28.80	0.04
13-12	10.60	36.80	0.40
12-18	32.96	36.80	0.36
7-6	17.46	28.80	0.02
8-7	19.18	28.80	0.03
17-8	36.41	28.80	0.06
15-13	152.40	28.80	0.16
22-19	166.10	28.80	0.17
26-28	21.14	36.80	0.95
3-26	95.44	58.00	0.41
26-25	89.30	36.80	0.03
4-17	155.30	28.80	0.17
R-2	95.14	58.00	0.66
3-10	86.79	36.80	0.45
24-V1	95.11	36.80	0.73
V1-9	92.48	36.80	0.73
11-V3	69.03	28.80	0.30
V3-22	22.31	28.80	0.30
10-V2	3.75	28.80	0.38
V2-23	101.75	28.80	0.38
4-10	27.53	28.80	0.21

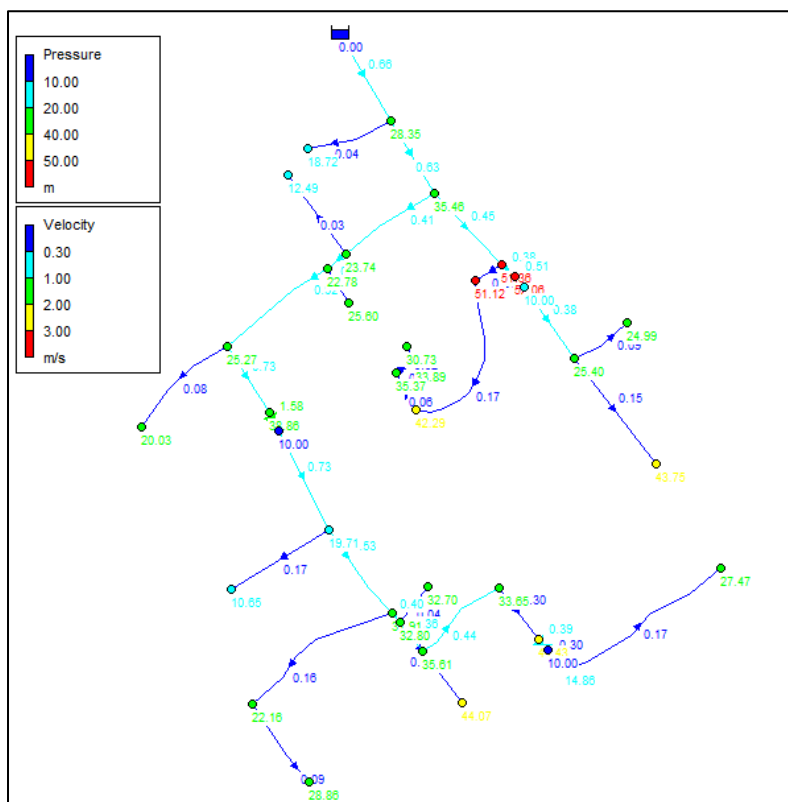
Nota. Las válvulas en la tabla se encuentran identificadas con la letra “V” y el reservorio con la letra “R”. Elaborado por: Los Autores.

El tercer análisis presenta 17 tuberías con velocidades inferiores a la mínima recomendada, esto se debe a la baja demanda existente en la red por la densidad poblacional, se adopta este último análisis para el diseño de la red, debido a que para aumentar las velocidades en la tubería es necesario reducir los diámetros de las mismas, sin embargo esto no es recomendable, ya que dificultaría los procesos de mantenimiento de la red de distribución, en la

Figura 16 se presenta una imagen de los resultados de ese último análisis. Los planos constructivos correspondientes al diseño adoptado se muestran en el Anexo 6.

Figura 16

Resultados hidráulicos del primer trazado (red abierta).



Elaborado por: Los autores

4.7. Análisis del segundo trazado mediante Epanet 2.2

Para el análisis del segundo trazado se siguió el mismo procedimiento que en la red anterior, buscando cumplir con las presiones de servicio adecuadas y las velocidades dentro de la tubería, los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 17 y 18.

Tabla 17*Presiones en cada nodo para el segundo trazado*

Nodo	Demanda	Cota	Presión
ID	L/s	msnm	m
1	0.88	2637.178	23.11
2	0.08	2612.760	47.25
3	0.03	2590.452	22.00
4	0.02	2589.470	22.98
5	0.02	2589.563	22.88
6	0.05	2599.904	12.59
7	0.06	2579.970	32.48
8	0.04	2586.434	26.03
9	0.06	2573.333	39.13
10	0.08	2570.999	41.56
11	0.11	2558.005	54.99
12	0.09	2575.019	38.93
13	0.06	2593.941	25.05
14	0.08	2607.686	52.66
15	0.06	2603.940	56.24
16	0.09	2587.221	25.37
17	0.09	2593.563	25.46
18	0.11	2632.000	28.73
19	0.11	2619.368	41.28
20	0.09	2610.737	49.54
21	0.03	2610.884	49.42
22	0.04	2638.750	22.88
23	0.04	2638.828	22.60
24	0.06	2649.989	12.08
26	0.09	2627.519	34.56
27	0.06	2635.482	27.17

Elaborado por: Los autores

Tabla 18*Velocidades en cada tubería para el segundo trazado*

	Longitud	Diámetro (Interno)	Velocidad
ID	m	mm	m/s
27-28	75.08	58.0	0.51
23-19	147.10	36.8	0.31
7-6	144.90	28.8	0.06
8-9	86.78	28.8	0.01
8-16	89.93	28.8	0.13
26-20	86.79	36.8	0.66
17-12	118.60	28.8	0.83
9-7	146.10	28.8	0.03
18-1	104.70	58.0	0.37
23-18	112.30	58.0	0.46
14-19	121.30	28.8	0.18
21-20	27.53	28.8	0.12
1-2	165.70	28.8	0.14
2-15	93.48	28.8	0.15
4-5	40.19	28.8	0.04
3-4	10.60	28.8	0.00
6-3	152.40	28.8	0.05
10-11	166.10	28.8	0.18
16-10	91.34	28.8	0.06
19-21	155.30	28.8	0.17
26-22	97.77	46.0	0.34
17-13	57.32	28.8	0.08
22-24	89.37	58.0	0.40
23-22	18.85	58.0	0.60
18-14	150.90	28.8	0.18
14-15	36.74	28.8	0.24
4-8	34.22	28.8	0.06
R-27	95.14	58.0	0.96
20-V3	3.76	36.8	0.65
V3-17	101.74	46.0	0.41
15-V2	14.59	28.8	0.00
V2-3	77.82	28.8	0.00

4.8. Análisis comparativo de los trazados de la red

Si bien la red ramificada se adapta mejor a la topografía del terreno y presenta un diseño más sencillo en cuanto a la distribución de los consumidores, la red en malla ofrece un mejor rendimiento general. En particular, garantiza una distribución de la presión más uniforme, mayor fiabilidad en caso de interrupciones y una mayor continuidad de la operación. Sin embargo, debido a la baja demanda y densidad de población en esta zona, las velocidades de ambos sistemas han descendido por debajo de los valores recomendados. Como posible solución a este problema, se podría considerar la instalación de accesorios hidráulicos como purgas o válvulas de aire que mejoren el comportamiento del sistema en condiciones de bajo caudal, así como prever futuras ampliaciones que incrementen el consumo. Esta condición representa un aspecto importante a considerar, ya que velocidades bajas pueden favorecer la sedimentación y el deterioro de la calidad del agua, afectando la eficiencia del sistema a largo plazo.

4.9. Presupuesto referencial

El presupuesto referencial se realizó mediante APUS (Análisis de precios unitarios), ver Anexo 7, el presupuesto obtenido se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19

Presupuesto referencial para obra de distribución de agua potable para el sector San Carlos del El Valle - Cuenca

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		Obras Preliminares				12,410.85
1.1	520024	Replanteo	km	2.44	626.96	1,529.78
1.2	503001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	1,829.73	1.80	3,293.51
1.3	535569	Suministro y colocación de arena	m3	73.19	32.12	2,350.86

1.4	520010	Desbroce destronque y limpieza, a mano (incluye remoción y reposición de estructuras menores)	m2	1,463.79	1.69	2,473.81
1.5	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	1,829.73	1.51	2,762.89
2		Tuberías				3,755.07
2.1	509254	Sum, Tubería PVC E/C 1,25 MPA D= 32 mm	m	1,505.14	1.00	1,505.14
2.2	509210	Sum, Tubería PVC E/C 1,00 MPA D= 40 mm	m	668.85	1.16	775.87
2.3	509204	Sum, Tubería PVC E/C 1,00 MPA D= 63 mm	m	265.66	2.56	680.09
2.4	509001	Colocación Tubería PVC E/C D= 25 a 50 mm	m	2,173.99	0.32	695.68
2.5	509092	Colocación Tubería PVC E/C D= 63 mm	m	265.66	0.37	98.29
3		Accesorios				143.78
3.1	535655	Sum, Reductor PVC E/C D=40 x 32 mm	u	3.00	0.74	2.22
3.2	535161	Sum, Reductor PVC E/C D=63 x 40 mm	u	2.00	1.94	3.88
3.3	535256	Sum, Codo PVC U/E R/L D=63 mm 11,25 grad,	u	1.00	4.31	4.31
3.4	535089	Sum, Codo PVC E/C D=32 mm 45 grad.	u	3.00	0.63	1.89
3.5	535090	Sum, Codo PVC E/C D=32 mm 90 grad.	u	4.00	0.77	3.08
3.6	535961	Sum, Tee PVC E/C D=40 mm	u	2.00	1.79	3.58
3.7	535086	Sum, Tee PVC E/C D=32 mm	u	1.00	0.97	0.97
3.8	535087	Sum, Tee PVC E/C D=63 mm	u	1.00	4.11	4.11
3.9	535540	Sum, Tee PVC E/C D=63 x 40 mm	u	1.00	3.90	3.90
3.10	535091	Sum, Tee PVC E/C D=40 x 32 mm	u	5.00	1.21	6.05
3.11	535718	Sum, Tee PVC E/C D=63 x 32 mm	u	1.00	3.47	3.47
3.12	535092	Sum, Tapón PVC E/C D=32 mm	u	10.00	0.33	3.30
3.13	535093	Sum, Tapón PVC E/C D=50 mm	u	2.00	0.61	1.22
3.14	509029	Colocación Acc PVC, D=0 a 50 mm	u	30.00	2.61	78.30
3.15	509093	Colocación Acc PVC, D=63 mm	u	5.00	4.70	23.50
4		Válvulas				2,231.55
4.1	5A0028	Sum, Válvula reductora sostenedora de presión D= 1"	u	3.00	572.16	1,716.48
4.2	5LB027	Sum, Adaptador CR 32mm-1", IJOINT NBR PN16	u	6.00	4.64	27.84
4.3	535655	Sum, Reductor PVC E/C D=40 x 32 mm	u	2.00	0.74	1.48
4.4	5A0026	Sum, Válvula de Compuerta con volante HD BB PN16 D= 40 mm	u	2.00	61.18	122.36
4.5	5A0050	Sum, Válvula de Compuerta con volante HD BB PN16 D= 32 mm	u	7.00	48.93	342.51
4.6	509029	Colocación Acc PVC, D=0 a 50 mm	u	8.00	2.61	20.88
5		Rehabilitación de vías intervecinales				44,960.54
5.1	535A11	Material de Mejoramiento (Incluye esponjamiento)	m3	1,829.73	21.06	38,534.11

5.2	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	1,829.73	1.51	2,762.89
5.3	532010	Hora máquina Minicargadora	hora	47.00	29.42	1,382.74
5.4	532004	Hora máquina rodillo vibratorio	hora	40.00	57.02	2,280.80
6		Domiciliarias				17,446.27
6.1	503001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	226.80	1.80	408.24
6.2	514004	Relleno compactado con equipo liviano	m3	141.75	5.58	790.97
6.3	535200	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	m3	177.75	13.38	2,378.30
6.4	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	177.75	1.51	268.40
6.5	513013	Servicio de disposición final de escombros	m3	177.75	0.76	135.09
6.6	540056	Preparación fondo de zanja con material granular	m2	226.80	3.63	823.28
6.7	5LB001	Sum, Collarín toma en carga PP-R, PVC PEAD, 63mmx20mm	u	63.00	12.36	778.68
6.8	5LB031	Colocación Collarín toma en carga PP, D=63mm	u	63.00	3.58	225.54
6.9	511303	Sum, Tubería de PEAD PE 100 D= 20 mm PN16 SDR 11	m	378.00	0.62	234.36
6.10	5LB463	Colocación mecánica Tubería PEAD D< 50 mm	m	378.00	0.34	128.52
6.11	5LB464	Sum, Adaptador PP Compresión R.M, 20mm-1/2", IJOINT NBR PN16	u	63.00	2.61	164.43
6.12	5LB034	Colocación Accesorios PP, D=0 a 50mm	u	63.00	2.16	136.08
6.13	528098	Sum, Codo Inox. roscado 90 grad. D= 1/2" (Norma AISI 304)	u	126.00	1.11	139.86
6.14	528070	Sum, Neplo Inox. Hexagonal roscado D= 1/2" (Norma AISI 304)	u	126.00	1.18	148.68
6.15	528156	Colocación Acc Acero Inox. U/R sin anclajes, D=0 a 50 mm	u	252.00	1.74	438.48
6.16	540388	Sum,-Ins, Llave de corte D=1/2"	u	63.00	7.80	491.40
6.17	540178	Sum,-Ins, Llave de paso (válv. compuerta) D=1/2"	u	63.00	11.67	735.21
6.18	528014	Sum, Tubería de Acero Inoxidable C40 D= 1/2" (AISI 304)	m	63.00	8.49	534.87
6.19	528030	Colocación Tubería Ac. Inox. D < 2"	m	63.00	0.93	58.59
6.20	518020	Roscado de tubería de Acero Inoxidable (Domiciliarias) <= 1/2"	u	252.00	0.72	181.44
6.21	535222	Sum, Medidor de agua 1/2" (Según espec, ETAPA)	u	63.00	31.74	1,999.62
6.22	540163	Ins, Medidor de agua potable D=1/2"	u	63.00	7.32	461.16
6.23	590029	Sum, Caja de medidor domiciliar	u	63.00	15.09	950.67
6.24	590015	Ins. Caja de medidor	u	63.00	2.69	169.47

6.25	505001	Mampostería de Ladrillo con mortero 1:3	m2	63.00	27.07	1,705.41
6.26	505002	Mampostería de Piedra con mortero 1:3	m3	20.40	115.52	2,356.61
6.27	519008	Catastro de domiciliarias en sistemas de agua potable	u	63.00	9.57	602.91
SUBTOTAL						80,948.06
IVA						15 %
TOTAL						93,090.27
Son:	NOVENTA Y TRES MIL NOVENTA CON 27/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA					

Elaborado por: Los autores

CONCLUSIONES

El diagnóstico de la red existe, reveló que se presentan presiones muy altas, superiores a 100 m. c. a. en la zona del empalme con la matriz principal, sin embargo, esta presión se ve fuertemente reducida en varios tramos del sistema, debido principalmente a que varias viviendas se encuentran conectados a una misma domiciliaria, debido a que la red es incapaz de satisfacer la demanda actual. Las encuestas realizadas revelaron que existe un 39% de viviendas que no cuentan con el servicio de agua potable, y un 8% que se abastecen de domiciliarias correspondientes a otra vivienda, además, la red presenta fugas con frecuencia, y su trazado atraviesa varios terrenos; debido a todos estos factores es necesario un cambio total en la red de destrucción de agua potable.

Para abastecer a la población actual y futura de la comunidad de San Carlos se diseñó una red de distribución ramificada con una población futura de 25 años, la cual cuenta con una extensión de 2,44 km, y 3 válvulas reductoras de presión, debido a los cambios de nivel que presenta la zona. Estos elementos se colocaron con el objetivo de garantizar una presión adecuada para el abastecimiento de los usuarios; además, se han incluido 9 válvulas de compuertas, las cuales permiten aislar varias zonas de la red, lo que facilitará el mantenimiento o reparaciones sin afectar todo el sistema ni a los demás usuarios. La presión máxima en la red es de 51,36 m. c. a., que a pesar de superar el máximo recomendado de 50 m. c. a. las condiciones de diseño de ETAPA EP permiten presiones de hasta 60 m. c. a. si estas no representan más del 10% del área de la zona de presión, y la velocidad máxima que presenta la red es de 0,95 m/s.

El presupuesto referencial para la red de distribución es de 93,090.27 USD, el cual incluye excavación, colocación de tuberías, accesorios y válvulas; reposición del material excavado, e instalación de domiciliarias. Es importante mencionar que este presupuesto

considera únicamente la implementación del sistema de agua potable, es decir que no incluye un plan socio – ambiental o de rehabilitación de zonas afectadas, aspectos que requieren un estudio más detallado de la zona a intervenir.

En este trabajo también se realizó un análisis comparativo entre la red diseñada, de configuración ramificada y una red mallada. Esta última no es aplicable constructivamente debido a que su trazado atraviesa varios predios, lo que implicaría la gestión de servidumbres de paso. Los resultados obtenidos mediante los análisis realizados mostraron que la red mallada es mejor en términos globales, ya que garantiza mayor estabilidad en las presiones, y una operación continua, además, resulta una estructura más flexible para posibles ampliaciones del sistema, sin embargo, ambos diseños presentan velocidades por debajo de la recomendada, aspecto que puede causar sedimentación en puntos bajos de la tubería y acumulación de aire en puntos altos, lo reduce el área efectiva de flujo y genera pérdidas adicionales que afectan la presión en ciertos tramos del sistema, para solucionar este problema se puede optar por la implementación de válvulas de purga y aire, lo que permite eliminar la acumulación de sedimentos y aire manteniendo el área efectiva de la tubería.

RECOMENDACIONES

Es fundamental que la entidad responsable del desarrollo del sistema de agua potable supervise correctamente la ejecución de las actividades contempladas en el proyecto, a fin de asegurar su adecuado funcionamiento. Además, se sugiere implementar programas de formación orientados al cuidado, mantenimiento de la red y uso eficiente del agua.

Diseñar la red contemplando posibles expansiones debidas a futuros crecimientos poblacionales, para así evitar costos significativos cuando deban implementarse.

También se propone llevar a cabo encuentros con la población del sector para socializar detalles del diseño y el proceso constructivo del sistema, destacando los beneficios y la relevancia de contar con un servicio de agua potable confiable para el desarrollo local.

Por último, se recomienda establecer un plan de monitoreo periódico de la red para identificar oportunamente problemas en el sistema de distribución, permitiendo intervenciones preventivas y correctivas más eficientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

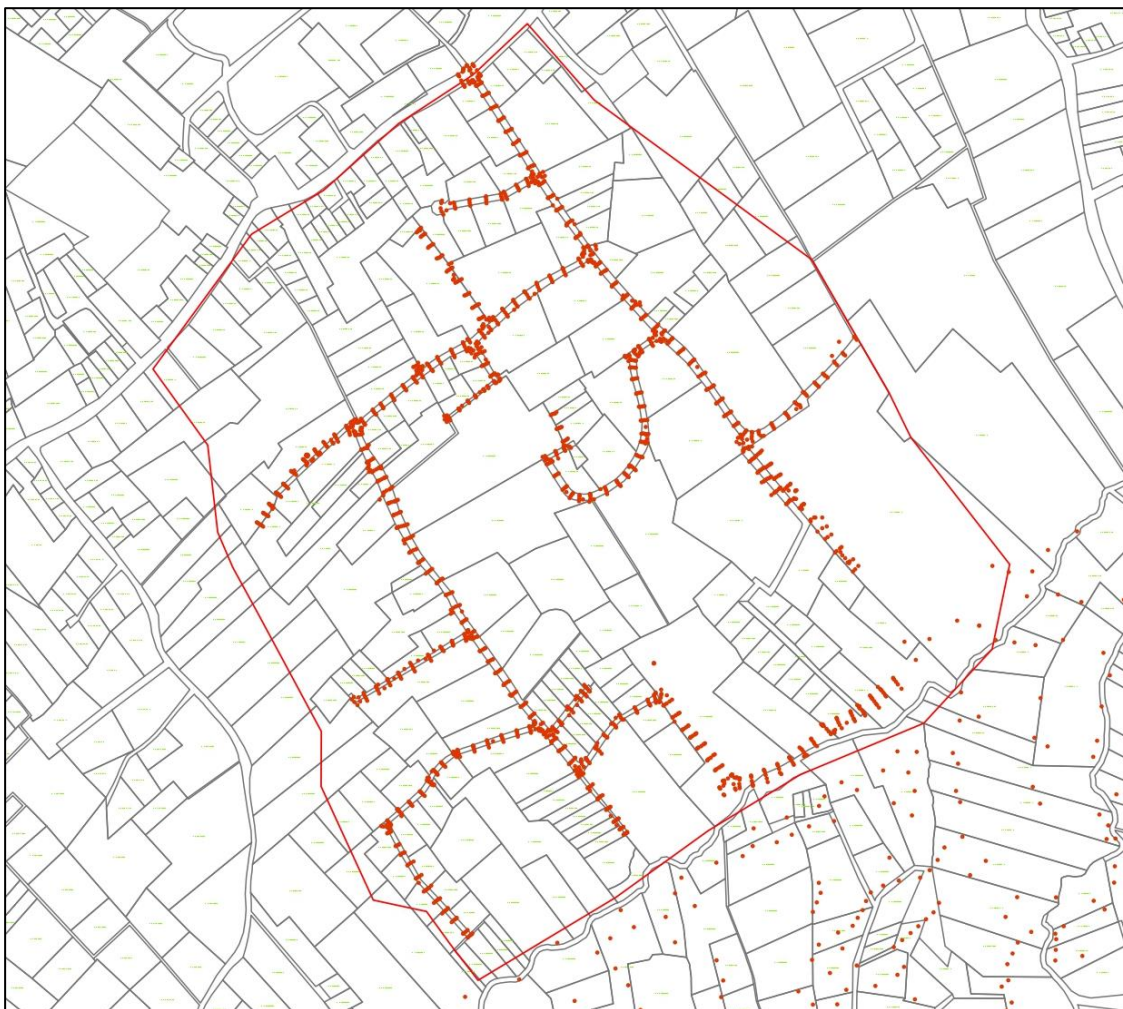
- AVK Válvulas. (n.d.). *¿Qué es una válvula de compuerta?* <https://www.avkvalvulas.com/es-es/m%C3%A1s-informaci%C3%B3n-y-soluciones/caracter%C3%ADsticas-de-los-productos/v%C3%A1lvulas-de-compuerta/qu%C3%A9-es-una-v%C3%A1lvula-de-compuerta>.
- Borrás, C. (2020, May 22). *¿Qué es una válvula y para qué sirve?* - *caloryfrio.com*.
<https://www.caloryfrio.com/sanitarios/tuberias-accesorios/que-es-una-valvula-y-para-que-sirve.html>.
- Carrión, F., Nieves, P., Vargas, M., Álvarez, J., & Bermeo, R. (2020). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL EL VALLE*. https://elvalle.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/PDOT-EL-Valle_completo.pdf?utm_source=chatgpt.com.
- CONAGUA. (2019). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Datos Básicos Para Proyectos de*. www.conagua.gob.mx
- ETAPA EP. (2003a). *CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO*.
- ETAPA EP. (2003b). *CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO*.
- ETAPA EP. (2023a). *Agua potable – ETAPA EP*. <https://www.etapa.net.ec/agua-potable-y-saneamiento/agua-potable/>.
- ETAPA EP. (2023b). *ETAPA 2023 RENDICIÓN DE CUENTAS*. www.etapa.net.ec
- ETAPA EP. (2023c). *Memorando Nro. M-0768-2023-SOAS*.

- Giraldo-González, M. M., & Rodríguez, J. P. (2020). Comparison of statistical and machine learning models for pipe failure modeling in water distribution networks. *Water (Switzerland)*, 12. <https://doi.org/10.3390/W12041153>
- INEC. (2024). *Estimaciones y Proyecciones de la Población de Ecuador*. www.ecuadorencifras.gob.ec
- INEN. (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5%20Parte_9-1.pdf
- INEN. (2020). *NTE INEN 1108 - AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS*. 1–14.
- Ingeniería de Fluidos. (2022). *VALVULA REDUCTORA DE PRESION* | *ingenieriadefluidos*. <https://www.ingenieriadefluidos.com/Valvula-Reductora-de-Presion>.
- Jack Mc Cormac. (2003). *Topografía* (1st ed.). Editorial Limusa.
- Olivares Zavaleta, J. R. (2022). Comportamiento hidráulico de redes de distribución de agua potable con herramientas computacionales en el cercado de Nasca, Ica 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98400>
- OMS. (2023, September 13). *Agua para consumo humano*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Sánchez Tapiero, D. I., & Mendoza Valencia, M. (2021). SIG aplicado a la optimización del tiempo de diseño en redes de distribución de agua potable. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 42(1), 68-80.
- SENAGUA. (1992). *NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL*.

- Solis, J. E. B., Torres, L. M. C., & Paredes, B. G. P. (2022, December). *Análisis comparativo topográfico sobre levantamientos altimétricos con RTK GNSS, Estación Total y Drone en Manta*. <https://Dialnet.Unirioja.Es/Servlet/Articulo?Codigo=9227632>.
- USAID. (2016). *Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad*.
- Yepes, V. (2022, December 30). *Fórmula de Hazen-Williams para calcular las pérdidas por fricción en tuberías*. <https://Victoryepes.Blogs.Upv.Es/2022/12/30/Formula-de-Hazen-Williams-Para-Calcular-Las-Perdidas-Por-Friccion-En-Tuberias/>.

ANEXOS

Anexo 1. Puntos coordenados obtenidos en la zona de intervención



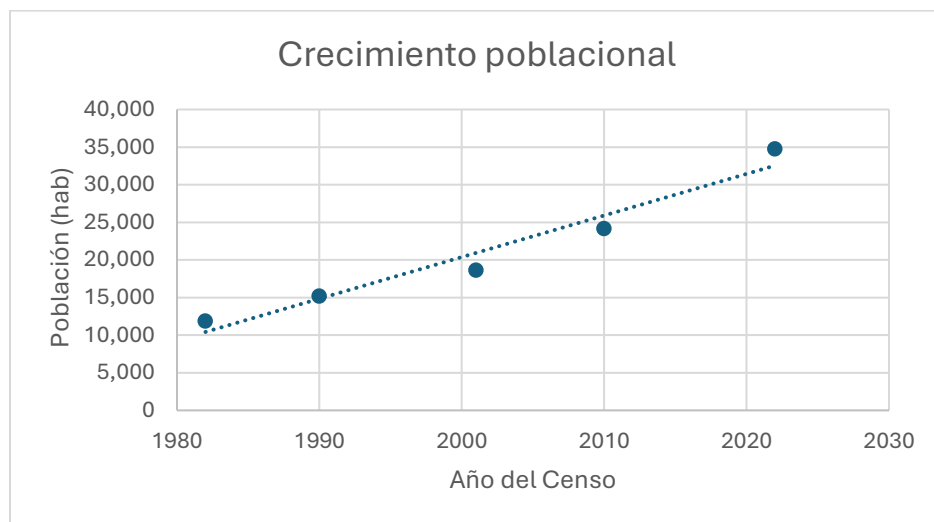
Elaborado por: Los Autores

Anexo 2. Cálculos de la población de diseño

Datos censales de la Parroquia “El Valle”

Año Censo	Habitantes
1982	11,869
1990	15,214
2001	18,628
2010	24,178
2022	34,785

Grafica del crecimiento poblacional en la Parroquia “El Valle”



Cálculo de la tasa de crecimiento (Método Aritmético)

Año	Tasa (Aritmético)
1982-1990	3.523%
1990-2001	2.040%
2001-2010	3.310%
2010-2022	3.656%
Promedio	3.132%

Cálculo de la población y densidad futura en la comunidad San Carlos

Método Aritmético

$$Pf = Po * (1 + n * r)$$

Po	309
r	3.132%
n (año 2045)	25
Año Proyec.	2050
Habitantes	551
Área	26.992
Densidad Actual	11.4478364
Densidad futura	20.4134558

Anexo 3. Medición de Presiones



Anexo 4. Levantamiento topográfico



Anexo 5. Encuesta a la comunidad

FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION PREVIA					
PROYECTO:					
			FECHA año/mes/día		
1. INFORMACION DEL SOLICITANTE					
APELLIDOS/NOMBRES					
CEDULA		TELF. DOMICILIO		CELULAR	
PARROQUIA			BARRIO		
CLAVE CATASTRAL (CARTA DEL PAGO DEL PREDIO)			TIENE ESCRITURA: SI ☐ NO ☐		
2. INFORMACION FAMILIAR					
Número de personas habitan en la vivienda:		ADULTOS		NIÑOS	
3. DATOS DE LA VIVIENDA.					
Propia ☐		Arrendada ☐		Prestada ☐	
				Otro	
4. SERVICIO DE AGUA.					
Red pública de agua potable ETAPA-EP ☐		Nombre del Sistema de Agua Potable			
Le prestan agua potable ☐		Embotellada ☐		Pozo ☐	
Agua lluvia ☐		Tanquero ☐		Otro:	
5. DISPOSICIÓN DE AGUAS SERVIDAS.					
Red pública ETAPA-EP ☐		Pozo séptico ☐		Biodigestor ☐	
				Cielo abierto ☐	
				Otro:	
(SI EL USUARIO DISPONE DE POZO SÉPTICO INDICAR SU ESTADO)					
Bueno(1 a 5 años) ☐		Regular (6 a 10 años) ☐		Colapsado(más de 10 años) ☐	
6. AUTORIZA SERVIDUMBRE DE PASO DE TUBERÍA DE AGUAS POTABLE / AGUAS SERVIDAS.					
SI AUTORIZO ☐		NO AUTORIZO ☐			
7. COMPROMISO DE PARTICIPACION Y SOSTENIBILIDAD DEL SERVICIO					
Esta dispuesto a contribuir económicamente al financiamiento para la construcción de la obra.					
SI ☐		NO ☐			
Esta dispuesto a pagar en las tarifas por los servicios de agua potable y alcantarillado construido.					
SI ☐		NO ☐			
OBSERVACIONES:					
FIRMA:					

Anexo 6. Plano de la red de distribución

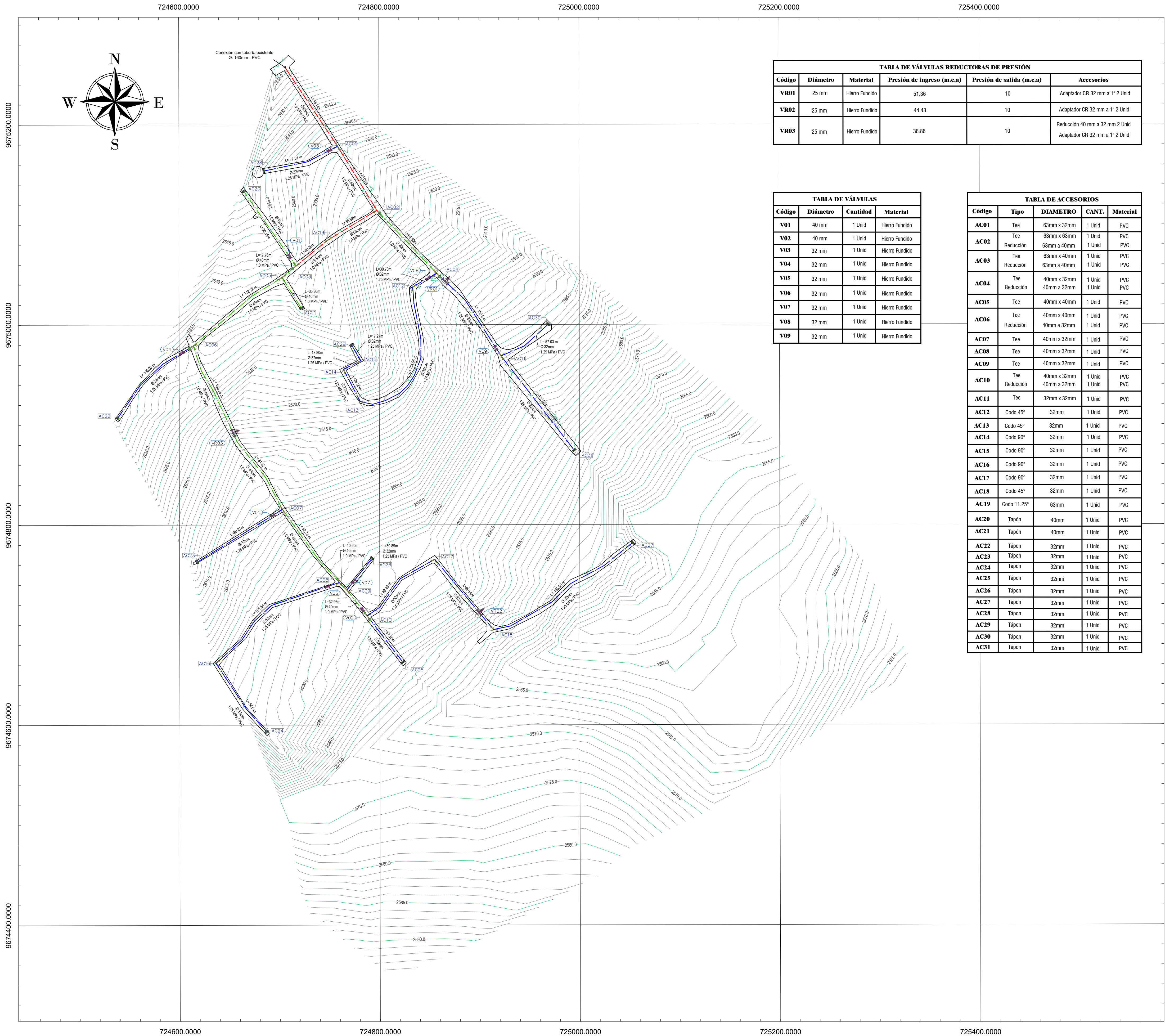
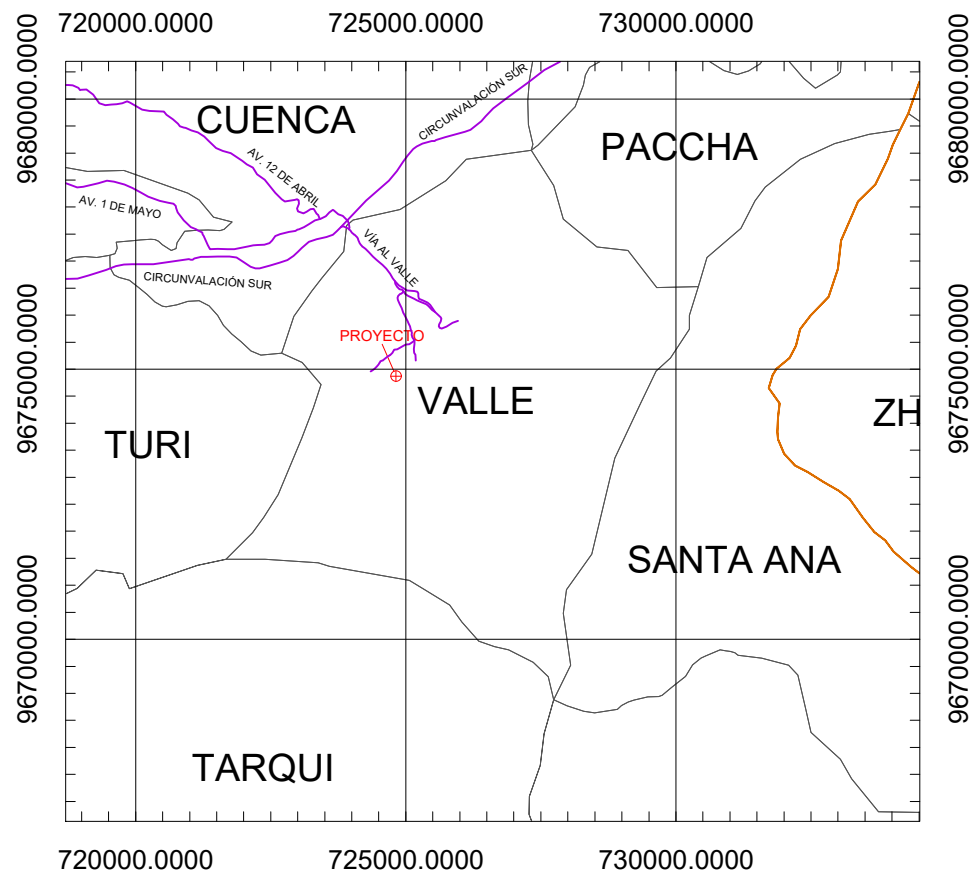


TABLA DE VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN					
Código	Diámetro	Material	Presión de ingreso (m.c.a)	Presión de salida (m.c.a)	Accesorios
VR01	25 mm	Hierro Fundido	51.36	10	Adaptador CR 32 mm a 1" 2 Unid
VR02	25 mm	Hierro Fundido	44.43	10	Adaptador CR 32 mm a 1" 2 Unid
VR03	25 mm	Hierro Fundido	38.86	10	Reducción 40 mm a 32 mm 2 Unid Adaptador CR 32 mm a 1" 2 Unid

TABLA DE VÁLVULAS			
Código	Diámetro	Cantidad	Material
V01	40 mm	1 Unid	Hierro Fundido
V02	40 mm	1 Unid	Hierro Fundido
V03	32 mm	1 Unid	Hierro Fundido
V04	32 mm	1 Unid	Hierro Fundido
V05	32 mm	1 Unid	Hierro Fundido
V06	32 mm	1 Unid	Hierro Fundido
V07	32 mm	1 Unid	Hierro Fundido
V08	32 mm	1 Unid	Hierro Fundido
V09	32 mm	1 Unid	Hierro Fundido

TABLA DE ACCESORIOS				
Código	Tipo	DIAMETRO	CANT.	Material
AC01	Tee	63mm x 32mm	1 Unid	PVC
AC02	Tee	63mm x 63mm	1 Unid	PVC
AC03	Reducción	63mm a 40mm	1 Unid	PVC
AC04	Tee	63mm x 40mm	1 Unid	PVC
AC05	Reducción	63mm a 40mm	1 Unid	PVC
AC06	Tee	40mm x 32mm	1 Unid	PVC
AC07	Reducción	40mm a 32mm	1 Unid	PVC
AC08	Tee	40mm x 40mm	1 Unid	PVC
AC09	Tee	40mm x 32mm	1 Unid	PVC
AC10	Tee	40mm x 32mm	1 Unid	PVC
AC11	Reducción	40mm a 32mm	1 Unid	PVC
AC12	Tee	32mm x 32mm	1 Unid	PVC
AC13	Codo 45°	32mm	1 Unid	PVC
AC14	Codo 90°	32mm	1 Unid	PVC
AC15	Codo 90°	32mm	1 Unid	PVC
AC16	Codo 90°	32mm	1 Unid	PVC
AC17	Codo 90°	32mm	1 Unid	PVC
AC18	Codo 45°	32mm	1 Unid	PVC
AC19	Codo 11.25°	63mm	1 Unid	PVC
AC20	Tapón	40mm	1 Unid	PVC
AC21	Tapón	40mm	1 Unid	PVC
AC22	Tapón	32mm	1 Unid	PVC
AC23	Tapón	32mm	1 Unid	PVC
AC24	Tapón	32mm	1 Unid	PVC
AC25	Tapón	32mm	1 Unid	PVC
AC26	Tapón	32mm	1 Unid	PVC
AC27	Tapón	32mm	1 Unid	PVC
AC28	Tapón	32mm	1 Unid	PVC
AC29	Tapón	32mm	1 Unid	PVC
AC30	Tapón	32mm	1 Unid	PVC
AC31	Tapón	32mm	1 Unid	PVC

UBICACIÓN



DIÁMETROS DE TUBERÍA	
—	TUBERIA PVC 1.0Mpa Ø=63mm
—	TUBERIA PVC 1.0Mpa Ø=40mm
—	TUBERIA PVC 1.25Mpa Ø=32mm

SIMBOLOGÍA	
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN
	TEE
	REDUCCION
	CODO 90°
	CODO 45°
	CODO 22.5°
	CODO 11.25°
	TAPÓN



PROYECTO:

Sector: SAN CARLOS - EL VALLE

AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA RED DE AGUA POTABLE

ÁREA DE ESTUDIO:

26.99 ha

CONTIENE:

Vista en Planta de la Red de Distribución

AUTORES:

Est. Steven Nicolas Guamán Castro

Est. Cristian David Solórzano Mora

TUTOR:

Ing. Rubén Fernando Jerves Cobo, Ph.D.

CIUDAD:

CUENCA

FECHA:

05 - JULIO - 2025

ESCALA:

1: 2000

HOJA:

1 de 1

Anexo 7. Análisis de Precios Unitarios

Análisis de Precios Unitarios

Código: 520024
Descripción: Replanteo
Unidad: km

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101006	Equipo menor (%MO)	%MO	5%MO			19.34	3.70%
101201	Equipo de topografía	Hora	2.00000	2.00	16.00000	64.00	12.25%
103003	Vehículo liviano	hora	1.00000	3.50	6.41500	22.45	4.30%
Subtotal de Equipo:						105.79	20.25%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201013	Estacas con Pintura	Glb	20.00000	1.49		29.80	5.70%
Subtotal de Materiales:						29.80	5.70%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402104	Peón (EOE2)	2.00	4.23	16.00000	135.36	25.91%
403011	Cadenero (EOD2)	2.00	4.28	16.00000	136.96	26.21%
444001	Topógrafo (EOC1)	1.00	4.75	16.00000	76.00	14.55%
432001	Chofer Para camiones sin acoplados (EOC3)	1.00	6.01	6.41500	38.55	7.38%
Subtotal de Mano de Obra:					386.87	74.05%

Costo Directo Total: 522.46

COSTOS INDIRECTOS

20 % 104.50

Precio Unitario Total	626.96
------------------------------------	---------------

Son: SEISCIENTOS VEINTE Y SEIS CON 96/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 503001
Descripción: Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102028	Retroexcavadora	hora	1.00000	21.00	0.05000	1.05	70.00%
Subtotal de Equipo:						1.05	70.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
411001	Op. de Retroexcavadora (EOC1 Grupo I)	1.00	4.75	0.05000	0.24	16.00%	
415003	Engrasador o abastecedor responsable (EOD2	1.00	4.28	0.05000	0.21	14.00%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.45	30.00%

Costo Directo Total: 1.50

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.30

Precio Unitario Total	1.80
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 80/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535569
Descrip.: Suministro y colocacion de arena
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.60000	0.12	0.45%
Subtotal de Equipo:						0.12	0.45%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
211002	Arena (Puesta en Obra)	m3	1.00000	19.00		19.00	70.97%
Subtotal de Materiales:						19.00	70.97%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	2.00	4.23	0.60000	5.08	18.98%	
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	0.60000	2.57	9.60%	
Subtotal de Mano de Obra:						7.65	28.58%

Costo Directo Total: 26.77

COSTOS INDIRECTOS

20 % 5.35

Precio Unitario Total	32.12
------------------------------------	--------------

Son: TREINTA Y DOS CON 12/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 520010
Descrip.: Desbroce destronque y limpieza, a mano (incluye remocion y reposicion de estructuras menores)
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101006	Equipo menor (%MO)	%MO	5%MO			0.03	2.13%
110001	Herramienta Manual	hora	1.00000	0.02	0.01042	0.00	0.00%
119020	Carretilla	u	2.00000	40.00	0.01042	0.83	58.87%
102068	Motosierra	Hora	2.00000	1.50	0.01042	0.03	2.13%
Subtotal de Equipo:						0.89	63.12%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	10.00	4.23	0.01042	0.44	31.21%	
403006	Encofrador o Carpintero de ribera (EOD2)	1.00	4.28	0.01042	0.04	2.84%	
403007	Op. de Equipo Liviano (EOD2)	1.00	4.28	0.01042	0.04	2.84%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.52	36.88%

Costo Directo Total: 1.41

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.28

Precio Unitario Total 1.69

Son: UNO CON 69/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 513002
Descrip.: Transporte de material hasta 5km
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102061	Volqueta de 8 m3	hora	1.00000	19.69	0.04899	0.96	76.19%
Subtotal de Equipo:						0.96	76.19%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
434001	Chofer de trailer, volqueta, tanquero,	1.00	6.22	0.04899	0.30	23.81%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.30	23.81%

Costo Directo Total: 1.26

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.25

Precio Unitario Total	1.51
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 51/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 509254
Descripción: Sum, Tubería PVC E/C 1,25 MPA D= 32 mm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
250021	Tubería PVC E/C 1.25 MPA - 32 mm	m	1.00000	0.80		0.80	96.39%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00050	18.00		0.01	1.20%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00050	34.92		0.02	2.41%
Subtotal de Materiales:						0.83	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.83

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.17

Precio Unitario Total						1.00	
------------------------------------	--	--	--	--	--	-------------	--

Son: UNO CON 00/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 509210
Descripción: Sum, Tubería PVC E/C 1,00 MPA D= 40 mm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209137	Tubería PVC E/C 1.00 MPA - 40 mm	m	1.00000	0.93		0.93	96.88%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00050	18.00		0.01	1.04%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00050	34.92		0.02	2.08%
Subtotal de Materiales:						0.96	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:					0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.96

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.20

Precio Unitario Total	1.16
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 16/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 509204
Descripción: Sum, Tubería PVC E/C 1,00 MPA D= 63 mm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
250001	Tubería PVC U/E 1.00 MPA - 63 mm (Inc. Sello Elastomérico)	m	1.00000	2.12		2.12	99.53%
201005	Lubricante vegetal	kg	0.01700	0.30		0.01	0.47%
Subtotal de Materiales:						2.13	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:					0.00	0.00%

Costo Directo Total: 2.13

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.43

Precio Unitario Total	2.56
------------------------------------	-------------

Son: DOS CON 56/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 509001
Descrip.: Colocacion Tuberia PVC E/C D= 25 a 50 mm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.03000	0.01	3.70%
Subtotal de Equipo:						0.01	3.70%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402004	Peón (EOE2) (Ayudante)	1.00	4.23	0.03000	0.13	48.15%	
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.03000	0.13	48.15%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.26	96.30%

Costo Directo Total: 0.27

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.05

Precio Unitario Total	0.32
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 32/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 509092
Descripción: Colocacion Tuberia PVC E/C D= 63 mm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.03500	0.01	3.23%
Subtotal de Equipo:						0.01	3.23%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402004	Peón (EOE2) (Ayudante)	1.00	4.23	0.03500	0.15	48.39%	
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.03500	0.15	48.39%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.30	96.77%

Costo Directo Total: 0.31

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.06

Precio Unitario Total	0.37
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 37/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535655
Descripción: Sum, Reductor PVC E/C D=40 x 32 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209174	Reductor PVC E/C D=40 x 32 mm	u	1.00000	0.57		0.57	91.94%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00100	18.00		0.02	3.23%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00100	34.92		0.03	4.84%
Subtotal de Materiales:						0.62	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.62

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.12

Precio Unitario Total	0.74
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 74/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535161
Descripción: Sum, Reductor PVC E/C D=63 x 40 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209258	Reductor PVC E/C D=63 x 32 mm	u	1.00000	1.44		1.44	88.89%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00350	18.00		0.06	3.70%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00350	34.92		0.12	7.41%
Subtotal de Materiales:						1.62	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 1.62

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.32

Precio Unitario Total	1.94
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 94/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535256
Descrip.: Sum, Codo PVC U/E R/L D=63 mm 11,25 grad,
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201404	Codo PVC U/E R/L D=63 mm 11,25 grad, (Inc. Sello Elastomérico)	u	1.00000	3.58		3.58	99.72%
201005	Lubricante vegetal	kg	0.01700	0.30		0.01	0.28%
Subtotal de Materiales:						3.59	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:					0.00	0.00%

Costo Directo Total: 3.59

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.72

Precio Unitario Total	4.31
------------------------------------	-------------

Son: CUATRO CON 31/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535089
Descripción: Sum, Codo PVC E/C D=32 mm 45 grad.
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209183	Codo PVC E/C D=32 mm 45 grad.	u	1.00000	0.48		0.48	90.57%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00100	18.00		0.02	3.77%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00100	34.92		0.03	5.66%
Subtotal de Materiales:						0.53	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.53

COSTOS INDIRECTOS							
20 %							0.10

Precio Unitario Total						0.63	
------------------------------------	--	--	--	--	--	-------------	--

Son: CERO CON 63/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535090
Descripción: Sum, Codo PVC E/C D=32 mm 90 grad.
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209118	Codo PVC E/C D=32 mm 90 grad.	u	1.00000	0.59		0.59	92.19%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00100	18.00		0.02	3.13%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00100	34.92		0.03	4.69%
Subtotal de Materiales:						0.64	100.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:					0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.64

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.13

Precio Unitario Total 0.77

Son: CERO CON 77/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535961
Descripción: Sum, Tee PVC E/C D=40 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209898	Tee PVC E/C D=40 mm	u	1.00000	1.44		1.44	96.64%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00100	18.00		0.02	1.34%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00100	34.92		0.03	2.01%
Subtotal de Materiales:						1.49	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:					0.00	0.00%

Costo Directo Total: 1.49

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.30

Precio Unitario Total	1.79
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 79/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535086
Descripción: Sum, Tee PVC E/C D=32 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209112	Tee PVC E/C D=32 mm	u	1.00000	0.76		0.76	93.83%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00100	18.00		0.02	2.47%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00100	34.92		0.03	3.70%
Subtotal de Materiales:						0.81	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:					0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.81

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.16

Precio Unitario Total	0.97
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 97/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535087
Descripción: Sum, Tee PVC E/C D=63 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209113	Tee PVC E/C D=63 mm	u	1.00000	3.38		3.38	98.54%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00100	18.00		0.02	0.58%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00100	34.92		0.03	0.87%
Subtotal de Materiales:						3.43	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:					0.00	0.00%

Costo Directo Total: 3.43

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.68

Precio Unitario Total	4.11
------------------------------------	-------------

Son: CUATRO CON 11/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535540
Descripción: Sum, Tee PVC E/C D=63 x 40 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209371	Tee PVC E/C D=63 x 40 mm	u	1.00000	3.07		3.07	94.46%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00350	18.00		0.06	1.85%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00350	34.92		0.12	3.69%
Subtotal de Materiales:						3.25	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 3.25

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.65

Precio Unitario Total	3.90
------------------------------------	-------------

Son: TRES CON 90/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535091
Descrip.: Sum, Tee PVC E/C D=40 x 32 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
209116	Tee PVC E/C D= 40 x 32 mm	u	1.00000	0.96		0.96	95.05%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00100	18.00		0.02	1.98%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00100	34.92		0.03	2.97%
Subtotal de Materiales:						1.01	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 1.01

COSTOS INDIRECTOS							
20 %						0.20	

Precio Unitario Total	1.21
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 21/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535718
Descripción: Sum, Tee PVC E/C D=63 x 32 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209476	Tee PVC E/C D=63 x 32 mm	u	1.00000	2.71		2.71	93.77%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00350	18.00		0.06	2.08%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00350	34.92		0.12	4.15%
Subtotal de Materiales:						2.89	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 2.89

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.58

Precio Unitario Total	3.47
------------------------------------	-------------

Son: TRES CON 47/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535092
Descripción: Sum, Tapon PVC E/C D=32 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209114	Tapon PVC E/C D=32 mm	u	1.00000	0.28		0.28	100.00%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00013	34.92		0.00	0.00%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00013	18.00		0.00	0.00%
Subtotal de Materiales:						0.28	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:					0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.28

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.05

Precio Unitario Total	0.33
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 33/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535093
Descripción: Sum, Tapon PVC E/C D=50 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209115	Tapon PVC E/C D=40 mm	u	1.00000	0.49		0.49	96.08%
201018	Pegamento para tuberías PVC	gln	0.00031	34.92		0.01	1.96%
201076	Limpiador de tuberías PVC	gln	0.00031	18.00		0.01	1.96%
Subtotal de Materiales:						0.51	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:					0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.51

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.10

Precio Unitario Total	0.61
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 61/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 509029
Descrip.: Colocacion Acc PVC, D=0 a 50 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.25000	0.05	2.29%
Subtotal de Equipo:						0.05	2.29%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402004	Peón (EOE2) (Ayudante)	1.00	4.23	0.25000	1.06	48.62%	
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.25000	1.07	49.08%	
Subtotal de Mano de Obra:						2.13	97.71%

Costo Directo Total: 2.18

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.43

Precio Unitario Total	2.61
------------------------------------	-------------

Son: DOS CON 61/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 509093
Descrip.: Colocacion Acc PVC, D=63 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.45000	0.09	2.30%
Subtotal de Equipo:						0.09	2.30%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Peón (EOE2) (Ayudante)	1.00	4.23	0.45000	1.90	48.47%
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.45000	1.93	49.23%
Subtotal de Mano de Obra:					3.83	97.70%

Costo Directo Total: 3.92

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.78

Precio Unitario Total	4.70
------------------------------------	-------------

Son: CUATRO CON 70/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A0028
Descrip.: Sum, Valvula reductora sostenedora de presion D= 1"
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS							
Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%
Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
283028	Valvula redutora sostenedora de presion D=1"	u	1.00000	476.80		476.80	100.00%
Subtotal de Materiales:						476.80	100.00%
Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%
Mano de Obra							
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%
Costo Directo Total:							476.80
COSTOS INDIRECTOS							
20 %							95.36
Precio Unitario Total							572.16

Son: QUINIENTOS SETENTA Y DOS CON 16/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5LB027
Descripción: Sum, Adaptador CR 32mm-1", IJOINT NBR PN16
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
294027	Adaptador PP Compresion R.H, 32mm-1", IJOINT NBR PN16	u	1.00000	3.87		3.87	100.00%
Subtotal de Materiales:						3.87	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 3.87

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.77

Precio Unitario Total	4.64
------------------------------------	-------------

Son: CUATRO CON 64/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A0026
Descrip.: Sum, Valvula de Compuerta con volante HD BB PN16 D= 40 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
283026	Valvula de Compuerta con volante HD BB PN16 D= 40 mm	u	1.00000	50.98		50.98	100.00%
Subtotal de Materiales:						50.98	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 50.98

COSTOS INDIRECTOS

20 % 10.20

Precio Unitario Total	61.18
------------------------------------	--------------

Son: SESENTA Y UNO CON 18/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5A0050
Descripción: Sum, Valvula de Compuerta con volante HD BB PN16 D= 32 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
283050	Valvula de Compuerta con volante HD BB PN16 D= 32 mm	u	1.00000	40.78		40.78	100.00%
Subtotal de Materiales:						40.78	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 40.78

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	8.15

Precio Unitario Total	48.93
------------------------------------	--------------

Son: CUARENTA Y OCHO CON 93/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535A11
Descrip.: Material de Mejoramiento (Incluye esponjamiento)
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
535A1H	Material de Mejoramiento	m3	1.28000	13.71		17.55	100.00%
Subtotal de Materiales:						17.55	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 17.55

COSTOS INDIRECTOS

20 % 3.51

Precio Unitario Total	21.06
------------------------------------	--------------

Son: VEINTE Y UNO CON 06/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535A1H
Descrip.: Material de Mejoramiento
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102061	Volqueta de 8 m3	hora	1.00000	19.69	0.14300	2.82	20.57%
Subtotal de Equipo:						2.82	20.57%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
211004	Material de reposicion Mejoramiento en mina	m3	1.00000	10.00		10.00	72.94%
Subtotal de Materiales:						10.00	72.94%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
434001	Chofer de trailer, volqueta, tanquero,	1.00	6.22	0.14300	0.89	6.49%
Subtotal de Mano de Obra:					0.89	6.49%

Costo Directo Total: 13.71

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.75

Precio Unitario Total	16.46
------------------------------------	--------------

Son: DIECISEIS CON 46/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 532010
Descripción: Hora máquina Minicargadora
Unidad: hora

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102069	Minicargadora	hora	1.00000	20.00	1.00000	20.00	81.57%
Subtotal de Equipo:						20.00	81.57%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
412007	Op. Miniexcavadora/Minicargadora con sus	1.00	4.52	1.00000	4.52	18.43%	
Subtotal de Mano de Obra:						4.52	18.43%

Costo Directo Total: 24.52

COSTOS INDIRECTOS

20 % 4.90

Precio Unitario Total	29.42
------------------------------------	--------------

Son: VEINTE Y NUEVE CON 42/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 532004
Descrip.: Hora máquina rodillo vibratorio
Unidad: hora

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102087	Rodillo Vibratorio (según especificación)	hora	1.00000	43.00	1.00000	43.00	90.49%
Subtotal de Equipo:						43.00	90.49%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
412004	Op. Rodillo autopropulsado (EOC2 Grupo II)	1.00	4.52	1.00000	4.52	9.51%
Subtotal de Mano de Obra:					4.52	9.51%

Costo Directo Total: 47.52

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	9.50

Precio Unitario Total	57.02
------------------------------------	--------------

Son: CINCUENTA Y SIETE CON 02/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 514004
Descrip.: Relleno compactado con equipo liviano
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.19000	0.04	0.86%
102060	Vibro-apisonador	Hora	1.00000	3.13	0.19000	0.59	12.69%
Subtotal de Equipo:						0.63	13.55%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.01000	0.41		0.00	0.00%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	4.00	4.23	0.19000	3.21	69.03%	
403007	Op. de Equipo Liviano (EOD2)	1.00	4.28	0.19000	0.81	17.42%	
Subtotal de Mano de Obra:						4.02	86.45%

Costo Directo Total: 4.65

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.93

Precio Unitario Total 5.58

Son: CINCO CON 58/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535200
Descrip.: Material de Reposicion (Incluye esponjamiento)
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
535010	Material de Reposicion	m3	1.28000	8.71		11.15	100.00%
Subtotal de Materiales:						11.15	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 11.15

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.23

Precio Unitario Total	13.38
------------------------------------	--------------

Son: TRECE CON 38/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535010
Descrip.: Material de Reposicion
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
102061	Volqueta de 8 m3	hora	1.00000	19.69	0.14300	2.82	32.38%
Subtotal de Equipo:						2.82	32.38%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
211006	Material de reposicion en mina	m3	1.00000	5.00		5.00	57.41%
Subtotal de Materiales:						5.00	57.41%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
434001	Chofer de trailer, volqueta, tanquero,	1.00	6.22	0.14300	0.89	10.22%
Subtotal de Mano de Obra:					0.89	10.22%

Costo Directo Total: 8.71

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.75

Precio Unitario Total	10.46
------------------------------------	--------------

Son: DIEZ CON 46/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 513013
Descrip.: Servicio de disposición final de escombros
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201043	Servicio de disposición final de escombros	m3	1.00000	0.63		0.63	100.00%
Subtotal de Materiales:						0.63	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.63

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.13

Precio Unitario Total	0.76
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 76/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 540056
Descripción: Preparación fondo de zanja con material granular
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.13000	0.03	0.99%
Subtotal de Equipo:						0.03	0.99%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
211002	Arena (Puesta en Obra)	m3	0.10000	19.00		1.90	62.71%
Subtotal de Materiales:						1.90	62.71%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402104	Peón (EOE2)	2.00	4.23	0.13000	1.10	36.30%
Subtotal de Mano de Obra:					1.10	36.30%

Costo Directo Total: 3.03

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.60

Precio Unitario Total	3.63
------------------------------------	-------------

Son: TRES CON 63/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5LB001
Descrip.: Sum, Collarin toma en carga PP-R, PVC PEAD, 63mmx20mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
294001	Collarin toma en carga PP-R, PVC PEAD, 63mmx20mm	u	1.00000	10.30		10.30	100.00%
Subtotal de Materiales:						10.30	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 10.30

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	2.06

Precio Unitario Total	12.36
------------------------------------	--------------

Son: DOCE CON 36/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5LB031
Descrip.: Colocación Collarín toma en carga PP, D=63mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101006	Equipo menor (%MO)	%MO	5%MO			0.14	4.70%
Subtotal de Equipo:						0.14	4.70%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.33333	1.41	47.32%	
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.33333	1.43	47.99%	
Subtotal de Mano de Obra:						2.84	95.30%

Costo Directo Total: 2.98

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.60

Precio Unitario Total	3.58
------------------------------------	-------------

Son: TRES CON 58/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 511303
Descripción: Sum, Tubería de PEAD PE 100 D= 20 mm PN16 SDR 11
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
215073	Tubería de Polietileno (HDPE) PE 100 D= 20 mm PN16 SDR 11	m	1.00000	0.52		0.52	100.00%
Subtotal de Materiales:						0.52	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.52

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.10

Precio Unitario Total	0.62
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 62/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5LB463
Descrip.: Colocacion mecánica Tubería PEAD D< 50 mm
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS							
Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101006	Equipo menor (%MO)	%MO	5%MO			0.01	3.45%
Subtotal de Equipo:						0.01	3.45%
Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%
Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%
Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.03333		0.14	48.28%
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.03333		0.14	48.28%
Subtotal de Mano de Obra:						0.28	96.55%
Costo Directo Total:						0.29	
COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.05
Precio Unitario Total							0.34

Son: CERO CON 34/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5LB464
Descrip.: Sum, Adaptador PP Compresion R.M, 20mm-1/2", IJOINT NBR PN16
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
294031	Adaptador PP Compresion R.M, 20mm-1/2", IJOINT NBR PN16	u	1.00000	2.18		2.18	100.00%
Subtotal de Materiales:						2.18	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 2.18

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.43

Precio Unitario Total						2.61
------------------------------------	--	--	--	--	--	-------------

Son: DOS CON 61/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 5LB034
Descripción: Colocación Accesorios PP, D=0 a 50mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101006	Equipo menor (%MO)	%MO	5%MO			0.09	5.00%
Subtotal de Equipo:						0.09	5.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.20000	0.85	47.22%	
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.20000	0.86	47.78%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.71	95.00%

Costo Directo Total: 1.80

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.36

Precio Unitario Total	2.16
------------------------------------	-------------

Son: DOS CON 16/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 528098
Descrip.: Sum, Codo Inox. roscado 90 grad. D= 1/2" (Norma AISI 304)
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
218091	Codo Inox. roscado 90 grad. D= 1/2" (Norma AISI 304)	u	1.00000	0.93		0.93	100.00%
Subtotal de Materiales:						0.93	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.93

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.18

Precio Unitario Total	1.11
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 11/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 528070
Descrip.: Sum, Neplo Inox. Hexagonal roscado D= 1/2" (Norma AISI 304)
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
218067	Neplo Inox. Hexagonal roscado D= 1/2" (Norma AISI 304)	u	1.00000	0.98		0.98	100.00%
Subtotal de Materiales:						0.98	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.98

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.20

Precio Unitario Total	1.18
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 18/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 528156
Descrip.: Colocacion Acc Acero Inox. U/R sin anclajes, D=0 a 50 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.16667	0.03	2.07%
Subtotal de Equipo:						0.03	2.07%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402004	Peón (EOE2) (Ayudante)	1.00	4.23	0.16667	0.71	48.97%	
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.16667	0.71	48.97%	
Subtotal de Mano de Obra:						1.42	97.93%

Costo Directo Total: 1.45

COSTOS INDIRECTOS							
20 %						0.29	

Precio Unitario Total	1.74
------------------------------------	-------------

Son: UNO CON 74/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 540388
Descrip.: Sum,-Ins, Llave de corte D=1/2"
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
234016	LLave de corte D=1/2"	u	1.00000	3.45		3.45	53.08%
509038	Colocacion Acc de Cobre sin anclajes, D=0 a 50 mm	u	1.00000	3.05		3.05	46.92%
Subtotal de Materiales:						6.50	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 6.50

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	1.30

Precio Unitario Total						7.80	
------------------------------------	--	--	--	--	--	-------------	--

Son: SIETE CON 80/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 509038
Descripción: Colocacion Acc de Cobre sin anclajes, D=0 a 50 mm
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.35000	0.07	2.30%
Subtotal de Equipo:						0.07	2.30%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Peón (EOE2) (Ayudante)	1.00	4.23	0.35000	1.48	48.52%
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.35000	1.50	49.18%
Subtotal de Mano de Obra:					2.98	97.70%

Costo Directo Total: 3.05

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.61

Precio Unitario Total 3.66

Son: TRES CON 66/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 540178
Descrip.: Sum,-Ins, Llave de paso (válv. compuerta) D=1/2"
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
235096	LLave de paso (válv. compuerta) D=1/2"	u	1.00000	6.67		6.67	68.62%
509038	Colocacion Acc de Cobre sin anclajes, D=0 a 50 mm	u	1.00000	3.05		3.05	31.38%
Subtotal de Materiales:						9.72	100.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:					0.00	0.00%

Costo Directo Total: 9.72

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.95

Precio Unitario Total 11.67

Son: ONCE CON 67/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 528014
Descrip.: Sum, Tuberia de Acero Inoxidable C40 D= 1/2" (AISI 304)
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
218015	Tuberia de Acero Inoxidable C/C C40 D= 1/2" (AISI 304)	m	1.00000	7.06		7.06	99.86%
209445	Teflon	u	0.01815	0.38		0.01	0.14%
Subtotal de Materiales:						7.07	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:					0.00	0.00%

Costo Directo Total: 7.07

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.42

Precio Unitario Total	8.49
------------------------------------	-------------

Son: OCHO CON 49/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 528030
Descrip.: Colocación Tubería Ac. Inox. D < 2"
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101006	Equipo menor (%MO)	%MO	5%MO			0.04	5.13%
Subtotal de Equipo:						0.04	5.13%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402004	Peón (EOE2) (Ayudante)	2.00	4.23	0.05815	0.49	62.82%
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.05815	0.25	32.05%
Subtotal de Mano de Obra:					0.74	94.87%

Costo Directo Total: 0.78

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.15

Precio Unitario Total 0.93

Son: CERO CON 93/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 518020
Descrip.: Roscado de tubería de Acero Inoxidable (Domiciliarias) <= 1/2"
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
213011	Roscado de tubería de Acero Inoxidable (Domiciliarias) <= 1/2"	Global	1.00000	0.60		0.60	100.00%
Subtotal de Materiales:						0.60	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 0.60

COSTOS INDIRECTOS							
						20 %	0.12

Precio Unitario Total	0.72
------------------------------------	-------------

Son: CERO CON 72/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 535222
Descrip.: Sum, Medidor de agua 1/2" (Segun espec, ETAPA)
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209444	Medidor de agua potable D=1/2"	u	1.00000	26.45		26.45	100.00%
Subtotal de Materiales:						26.45	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 26.45

COSTOS INDIRECTOS

20 % 5.29

Precio Unitario Total	31.74
------------------------------------	--------------

Son: TREINTA Y UNO CON 74/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 540163
Descrip.: Ins, Medidor de agua potable D=1/2"
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.70000	0.14	2.30%
Subtotal de Equipo:						0.14	2.30%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%	
402104	Peón (EOE2)	1.00	4.23	0.70000	2.96	48.52%	
403009	Plomero (EOD2)	1.00	4.28	0.70000	3.00	49.18%	
Subtotal de Mano de Obra:						5.96	97.70%

Costo Directo Total: 6.10

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.22

Precio Unitario Total	7.32
------------------------------------	-------------

Son: SIETE CON 32/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 590029
Descrip.: Sum, Caja de medidor domiciliar
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
Subtotal de Equipo:						0.00	0.00%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209563	Caja de medidor de agua potable	u	1.00000	12.57		12.57	100.00%
Subtotal de Materiales:						12.57	100.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra							
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.		Total	%
Subtotal de Mano de Obra:						0.00	0.00%

Costo Directo Total: 12.57

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.52

Precio Unitario Total	15.09
------------------------------------	--------------

Son: QUINCE CON 09/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 590015
Descrip.: Ins. Caja de medidor
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.50000	0.10	4.46%
Subtotal de Equipo:						0.10	4.46%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	0.50000	2.14	95.54%
Subtotal de Mano de Obra:					2.14	95.54%

Costo Directo Total: 2.24

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.45

Precio Unitario Total	2.69
------------------------------------	-------------

Son: DOS CON 69/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 505001
Descripción: Mampostería de Ladrillo con mortero 1:3
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	0.60000	0.12	0.53%
Subtotal de Equipo:						0.12	0.53%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
203128	Ladrillo Artesanal Panelon 28x14x9 cm	u	32.00000	0.24		7.68	34.04%
504002	Mortero Cemento:Arena 1:3	m3	0.05000	142.17		7.11	31.52%
Subtotal de Materiales:						14.79	65.56%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402104	Peón (EOE2)	2.00	4.23	0.60000	5.08	22.52%
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	0.60000	2.57	11.39%
Subtotal de Mano de Obra:					7.65	33.91%

Costo Directo Total: 22.56

COSTOS INDIRECTOS

20 % 4.51

Precio Unitario Total	27.07
------------------------------------	--------------

Son: VEINTE Y SIETE CON 07/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 504002
Descrip.: Mortero Cemento:Arena 1:3
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	1.20000	0.24	0.17%
Subtotal de Equipo:						0.24	0.17%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
202005	Cemento (Puesto en obra)	saco	11.00000	7.33		80.63	56.71%
211002	Arena (Puesta en Obra)	m3	1.00000	19.00		19.00	13.36%
201002	Agua	m3	0.19000	0.41		0.08	0.06%
201966	Aditivo Mortero	Lts	4.50000	2.60		11.70	8.23%
Subtotal de Materiales:						111.41	78.36%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402104	Peón (EOE2)	5.00	4.23	1.20000	25.38	17.85%
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	1.20000	5.14	3.62%
Subtotal de Mano de Obra:					30.52	21.47%

Costo Directo Total: 142.17

COSTOS INDIRECTOS

20 % 28.43

Precio Unitario Total 170.60

Son: CIENTO SETENTA CON 60/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 505002
Descripción: Mampostería de Piedra con mortero 1:3
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
101999	Equipo menor	hora	1.00000	0.20	4.00000	0.80	0.83%
Subtotal de Equipo:						0.80	0.83%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
201002	Agua	m3	0.20000	0.41		0.08	0.08%
211001	Piedra	m3	1.00000	16.00		16.00	16.62%
504002	Mortero Cemento:Arena 1:3	m3	0.20000	142.17		28.43	29.53%
Subtotal de Materiales:						44.51	46.23%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
402104	Peón (EOE2)	2.00	4.23	4.00000	33.84	35.15%
403001	Albañil (EOD2)	1.00	4.28	4.00000	17.12	17.78%
Subtotal de Mano de Obra:					50.96	52.93%

Costo Directo Total: 96.27

COSTOS INDIRECTOS

20 % 19.25

Precio Unitario Total 115.52

Son: CIENTO QUINCE CON 52/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 519008
Descripción: Catastro de domiciliarias en sistemas de agua potable
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
103004	Computador	hora	1.00000	1.50	0.15000	0.23	2.89%
Subtotal de Equipo:						0.23	2.89%

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
209570	Hojas de papel bond tipo A4	u	1.00000	0.03		0.03	0.38%
209571	Fotocopiado hoja tipo A4	u	2.00000	0.03		0.06	0.75%
209582	Impresión plano tipo A4	u	1.00000	0.79		0.79	9.91%
519009	Georeferenciación de domiciliaria con equipo GPS, precisión 0.50 m	Pto	2.00000	1.94		3.88	48.68%
Subtotal de Materiales:						4.76	59.72%

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
484001	Dibujante (EOC2)	1.00	4.52	0.66000	2.98	37.39%
Subtotal de Mano de Obra:					2.98	37.39%

Costo Directo Total: 7.97

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.60

Precio Unitario Total 9.57

Son: NUEVE CON 57/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Análisis de Precios Unitarios

Código: 519009
Descripción: Georeferenciación de domiciliaria con equipo GPS, precisión 0.50 m
Unidad: Pto

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total	%
103039	GPS diferencial	Hora	1.00000	150.00	0.01250	1.88	96.91%
Subtotal de Equipo:						1.88	96.91%

Materiales							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total	%
Subtotal de Materiales:						0.00	0.00%

Transporte							
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total	%
Subtotal de Transporte:						0.00	0.00%

Mano de Obra						
Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total	%
444001	Topógrafo (EOC1)	1.00	4.75	0.01250	0.06	3.09%
Subtotal de Mano de Obra:					0.06	3.09%

Costo Directo Total: 1.94

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.39

Precio Unitario Total	2.33
------------------------------------	-------------

Son: DOS CON 33/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA