



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación y rediseño del sistema de agua de Yugshi, sector
La Cofradía-Tañiloma, Cuenca, Azuay.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del grado académico de:

INGENIERO CIVIL

Nombre de los Autores:

MARCO SEBASTIÁN PIEDRA PALACIOS

CARLOS DANIEL BRAVO PALACIOS

Nombre del director:

CARLOS JAVIER FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA WEBSTER

CUENCA, ECUADOR

2023

Dedicatoria

A mis padres por su apoyo constante en toda mi vida, por ser mi ejemplo a seguir e inculcarme los valores que me han formado como una persona de bien.

A mi hermano, compañero y amigo, por brindarme su mano en los momentos en los que más lo necesité.

A mi compañero Carlos con quien realicé este proyecto.

Marco Sebastián Piedra Palacios

Lleno de amor, entusiasmo, esperanza, dedico este trabajo a todos mis seres queridos, familia, amigos, que siempre han sido mi guía y pilar de apoyo durante todos estos años de formación profesional.

A mis padres Marco y María Eugenia que siempre han estado junto a mí, apoyándome y guiándome, incluso muchas veces encarrilándome para ser una mejor persona día a día.

A mi hermano Diego que siempre ha sido mi ejemplo a seguir, dando lo mejor de sí y apoyándome con su conocimiento.

A mis Abuelos Diego, Rosa y Laura por llenarme siempre de cariño y entusiasmo para salir adelante.

A mi enamorada Danny por siempre aguantarme y estar conmigo en cada parte de este proceso.

A mi compañero Marco por confiar en mi para sacar adelante este proyecto.

A mis amigos en general que hemos compartido cada una de las experiencias, altos y bajos, peleas, pero siempre volviendo a confiar el uno del otro.

Carlos Daniel Bravo Palacios

Agradecimiento

A nuestro director, el ingeniero Javier Fernández de Córdova, por acogernos bajo su tutela y guiarnos a lo largo de este trabajo, llegando así a una culminación oportuna del mismo.

Al ingeniero Josué Larriva por su apoyo y consejos en la realización de este proyecto.

A nuestros maestros que nos han impartido sus conocimientos y sabiduría a lo largo de nuestra carrera universitaria.

A nuestros compañeros y amigos que formaron parte importante de este recorrido universitario y se han convertido en una parte importante de nuestras vidas con su amistad.

Marco Piedra y Carlos Bravo



Resumen:

Este proyecto presenta la evaluación y el rediseño del sistema de agua de Yugshi de la parroquia Tarqui del cantón Cuenca. Se inicia con la recopilación de información topográfica, hidráulica y demográfica; para así generar diseños y modelos que cumplan los parámetros establecidos por la norma, determinando diámetros de tuberías, velocidades y presiones permisibles que cubran la demanda de los usuarios. Concluyendo con la propuesta de un nuevo trazado de la red de distribución, respetando los límites de terrenos y vías existentes, además; se presenta un presupuesto referencial para la construcción de la obra.

Palabras clave: abastecimiento, evaluación, hidráulica, presupuesto, rediseño

Abstract:

This project presents the evaluation and redesign of the Yugshi water system in the Tarqui community of the Cuenca canton. It begins with the collection of topographic, hydraulic, and demographic information to generate designs and models that meet the parameters established by the standards, determining pipeline diameters, speeds, and allowable pressures that cover users' demands. Concluding with the proposal for a new layout of the distribution network, respecting the limits of existing land and roads, in addition; a referential budget for the construction of the civil work is presented.

Keywords: budget, evaluation, hydraulics, redesign, watersupply



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen:.....	iv
Abstract:	iv
Índice de contenido	v
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xii
Introducción	1
Antecedentes	1
Alcance.....	1
Justificación.....	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos	2
Capítulo 1. Recopilación de Información	4
1.1 Descripción de la zona de estudio	4
1.1.1 Localización del proyecto	4
1.1.2 Clima.....	7
1.1.3 Uso del suelo	7
1.2 Características poblacionales.....	7
1.2.1 Descripción de la población	7
1.2.2 Vivienda	8
1.2.3 Servicios públicos existentes.....	9
1.2.4 Características socioeconómicas.....	13

Capítulo 2. Evaluación del sistema actual de agua	15
2.1 Levantamiento de información hidráulica.....	15
2.1.1 Calidad del agua en el sistema	15
2.1.2 Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.....	18
2.1.3 Aforamiento en el tanque de captación.....	20
2.2 Infraestructura actual del sistema	21
2.2.1 Captación.....	21
2.2.2 Tanque de reserva	22
2.2.3 Conexión entre tanques	23
2.2.4 Cajas de revisión	24
2.2.5 Redes de distribución	25
2.2.6 Mantenimiento y correcciones realizadas	25
2.3 Evaluación hidráulica de la red actual.....	26
2.3.1 Tipo de red actual.....	26
2.3.2 Población del proyecto.....	26
2.3.3 Dotación del proyecto	26
2.3.4 Caudal de diseño	28
2.3.5 Demanda por nodo de la red actual.....	29
2.3.6 Criterios para la evaluación y análisis de la red.....	31
2.3.7 Cálculo de la red.....	32
2.3.8 Diagnóstico hidráulico	34
Capítulo 3. Rediseño del sistema de agua.....	44
3.1 Parámetros de diseño.....	44
3.1.1 Población futura y periodo de diseño.....	44
3.1.2 Caudal de diseño	45
3.1.3 Demanda futura por nodo de la red.....	45

3.2	Comprobación del tanque de reserva	47
3.2.1	Caudal de diseño	47
3.2.2	Volumen de regulación	47
3.3	Modelación del rediseño.....	48
3.3.1	Parámetros a cumplir.....	48
3.3.2	Modelación del nuevo trazado del sistema	48
3.3.3	Modelación de la válvula reguladora de presión.....	51
3.3.4	Modelación de la red.....	52
	Capítulo 4. Presupuesto referencial del proyecto.....	58
4.1	Rubros presentes en el proyecto y especificaciones técnicas	58
4.1.1	Rubros	58
4.1.2	Especificaciones Técnicas.....	58
4.2	Volumen de obra	58
4.3	Costos de la obra	59
4.3.1	Costos directos	59
4.3.2	Costos indirectos	59
4.4	Presupuesto referencial.....	59
	Conclusiones	63
	Recomendaciones.....	64
	Referencias bibliografía	65
	Anexos.....	67

Índice de tablas

Tabla 1.1. Coordenadas del proyecto de distribución de agua.....	6
Tabla 2.1. Parámetros físicos de calidad de agua.....	16
Tabla 2.2. Parámetros químicos de calidad de agua	16
Tabla 2.3. Límite de plaguicidas en el agua.....	16
Tabla 2.4. Límites de sustancias tóxicas y metales pesados	17
Tabla 2.5. Resultados del análisis de agua del tanque de reserva comparados con la norma.....	18
Tabla 2.6. Resultados del análisis de agua del nodo 9 de la red comparados con la norma.....	19
Tabla 2.7. Resultados del análisis de agua del nodo 21 de la red comparados con la norma.....	19
Tabla 2.8. Cálculo del aforo de la vertiente	21
Tabla 2.9. Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua	27
Tabla 2.10. Dotaciones de agua para los niveles de servicio	27
Tabla 2.11. Porcentajes de fugas a considerarse en redes de abastecimiento de agua	28
Tabla 2.12. Caudales requeridos por nodo en el sistema actual.....	30
Tabla 2.13. Coeficientes de pérdidas menores por accesorios.....	34
Tabla 2.14. Resumen de tuberías de la modelación de la red actual.....	36
Tabla 2.15. Tuberías con pérdidas unitarias elevadas.....	38
Tabla 2.16. Resumen de nodos de la modelación de la red actual.....	38
Tabla 2.17. Nodos con presiones Elevadas.....	41
Tabla 2.18. Comparación de presiones	41
Tabla 2.19. Cálculo de NSE para la modelación de la red actual	42
Tabla 2.20. Criterio de evaluación del NSE.....	42

Tabla 3.1. Proyección de la población futura.....	44
Tabla 3.2. Densidad poblacional en la zona de estudio	45
Tabla 3.3. Caudales requeridos por nodo en el sistema	46
Tabla 3.4. Presiones superiores a las permisibles en el rediseño del sistema	50
Tabla 3.5. Presiones por debajo de las permisibles en el rediseño del sistema.....	52
Tabla 3.6. Resumen de tuberías de la modelación del rediseño.....	52
Tabla 3.7. Resumen de nodos de la modelación de la red actual.....	55
Tabla 4.2. Presupuesto de la obra.....	59

Índice de figuras

Figura 1.1. Ubicación de la Parroquia Tarqui.....	4
Figura 1.2. Ubicación del proyecto de estudio.....	5
Figura 1.3. Esquema de la red de distribución de agua existente	6
Figura 1.4. Número de personas usuarias del sistema	8
Figura 1.5. Tipo de vivienda	8
Figura 1.6. Uso de vivienda	9
Figura 1.7. Tipo de material de construcción.....	9
Figura 1.8. Servicios básicos para los usuarios del servicio	10
Figura 1.9. Servicio de agua.....	11
Figura 1.10. Almacenaje de agua.....	11
Figura 1.11. Calidad del agua recibida.....	12
Figura 1.12. Uso que se le da al recurso	12
Figura 1.13. Usuarios dispuestos a colaborar para la mejora del sistema.....	13
Figura 1.14. Número de personas que aportan ingresos al hogar	13
Figura 1.15. Ingreso promedio familiar	14
Figura 1.16. Actividad económica que sustenta el hogar.....	14
Figura 2.1. Aforo del caudal del sistema.....	21
Figura 2.2. Tanque de captación del sistema	22
Figura 2.3. Tanque de almacenamiento del sistema	22
Figura 2.4. Fuga del tanque de almacenamiento.....	23
Figura 2.5. Conducción de PVC	23
Figura 2.6. Reemplazo con manguera de polietileno.....	24
Figura 2.7. Pozo del tanque de captación.....	24
Figura 2.8. Pozo del tanque de reserva	25

Figura 2.9. Uniones de la red	25
Figura 2.10. Trazado de la red actual	35
Figura 2.11. Pérdidas unitarias en la red actual	37
Figura 2.12. Presiones en la red actual.....	40
Figura 3.1. Trazado del rediseño del sistema.....	49
Figura 3.2. Presiones superiores a las permisibles.....	50
Figura 3.3. Presiones reguladas con una válvula reductora de presión.....	51
Figura 3.4. Pérdidas unitarias en el rediseño.....	54
Figura 3.5. Presiones en el rediseño.....	57

Índice de anexos

Anexo 1. Modelo de encuesta aplicado.....	67
Anexo 2. Informes del análisis físico químico y microbiológico del agua.....	69
Anexo 3. Medición en campo de presiones existentes.....	72
Anexo 4. Planos del rediseño de la red y de la cámara reductora de presión	73
Anexo 5. Especificaciones Técnicas Generales (ETAPA EP, 2018).....	75
A5.1 Replanteo.....	75
A5.2 Excavación	76
A5.3 Relleno	80
A5.4 Desalojo, limpieza y sobrecarreo de material producto de excavaciones	84
A5.5 Conexiones domiciliarias de agua potable.....	86
A5.6 Tuberías y accesorios de cloruro de polivinilo PVC de presión	87
A5.7 Suministro de tuberías de cloruro de polivinilo PVC de presión.....	88
A5.8 Suministro de accesorios de cloruro de polivinilo PVC de presión.....	90
A5.9 Instalación de tuberías de cloruro de polivinilo PVC de presión.....	91
A5.10 Instalación de accesorios cloruro de polivinilo PVC de presión.....	94
A5.11 Reposición de caminería	95
A5.12 Arreglo de vías con equipo pesado	95
A5.13 Encofrados.....	96
A5.14 Replantillos	99
A5.15 Suministro y colocación de acero de refuerzo	100
A5.16 Suministro brocales y tapas de hormigón prefabricado	102
A5.17 Hormigones.....	103
Anexo 6. Volúmenes de obra	111

Introducción

La calidad de un sistema de distribución de agua se puede determinar según la cobertura de la zona, continuidad del servicio, eficiencia en la solución de fallas y conformidad en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del recurso; en base a esto se tiene que Cuenca se encuentra en una de las categorías más altas y eficientes en la prestación de este servicio (Agencia de Regulación y Control del Agua, 2020).

Sin embargo, algunas zonas rurales de este cantón no cuentan con un servicio público de distribución de agua y por lo tanto las personas que residen en estos lugares han tenido que cubrir esta necesidad construyendo sistemas de distribución de agua propios generando así redes que muchas veces no están bien diseñadas (Molina et al, 2020).

Este trabajo plantea la evaluación del sistema y un rediseño de la red de distribución de agua de Yugshi bajo criterios técnicos, dicha conducción presenta un tanque de captación y la red de abastecimiento de agua hacia los distintos predios y domicilios de los usuarios.

Antecedentes

El sistema de distribución de agua de la vertiente Yugshi, ubicado en el sector la Cofradía, perteneciente a la comunidad de Tañiloma en la parroquia Tarqui del cantón Cuenca provincia del Azuay, fue un proyecto planeado y construido por las personas que vivían en esta zona para dotar de agua a sus hogares y bebederos para su ganado; teniendo así un tiempo de uso a la actualidad de 50 años aproximadamente, habiendo cumplido el periodo para el cual se planificó la obra; por lo cual ha empezado a presentar fallas en su parte operacional.

Alcance

El servicio de abastecimiento de agua es un aspecto fundamental para el desarrollo y buena convivencia de una comunidad, con el desarrollo de este proyecto se espera determinar zonas críticas del sistema de distribución de agua al igual que mejorar el servicio a los usuarios, reduciendo así problemas técnicos y de funcionamiento. Mediante el planteamiento y la selección de una alternativa definitiva para el trazado del sistema, haciendo uso de un software especializado.

Justificación

Debido al tiempo de vida que tiene este proyecto varios accesorios de la red presentan fisuras o fugas, por lo cual su desempeño ya no es el adecuado, un gran porcentaje de estas fallas no es arreglado oportunamente produciéndose por este motivo una pérdida considerable de agua; de igual manera los arreglos que se realizan en el sistema ocasionan una molestia para los usuarios debido a los cortes del servicio.

Otro problema que presenta este proyecto es que no fue diseñado por un técnico en el área, es por esto que no se tomó en cuenta la importancia de una adecuada configuración y trazado de la red; debido a esto el tendido de las tuberías en gran parte del sistema atraviesa terrenos privados sin respetar los linderos de los mismos ya que en la época en que se llevó a cabo la obra eran terrenos para uso agrícola y ganadero por lo cual el proyecto no presentó inconvenientes, sin embargo, con el paso de los años se han tenido que realizar replanteos de la red.

Este sistema en sus inicios fue utilizado para abastecer a un número de usuarios reducido en comparación con los actuales, sin embargo, el proyecto ha cubierto satisfactoriamente la demanda de las personas que han construido sus hogares en la zona. Sin embargo, no se ha realizado un aforamiento de la fuente para determinar el caudal y establecer un valor específico sobre cuántos usuarios pueden ser beneficiados de este sistema. De igual manera cuando se construyó el proyecto, se realizaron los análisis correspondientes del agua y se concluyó que era apta para el uso humano, no obstante, en la actualidad no se posee un estudio sobre las características fisicoquímicas de este recurso para establecer el uso que puede tener.

Objetivo general

Evaluar el estado operacional de la red de distribución de agua y rediseñar el proyecto para optimizar el sistema de abastecimiento de la vertiente Yugshi, zona la Cofradía, comunidad Tañiloma de la parroquia Tarqui, cantón Cuenca, provincia del Azuay.

Objetivos específicos

- Levantar información para evaluar y rediseñar el sistema.
- Evaluar el sistema de abastecimiento de agua.

- Analizar las características fisicoquímicas del agua en la captación del sistema y en un punto de la red.
- Rediseñar el sistema de agua.

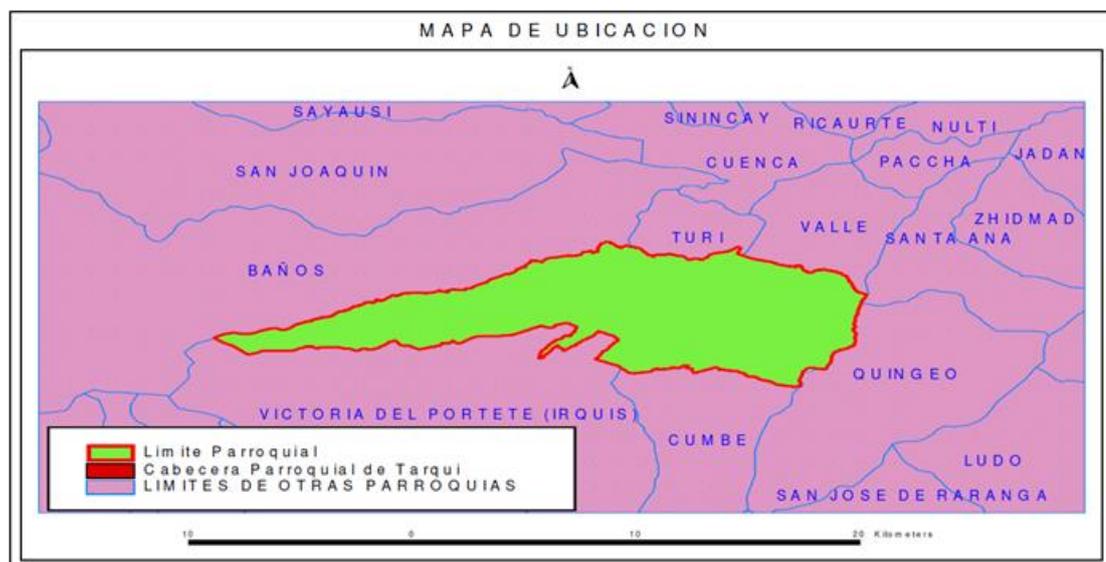
Capítulo 1. Recopilación de Información

1.1 Descripción de la zona de estudio

1.1.1 Localización del proyecto

La parroquia Tarqui está en el suroeste del Cantón Cuenca, tiene un área de 15 100 hectáreas; el centro parroquial está a una distancia de 17 km al centro de la ciudad de Cuenca, dicha parroquia está limitada por Turi, Baños y el Valle en el norte; al sur por Cumbe y Victoria del Portete, en el este por Santa Ana y Quingeo mientras que en el oeste por Victoria del Portete y Baños (Junta parroquial de Tarqui, 2008) como indica la siguiente figura:

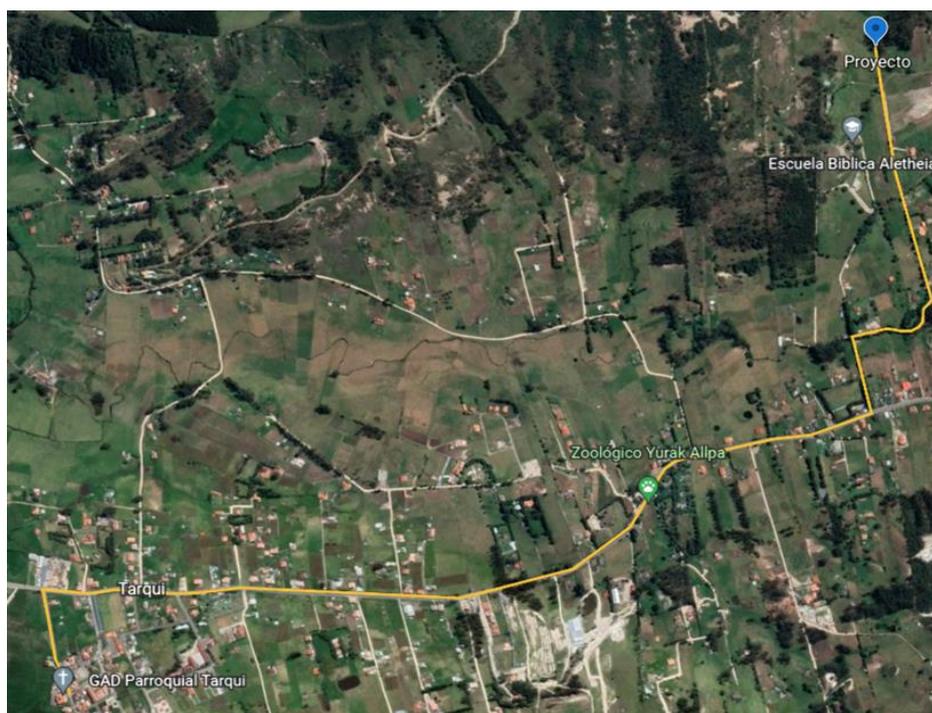
Figura 1.1. Ubicación de la Parroquia Tarqui.



Nota. Límites territoriales con otras parroquias. *Fuente:* Junta parroquial de Tarqui (2008)

El sistema de distribución de agua a evaluar y rediseñar perteneciente a Tarqui se encuentra a 3.5 km de su centro parroquial siguiendo la ruta que indica la figura 1.2, en el sector La Cofradía perteneciente a la comunidad de Tañiloma.

Figura 1.2. Ubicación del proyecto de estudio



Nota. La ubicación del proyecto hace referencia al tanque de reserva del sistema.
Fuente: Google earth

El sistema actual presenta dos depósitos de agua, uno de ellos funciona como como tanque de reserva y captación direccionando de esta manera el agua hacia un segundo tanque que cumple un rol de dissipador de presión y de almacenamiento, este último tiene un volumen de 14 m^3 . La red tiene una longitud cercana a los 3 km situada a una profundidad en su mayor parte de 50 cm aproximadamente, teniendo lugares críticos en donde está a una profundidad superior a los 2 metros debido a que se han realizado terraplenes y movimientos de tierra en los predios, en la figura 1.3 se observa el trazado aproximado de la red.

Figura 1.3. Esquema de la red de distribución de agua existente



Nota. El trazado del sistema es aproximado. *Fuente:* Geoportal Web de la Alcaldía de Cuenca

La zona en donde se encuentra emplazado el proyecto tiene una altura máxima de 2725 m.s.n.m y una mínima de 2655 m.s.n.m y está ubicado en las coordenadas que indica la tabla 1.1.

Tabla 1.1.
Coordenadas del proyecto de distribución de agua

Estructura	Coordenada Este	Coordenada Norte
Tanque de Captación	719511.6	9669101.6
Tanque de Reserva	719655.5	9668791.1

Fuente: Geoportal Web de la Alcaldía de Cuenca

1.1.2 Clima

En base al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) Tarqui posee 2 tipos de clima representativos, el Ecuatorial de Alta Montaña y el Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo; siendo este último el clima predominante en la zona del proyecto analizado. Este se caracteriza por tener temperaturas muy variadas, teniendo las más altas en los meses de marzo y septiembre; mientras que las más bajas se presentan en junio y julio. La temperatura media de esta zona varía entre 12 y 20° C, además, la humedad relativa fluctúa entre 65 y 85%, las precipitaciones promedio anuales de esta parroquia inician con 770 mm y llegan en algunas zonas a 1000 mm.

1.1.3 Uso del suelo

Entendiéndose por uso de suelo a la clasificación de terrenos afectados por la actividad humana en donde se genere una modificación en el ambiente, tal como; campos de cultivo, pastos, asentamientos humanos que están directamente relacionados con el crecimiento urbano. (PDOT GADPR SANTA ANA 2019-2023, 2019).

Analizando el caso de Tarqui la mayor extensión del territorio está cubierto por pasto, el cual es destinado para uso ganadero; seguido a esto existe la presencia de bosques y el uso de terreno para actividades agrícolas de cultivos de ciclo corto y finalmente, en menor porcentaje se tiene suelo para desarrollo urbano que con el nuevo PDOT se incentivará el crecimiento de este. (PDOT DE LA PARROQUIA TARQUI, 2018).

1.2 Características poblacionales

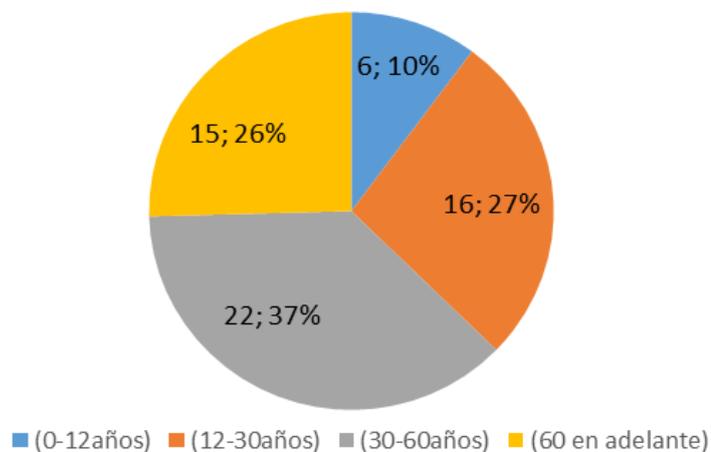
Esta parroquia está conformada por 26 comunidades, el proyecto dota de agua a un sector de la comunidad de Tañiloma; gracias a que el sistema no abastece a un número alto de familias y terrenos se pudo aplicar una encuesta a la totalidad de usuarios, esto con la finalidad de determinar las diferentes características demográficas, la situación de las personas que habitan en esta zona y la percepción que tienen sobre el proyecto, el modelo de encuesta se encuentra en el anexo 1. Obteniendo los siguientes resultados:

1.2.1 Descripción de la población

Haciendo referencia a las personas que residen en la zona y son usuarios del proyecto, el mayor número de beneficiarios están en el rango de 30 a 60 años, seguidos por el

grupo de 12 a 30 años y las personas mayores a 60 años, finalmente, la menor población es la de niños menores de 12 años.

Figura 1.4. Número de personas usuarias del sistema

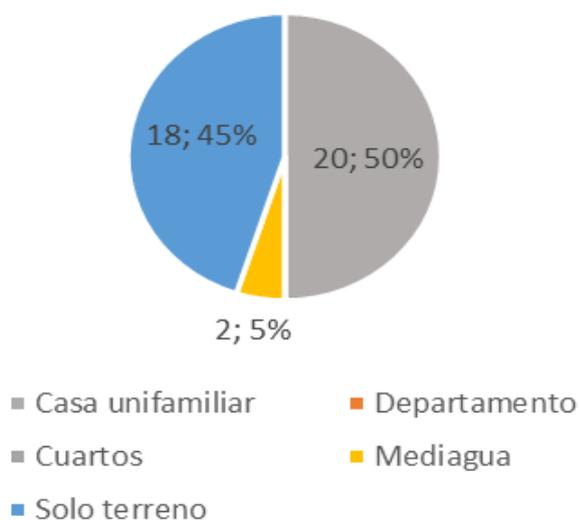


Fuente: Elaboración Propia

1.2.2 Vivienda

El 50% de usuarios del sistema dispone de una casa unifamiliar, siendo así el grupo más representativo del sistema; seguido a esto el 45% tiene únicamente terreno sin la presencia de una construcción y finalmente el 5% de personas tiene una mediagua.

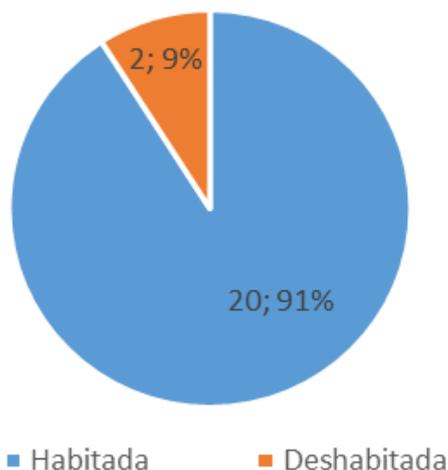
Figura 1.5. Tipo de vivienda



Fuente: Elaboración Propia

Un bajo porcentaje de los usuarios tienen una vivienda deshabitada, este valor es del 9% correspondiente a las personas que tenían una mediagua; por otro lado, el 91% de personas habitan sus hogares.

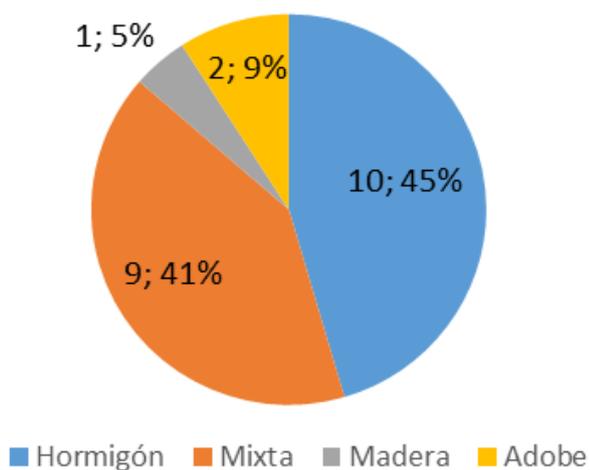
Figura 1.6. Uso de vivienda



Fuente: Elaboración Propia

El 45% de las viviendas son de hormigón, seguido a esto, con un 41% las construcciones mixtas entre hormigón, madera y adobe se ubican en segundo lugar, un 9% es de adobe y finalmente, el 5% corresponde a edificaciones únicamente de madera.

Figura 1.7. Tipo de material de construcción



Fuente: Elaboración Propia

1.2.3 Servicios públicos existentes

En la actualidad e incentivado por la pandemia el uso de tecnologías ha pasado a ser un aspecto fundamental para la vida cotidiana de las personas, es por esto que el internet y la telefonía se han convertido en servicios importantes a tomar en cuenta y que están estrechamente relacionados con los demás servicios básicos.

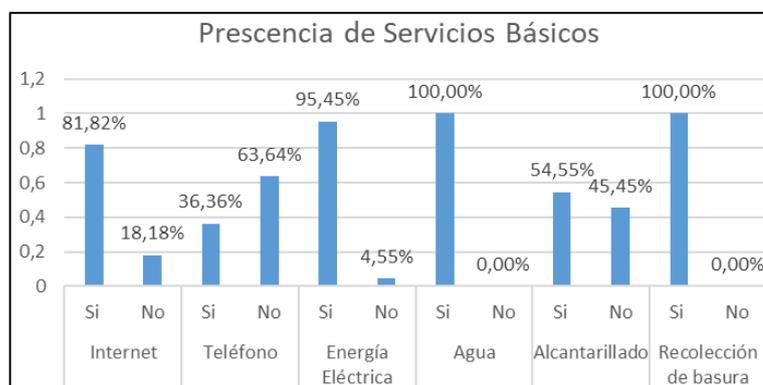
En Tarqui, al igual que en otras zonas rurales, la disponibilidad de internet es bastante baja, teniendo una gran participación empresas privadas que ofrecen este servicio. De acuerdo con la Encuesta Multipropósito de 2019, el 47,74% de los hogares en la zona rural del cantón tienen acceso a internet. Esto refleja una tendencia similar a la desigualdad que se observa en la cobertura de servicios básicos como agua potable, alcantarillado y recolección de desechos en la zona rural. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca, 2022)

El suministro de energía eléctrica es cubierto por la empresa regional CENTROSUR, al igual que el alumbrado público que posee la zona en donde está emplazado el proyecto.

Existe la presencia de alcantarillado público, sin embargo, no todas las viviendas logran conectarse a este sistema y se ven en la necesidad de hacer uso de pozos sépticos.

También, la comunidad de Tañiloma y por lo tanto el sector de La Cofradía posee el servicio de recolección de basura establecido en el plan del GAD parroquial de Tarqui. De esta manera se tiene la siguiente figura que resume la accesibilidad a servicios básicos por parte de los usuarios del sistema:

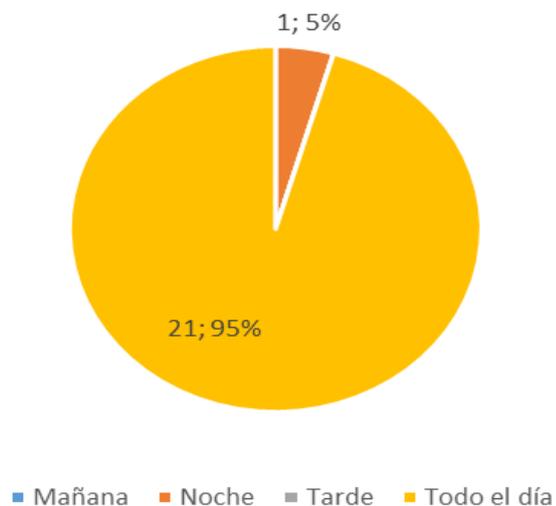
Figura 1.8. Servicios básicos para los usuarios del servicio



Fuente: Elaboración Propia

Actualmente, el 95% de los usuarios señala que recibe permanentemente el servicio de agua, mientras que la diferencia corresponde a un usuario que indica la ausencia del servicio en la mañana y tarde.

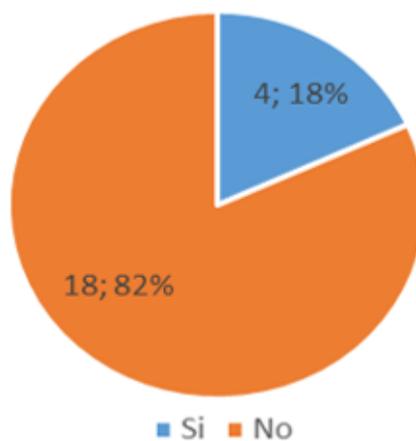
Figura 1.9. Servicio de agua



Fuente: Elaboración Propia

Un 18% de las personas encuestadas afirma que almacena el agua en tanques y el 82% no lo hace de ninguna forma.

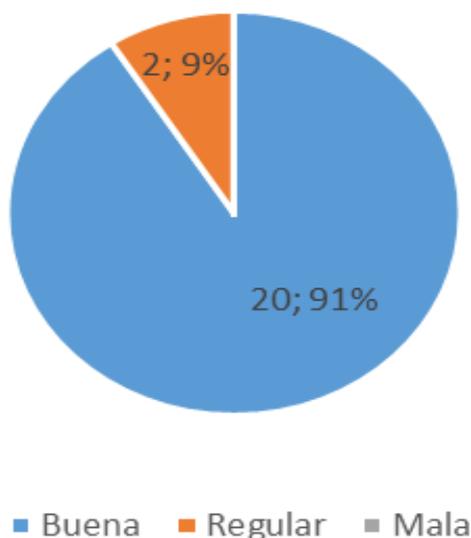
Figura 1.10. Almacenaje de agua



Fuente: Elaboración Propia

Al hablar sobre la calidad del agua se puede decir que la mayoría de los usuarios consideran que es buena y el 9% la percibe de un nivel regular.

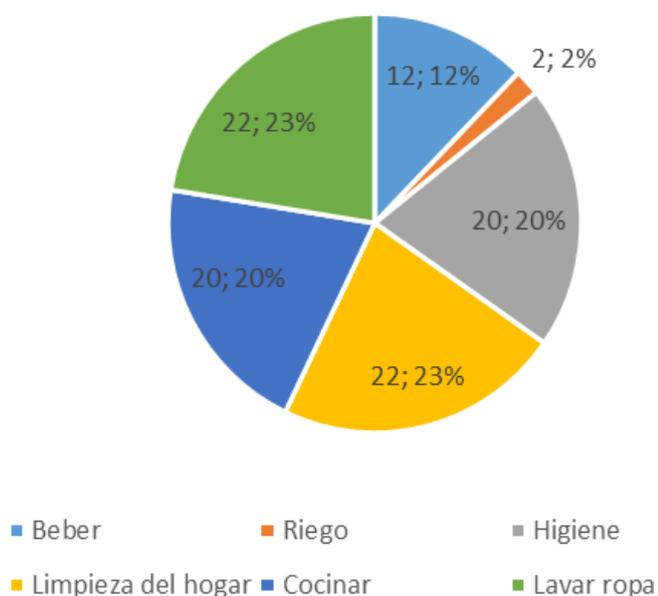
Figura 1.11. Calidad del agua recibida



Fuente: Elaboración Propia

En referencia al uso que se le da a este recurso se puede mencionar los usos comunes del hogar como higiene personal, cocinar, limpieza del hogar y lavado de ropa con el mayor porcentaje; en una menor cantidad se tiene el uso para beber con un 12% y un 2% de personas la utilizan para riego, siendo esta actividad prohibida por la directiva del proyecto.

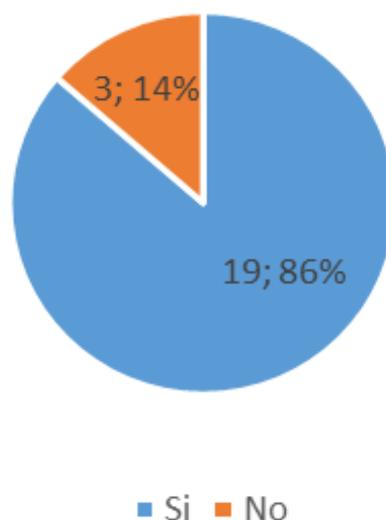
Figura 1.12. Uso que se le da al recurso



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, teniendo en cuenta que el costo del servicio es de un dólar mensual, al plantear una propuesta de mejoramiento y rediseño del sistema el 86% de los usuarios estuvieron de acuerdo en colaborar para su ejecución.

Figura 1.13. Usuarios dispuestos a colaborar para la mejora del sistema

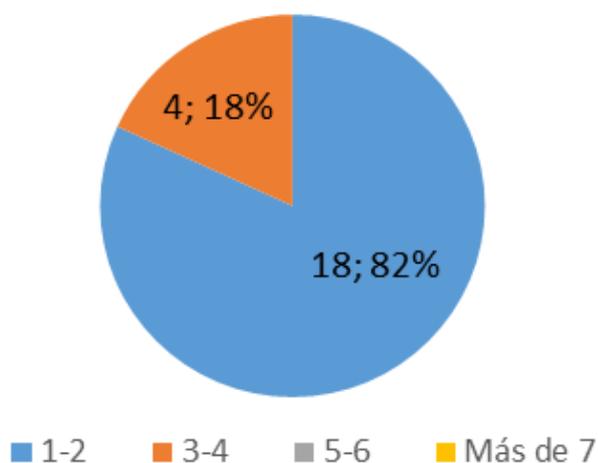


Fuente: Elaboración Propia

1.2.4 Características socioeconómicas

Al evaluar el campo socioeconómico de las personas beneficiarias del sistema se tiene que el 82% de las familias tiene de 1 a 2 personas que aportan ingresos para el hogar y un 18% de 3 a 4 personas.

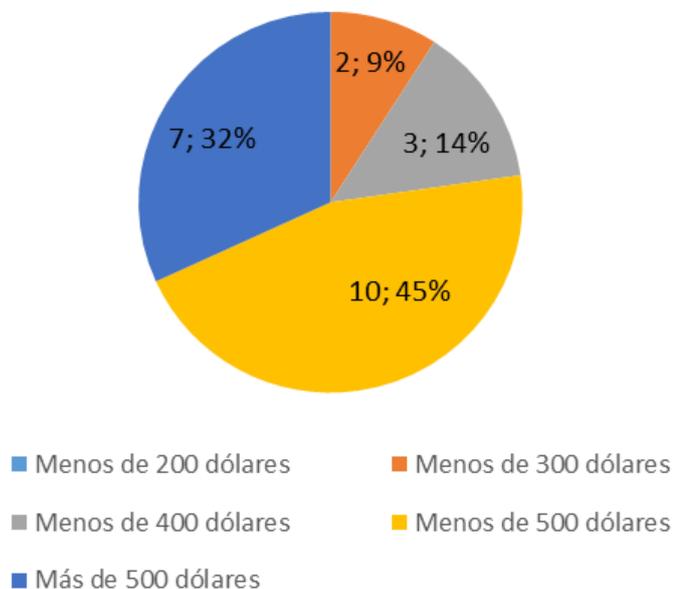
Figura 1.14. Número de personas que aportan ingresos al hogar



Fuente: Elaboración Propia

A la hora de analizar los ingresos familiares se tiene que el 45% de la población percibe un capital de \$400 a \$500, un 32% más de 500 dólares mensuales, un 14% recibe entre \$300 y \$400, finalmente, un 9% tiene ingresos entre \$200 y \$300.

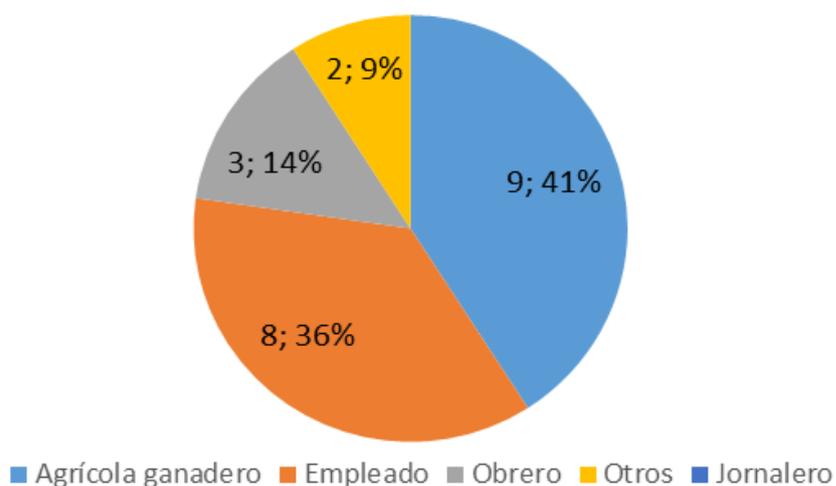
Figura 1.15. Ingreso promedio familiar



Fuente: Elaboración Propia

La actividad económica predominante en los usuarios del sistema es la ganadería y agricultura con un 41%, seguido a esto se tiene un 36% de personas que trabajan como empleados, luego un 14% que laboran como obreros de construcción y el 9% tiene emprendimientos propios.

Figura 1.16. Actividad económica que sustenta el hogar



Fuente: Elaboración Propia

Capítulo 2. Evaluación del sistema actual de agua

El diseño de redes de distribución de agua es un proceso complejo que implica la identificación de las necesidades de la población, la determinación de las fuentes de agua disponibles, al igual que la evaluación de su calidad y cantidad, la planificación de las redes de distribución y la selección de los materiales adecuados para la construcción de estas.

Para lograr una distribución que asegure un buen servicio y conformidad de los usuarios, se debe considerar varios factores, como la presión del agua, el diámetro de las tuberías, la velocidad del agua y la capacidad de las tuberías para soportar cargas externas.

En Ecuador, se utilizan diferentes tipos de materiales para la construcción de las redes de distribución, como el PVC, el hierro fundido, el acero y el polietileno de alta densidad. La selección del material depende de varios factores, como el costo, la durabilidad, la resistencia a la corrosión y la facilidad de instalación.

2.1 Levantamiento de información hidráulica

2.1.1 Calidad del agua en el sistema

La norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural tiene por objetivo determinar los límites permisibles de concentración de compuestos y elementos en el recurso analizado para que este sea catalogado, de esta manera el estudio realizado tiene un carácter fisicoquímico.

El sistema de distribución de agua evaluado no ofrece ninguna forma de tratamiento para este recurso, sin embargo, es utilizado para consumo humano y debido a esto los parámetros obtenidos con los análisis serán comparados con algunos de los límites para agua potable señalados en las siguientes tablas:

Tabla 2.1.
Parámetros físicos de calidad de agua

Parámetros I			
Parámetro	Unidades	Límite Deseable	Límite Máximo Permisible
Turbiedad	NTU	5	20
Cloro residual	mg/l	0.5	0.3-1.0
Ph	U	7.0-8.5	6.5-9.5
Parámetros II			
Parámetro	Unidades	Límite Deseable	Límite Máximo Permisible
Coliformes totales	NMP/100	Ausencia	Ausencia
Color	ml	5	30
Olor	Pt-Co	Ausencia	Ausencia
Sabor		Inobjetable	Inobjetable

Fuente: (SENAGUA, 2014)

Tabla 2.2.
Parámetros químicos de calidad de agua

Parámetros III			
Parámetro	Unidades	Límite Deseable	Límite Máximo Permisible
Dureza total	mg/l CaCO ₃	120	300
Sólidos totales disueltos	mg/l	500	1000
Hierro	mg/l	0.2	0.8
Manganeso	mg/l	0.05	0.3
Nitratos	mg/l	10	40
Sulfatos	mg/l	50	400

Fuente: (SENAGUA, 2014)

Tabla 2.3.
Límite de plaguicidas en el agua

Parámetros IV		
Parámetro	Unidades	Límite Máximo Permisible
Aldrín	ig/l	0.03
Dieldrín	ig/l	0.03

Clordano	ig/l	0.03
DDT	ig/l	1.00
Endrín	ig/l	0.20
Heptacloroepóxido	ig/l	0.10
Lindano	ig/l	3.00
Metoxicloro	ig/l	30.00
Toxafeno	ig/l	5.00
Clorofenoxy 2, 4, D	ig/l	100.00
2, 4, 5-TP	ig/l	10.00
2, 4, 5-T	ig/l	2.00
Carbaril	ig/l	100.00
Diazinón	ig/l	10.00
Metil Parathión	ig/l	7.00
Parathión	ig/l	35.00

Fuente: (SENAGUA, 2014)

Tabla 2.4.
Límites de sustancias tóxicas y metales pesados

Parámetros V			
Parámetro	Unidades	Límite Deseable	Límite Máximo Permisible
Arsénico	mg/l	0.00	0.05
Plomo	mg/l	0.00	0.05
Mercurio	mg/l	0.00	0.00
Cromo exavalente	mg/l	0.00	0.05
Cadmio	mg/l	0.00	0.005
Selenio	mg/l	0.00	0.01
Cianuro	mg/l	0.00	0.00
Cloroformo	mg/l	0.00	0.20

Fuente: (SENAGUA, 2014)

La captación del sistema evaluado se encuentra en una zona en donde no existe la presencia de cultivos que sean tratados con plaguicidas, es por esto que los componentes de la tabla 2.3 no serán analizados en los estudios correspondientes.

2.1.2 Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua

Para la realización del análisis del recurso hídrico se plantea la toma de muestras en dos puntos de la red y en el tanque de almacenamiento; esto para conocer el estado en el cual se encuentra la red, los informes de este análisis se encuentran en el anexo 2.

Las muestras tomadas en campo se analizaron en el laboratorio de química de la Universidad del Azuay en el mes de abril, dando como resultado que los parámetros analizados se encuentran dentro del límite permitido por la norma de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural (Tabla 2.5, Tabla 2.6, Tabla 2.7)

Tabla 2.5.
Resultados del análisis de agua del tanque de reserva comparados con la norma

Muestra Obtenida del Tanque de Reserva					
Análisis	Unidades	Método	Resultado	Límite Deseable	Límite Permisible
Sólidos Sedimentables	mg/L	Gravimétrico	<0.1	-	-
Sólidos Totales	mg/L	Gravimétrico	188	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	Potenciométrico	68,9	500	1000
Sólidos suspendidos totales	mg/L	Gravimétrico	119,1	-	-
Conductividad	µS/cm	Potenciométrico	138,4	-	-
pH	N/A	Potenciométrico	7,1	7,0-8,5	6,5-9,5
Turbidez	NTU	Espectrofotométrico	<0.1 NTU	5	20
Dureza Total	mg/L	Gravimétrico	79,4	120	300
Color	Tono de color % pureza	Colorimétrico	Incoloro sin pureza	-	-
Coliformes fecales	NMP / 100 ml.	Standard Methods (procedimiento 9221)	<1.8	-	-
Coliformes totales	NMP / 100 ml	Standard Methods (procedimiento 9221)	<1.8	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2.6.
Resultados del análisis de agua del nodo 9 de la red comparados con la norma

Muestra Obtenida del Nodo 9					
Análisis	Unidades	Método	Resultado	Límite Deseable	Límite Permisible
Sólidos Sedimentables	mg/L	Gravimétrico	<0.1	-	-
Sólidos Totales	mg/L	Gravimétrico	144	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	Potenciométrico	69,9	500	1000
Sólidos suspendidos totales	mg/L	Gravimétrico	74,1	-	-
Conductividad	µS/cm	Potenciométrico	139,8	-	-
pH	N/A	Potenciométrico	6,8	7,0-8,5	6,5-9,5
Turbidez	NTU	Espectrofotométrico	<0.1	5	20
Dureza Total	mg/L	Gravimétrico	74,6	120	300
Color	Tono de color % pureza	Colorimétrico	Incoloro sin pureza	-	-
Coliformes fecales	NMP / 100 ml.	Standard Methods (procedimiento 9221)	<1.8	-	-
Coliformes totales	NMP / 100 ml	Standard Methods (procedimiento 9221)	<1.8	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2.7.
Resultados del análisis de agua del nodo 21 de la red comparados con la norma

Muestra Obtenida del Nodo 21					
Análisis	Unidades	Método	Resultado	Límite Deseable	Límite Permisible
Sólidos Sedimentables	mg/L	Gravimétrico	<0.1	-	-
Sólidos Totales	mg/L	Gravimétrico	136	-	-
Sólidos totales disueltos	mg/L	Potenciométrico	69,2	500	1000

Sólidos suspendidos totales	mg/L	Gravimétrico	66,8	-	-
Conductividad	μS/cm	Potenciométrico	138,1	-	-
pH	N/A	Potenciométrico	7,2	7,0-8,5	6,5-9,5
Turbidez	NTU	Espectrofotométrico	<0.1	5	20
Dureza Total	mg/L	Gravimétrico	79,6	120	300
Color	Tono de color % pureza	Colorimétrico	Incoloro sin pureza	-	-
Coliformes fecales	NMP / 100 ml.	Standard Methods (procedimiento 9221)	<1.8	-	-
Coliformes totales	NMP / 100 ml	Standard Methods (procedimiento 9221)	<1.8	Ausencia	Ausencia

Fuente: Elaboración Propia

2.1.3 Aforamiento en el tanque de captación

Para realizar el rediseño de la red de abastecimiento de agua es indispensable conocer el caudal con el que se cuenta, esto con la finalidad de determinar el número de usuarios que pueden ser abastecidos por el sistema. Para lograr esta medición se empleó el método volumétrico, siendo este una técnica para medir caudales de pequeños, como vertientes o riachuelos, siempre y cuando el recipiente utilizado tenga un tamaño cómodo y la capacidad del mismo pueda ser medida con precisión.

El proceso para llevar a cabo este método consiste en captar el caudal de la vertiente en un depósito con un volumen conocido y medir el tiempo que tarda en llenarse. De esta manera, se puede calcular el caudal mediante la fórmula:

$$Q = \frac{V}{T} \quad \text{Fórmula 2.1}$$

Donde:

Q: representa el caudal aforado (m³/s)

V: es el volumen del recipiente (m³)

T: es el tiempo en el cual se llena el recipiente (segundos)

Se debe tener en cuenta que la precisión de esta forma de aforamiento depende de la exactitud con la que se pueda medir la capacidad del recipiente (ICC, 2017).

Para la realización de este procedimiento se tomaron 6 muestras a diferentes horas en el mismo día, utilizando para esto una libreta de apuntes, un cronómetro y un balde de 10 lts (figura 2.1). Obteniendo así la siguiente tabla de resultados:

Tabla 2.8.
Cálculo del aforo de la vertiente

Muestra N°	Hora	Volumen (l)	Tiempo (s)	Tiempo Promedio (s)	Caudal (l/s)
1	08H00	10	9,93		
2	10H00	10	10,87		
3	12H00	10	10,39		
4	14H00	10	11,02	10,34	0,97
5	16H00	10	10,37		
6	18H00	10	9,46		

Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.1. Aforo del caudal del sistema



Fuente: Elaboración Propia

2.2 Infraestructura actual del sistema

2.2.1 Captación

El sistema de abastecimiento de agua analizado tiene su inicio con la captación en la vertiente en donde el agua es conducida mediante una tubería de PVC con diámetro de 2” directamente un tanque de hormigón armado como se puede evidenciar en la figura 2.2, dicho depósito tiene una capacidad de 20 m³ y cumple una función tanto de

captación como de almacenamiento, este se ubica en la parte más alta del sistema en una cota aproximada de 2810 m.

Figura 2.2. Tanque de captación del sistema



Fuente: Elaboración Propia

2.2.2 Tanque de reserva

Este tanque de almacenamiento está ubicado a una altura de 2720 m y se encuentra cercado para evitar el paso de personas, es de hormigón armado y posee una configuración cilíndrica con una capacidad de 14 m³ (figura 2.3); cabe recalcar que tiene una filtración visible en su pared como se puede observar en la figura 2.4.

Figura 2.3. Tanque de almacenamiento del sistema



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.4. Fuga del tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración Propia

2.2.3 Conexión entre tanques

La conexión entre el tanque de captación y el de reserva tiene una longitud de 350 metros, antes de llegar al tanque de almacenamiento existe una ramificación que abastece a dos usuarios del sistema. Esta conducción en sus inicios fue construida con tubería PVC de 1 ½”, sin embargo, uno de sus tramos se encontraba descubierto (figura 2.5) y sufrió una rotura, la cual fue reemplazada con manguera negra de polietileno por lo cual existen fugas y arreglos deficientes como se evidencia en la figura 2.6.

Figura 2.5. Conducción de PVC



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.6. Reemplazo con manguera de polietileno



Fuente: Elaboración Propia

2.2.4 Cajas de revisión

Existen pozos a continuación de los tanques de captación y reserva los cuales tienen por función controlar el paso de agua, esto con la finalidad de cortar el servicio en caso de requerir una modificación en el sistema, además; tienen la posibilidad de vaciar el tanque para realizar labores de mantenimiento y limpieza en este. Dichos pozos tienen una dimensión aproximada de 90x60 cm para el tanque de captación (figura 2.7) y de 70x70 cm en el tanque de reserva (figura 2.8).

Figura 2.7. Pozo del tanque de captación



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2.8. Pozo del tanque de reserva

Fuente: Elaboración Propia

2.2.5 Redes de distribución

La red de abastecimiento posee una matriz principal de la cual surgen tres ramificaciones para abastecer a los usuarios más lejanos del sistema, llegando así a una longitud de 3 km de conducciones. Las conducciones presentan tramos con tubería de diámetro de 1 ½” y 1”.

En varias zonas de la red existen puntos en los cuales la tubería está descubierta para realizar revisiones de uniones “T”, sin embargo, la forma en que están ubicadas y protegidas no es la adecuada (figura 2.9).

Figura 2.9. Uniones de la red

Fuente: Elaboración Propia

2.2.6 Mantenimiento y correcciones realizadas

Con el paso de los años a partir de la construcción del proyecto se han realizado mantenimientos principalmente a los tanques de captación y reserva, dejando a un lado la red como tal. Dentro de este mantenimiento constan limpiezas cada 6 meses de los

tanques y arreglos de fisuras presentes en los mismos, al igual que su pintado. Anualmente se realiza una limpieza de maleza en la vertiente del sistema.

Dentro de la red se han realizado correcciones de su trazado por inconvenientes con los predios que se ven afectados por el paso de tuberías. Por otro lado, también se han efectuado cambios de tuberías por fisuras y fugas en las mismas.

2.3 Evaluación hidráulica de la red actual

Para llevar a cabo la evaluación del sistema existente, es necesario conocer el tipo de red que se está analizando, poseer la información topográfica de la zona de estudio, así como el catastro actual de la red de distribución. Esto incluye la localización, altura y demanda de caudal de los nodos, así como las tuberías con sus respectivos diámetros, longitud y material. Además, resulta crucial conocer los datos demográficos de la población.

2.3.1 Tipo de red actual

La red de abastecimiento existente es de tipo abierto, esta consiste en una serie de tuberías que se ramifican sin formar un circuito cerrado y parten de una matriz principal para después disminuir el diámetro de las tuberías conforme se alejan del tanque de reserva. Este tipo de trazado es comúnmente utilizado cuando la topografía del terreno es irregular o los predios usuarios del sistema están distantes entre sí (Comisión Nacional de Agua, 2019).

2.3.2 Población del proyecto

Los derechos de agua otorgados en el proyecto analizado son 40 y en base al dato obtenido del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos sobre el promedio de habitantes por hogar de Tarqui (4 aproximadamente), se establece que la población abastecida por el servicio es de 160 personas.

2.3.3 Dotación del proyecto

La dotación hace referencia a la cantidad de agua promedio que necesita cada individuo de una localidad para su consumo diario, tomando en cuenta el uso de todos los servicios que este necesite, es por esto que su unidad de medida es el litro por habitante por día (l/hab*día). La dotación como tal se determina mediante un análisis

de las demandas de agua específicas de la zona de estudio, sin embargo, en algunos casos en donde este cálculo no puede ser realizado se utilizan tablas para determinar el nivel de servicio para sistemas de abastecimiento de agua (Tabla 2.9) y tomando en cuenta el clima se establece la dotación de agua (Tabla 2.10).

Tabla 2.9.
Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua

Nivel	Sistema	Descripción
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
	EE	
Ia	AP	Grifos públicos
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	ERL	Sistemas de alcantarillado sanitario

Simbología utilizada:

AP: Agua potable

EE: Eliminación de excretas

ERL: Eliminación de residuos líquidos

Fuente: SENAGUA, 2014

Tabla 2.10.
Dotaciones de agua para los niveles de servicio

Nivel de servicio	Clima Frío (l/hab*día)	Clima Cálido (l/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: SENAGUA, 2014

Gracias a esto se establece que la dotación para el proyecto evaluado es de 75 (l/hab*día) debido a que se encuentra en un lugar de clima frío y el nivel de servicio corresponde a IIb, el cual hace referencia a que se tiene conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa.

2.3.4 Caudal de diseño

2.3.4.1 Caudal medio

Para determinar el caudal con el cual trabajar nos referimos a la norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, en donde se inicia con la determinación del caudal medio:

$$Qm = f * \frac{(Pa * D)}{86400} \quad \text{Fórmula 2.2}$$

Donde:

Qm: Caudal medio (l/s).

f: Factor de fugas.

Pa: Población (hab).

D: Dotación (l/hab*día).

El factor de fugas a emplear tiene un valor de 20% como se puede evidenciar en la Tabla 2.11, debido a que el sistema tiene un nivel de servicio de IIb.

Tabla 2.11.

Porcentajes de fugas a considerarse en redes de abastecimiento de agua

Nivel de servicio	Porcentaje de fugas
Ia y Ib	10 %
IIa y IIb	20 %

Fuente: SENAGUA, 2014

$$Qm = (1 + 0.2) * \frac{(160 \text{ hab} * 75 \frac{l}{\text{hab} * \text{día}})}{86400 \text{ s}} = 0.167 \text{ l/s}$$

2.3.4.2 Caudal máximo diario

Una vez obtenido el caudal medio se procede a calcular el caudal máximo diario (QMD) el cual se entiende como el mayor valor de consumo en un año, siendo mayorado por un coeficiente. Este cálculo es realizado a partir de la fórmula establecida por la norma (SENAGUA, 2014)

$$QMD = KMD * Qm \quad \text{Fórmula 2.3}$$

Donde:

QMD: Caudal máximo diario (l/s).

KMD: Factor de mayoración máximo diario. Teniendo un valor de 1.25 para todos los niveles de servicio.

$$QMD = 1.25 * 0.167 \text{ l/s} = 0.208 \text{ l/s}$$

2.3.4.3 Caudal máximo horario

También se determina el caudal máximo horario (QMH) que representa el máximo valor existente en un lapso de 24 horas de un día, siendo mayorado por un coeficiente. Llevando a cabo el cálculo con la fórmula obtenida de la norma (SENAGUA, 2014)

$$QMH = KMH * Qm \quad \text{Fórmula 2.4}$$

Donde:

QMH: Caudal máximo horario (l/s).

KMH: Factor de mayoración máximo horario: Teniendo un valor de 3 para todos los niveles de servicio.

$$QMH = 3 * 0.167 \text{ l/s} = 0.500 \text{ l/s}$$

2.3.5 Demanda por nodo de la red actual

Para continuar con la modelación de la red actual se procedió a calcular la demanda por nodo del sistema y de esta manera obtener un caudal requerido en cada uno, llegando así a la Tabla 2.12.

Tabla 2.12.
Caudales requeridos por nodo en el sistema actual

Nodo	No Casas (#viv)	Población (hab)	Q medio (l/s)	Q max diario (l/s)	Q max horario (l/s)
1	0	0	0,000	0,00000	0,000
2	0	0	0,000	0,00000	0,000
3	1	4	0,004	0,00521	0,013
4	1	4	0,004	0,00521	0,013
5	2	8	0,008	0,01042	0,025
6	0	0	0,000	0,00000	0,000
7	3	12	0,013	0,01563	0,038
8	2	8	0,008	0,01042	0,025
9	1	4	0,004	0,00521	0,013
10	1	4	0,004	0,00521	0,013
11	1	4	0,004	0,00521	0,013
12	1	4	0,004	0,00521	0,013
13	2	8	0,008	0,01042	0,025
14	2	8	0,008	0,01042	0,025
15	1	4	0,004	0,00521	0,013
16	2	8	0,008	0,01042	0,025
17	1	4	0,004	0,00521	0,013
18	1	4	0,004	0,00521	0,013
19	2	8	0,008	0,01042	0,025
20	2	8	0,008	0,01042	0,025
21	3	12	0,013	0,01563	0,038
22	1	4	0,004	0,00521	0,013
23	1	4	0,004	0,00521	0,013
24	2	8	0,008	0,01042	0,025
25	1	4	0,004	0,00521	0,013
26	1	4	0,004	0,00521	0,013
27	2	8	0,008	0,01042	0,025
28	1	4	0,004	0,00521	0,013
29	2	8	0,008	0,01042	0,025
Total	40	160	0,167	0,208	0,500

Fuente: Elaboración Propia

2.3.6 Criterios para la evaluación y análisis de la red

2.3.6.1 Conservación de energía

Preservar la energía de un sistema de abastecimiento de agua es crucial para asegurar un suministro eficiente del recurso y optimizar el rendimiento del sistema, al mantener niveles adecuados de energía en puntos clave de la red; como en el almacenamiento y distribución, logrando así presiones constantes.

A continuación, se presentan algunas medidas que pueden adoptarse para conservar la energía en redes de distribución de agua:

- a) Reducción de pérdidas de presión: Las pérdidas de presión en la red de distribución de agua se deben a fugas, obstrucciones, fricción y otros factores. Una reducción de las pérdidas de presión puede lograrse mediante el mantenimiento periódico de la red y la optimización del diseño de la red.
- b) Gestión de la demanda: La gestión de la demanda implica la implementación de estrategias para reducir el consumo de agua en momentos de alta demanda, como el riego y las horas pico.

2.3.6.2 Pérdidas de carga

Las pérdidas de carga generan una disminución de la presión en una red de distribución de agua debido a la fricción del agua que fluye a través de las tuberías y accesorios de la red. Pueden ser causadas por varios factores, como la longitud de la tubería, el diámetro, la rugosidad interna, la velocidad del agua y el caudal.

Las pérdidas de carga pueden ser clasificadas en dos tipos: pérdidas de carga distribuidas y pérdidas de carga localizadas. Las pérdidas de carga distribuidas son las que se producen en toda la longitud de la tubería y son proporcionales a la longitud de la tubería, mientras que las pérdidas de carga localizadas se producen en las zonas de la red donde hay cambios en la dirección del flujo o donde hay accesorios como válvulas, codos, tees, entre otros.

Para reducir estas pérdidas se pueden utilizar varias medidas, como la selección adecuada del diámetro de la tubería, el uso de tuberías con menor rugosidad interna, la minimización de las curvas en la red y la eliminación de accesorios innecesarios.

2.3.7 Cálculo de la red

2.3.7.1 Ecuación Hazen Williams

Esta ecuación es una fórmula empírica empleada en ingeniería hidráulica para determinar las pérdidas de presión debidas a la fricción en las tuberías de una red de distribución de agua. La fórmula relaciona la pérdida de carga, el caudal y otros parámetros como el diámetro y el coeficiente de fricción de la tubería.

La ecuación de Hazen-Williams se expresa de la siguiente manera:

$$V = 1.318 * C * R^{0.63} * S^{0.54} \quad \text{Fórmula 2.5}$$

Donde:

V: Velocidad (m/s).

C: Coeficiente de Hazen-Williams, que depende del tipo y la rugosidad de la tubería.

R: Radio hidráulico de la tubería, que se calcula como el área de la sección transversal dividida por el perímetro mojado de la tubería.

S: Pendiente de la línea de energía (o gradiente hidráulico).

2.3.7.2 Diámetro de tuberías

A partir de Hazen-Williams se calcula el diámetro mínimo por el cual puede circular el caudal requerido, este debe ser comparado con el diámetro de tuberías comerciales con la finalidad de seleccionar la adecuada para el diseño.

$$D = \left(\frac{Q}{0.2785 * C * J^{0.54}} \right)^{1/2.63} \quad \text{Fórmula 2.6}$$

Donde:

D: Diámetro de la tubería (m).

Qdis: Caudal de trabajo (m³/s)

C: Coeficiente de Hazen Williams

J: pérdida de carga (m/m)

2.3.7.3 Pérdida de carga

Es la presión que se pierde en el sistema de distribución principalmente por accesorios y por fricción entre las paredes de la tubería y el agua, esta última se produce a lo largo de toda la red; dependiendo de la longitud y diámetro de las tuberías, el caudal que circula por ellas y un factor de fricción determinado por el tipo de material del cual está hecha la tubería. Mientras que la pérdida por accesorios es localizada en ciertos puntos del sistema y se produce por el cambio de flujo del agua gracias a elementos como válvulas, juntas, codos, entre otros.

De aquí se tiene que la pérdida por fricción es:

$$hf = \frac{10.667 * L}{D^{4.87}} * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} \quad \text{Fórmula 2.7}$$

Donde:

hf: Pérdida por fricción (m).

L: Longitud de la tubería (m).

D: Diámetro de la tubería (m).

Q: Caudal de trabajo (m³/s).

C: Coeficiente de Hazen Williams.

La pérdida por accesorios es:

$$h_{acc} = k * \frac{v^2}{2g} \quad \text{Fórmula 2.8}$$

Donde:

hacc: Pérdida por accesorios

k: Coeficiente de pérdida por accesorio.

v: velocidad (m/s).

g: gravedad (m/s²).

Los valores para el coeficiente de pérdida por accesorio los podemos observar en la tabla 2.13

Tabla 2.13.
Coefficientes de pérdidas menores por accesorios

Accesorios	Km
Válvula de globo, completamente abierta	10,0
Válvula en ángulo, completamente abierta	5,0
Válvula de cheque, completamente abierta	2,5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0,2
Válvula de compuerta, con 3/4 abierta	1,00-1,15
Válvula de compuerta, con 1/2 abierta	5,6
Válvula de compuerta, con 1/4 abierta	24,0

Fuente: (Russi, 2015).

2.3.7.4 Velocidad

La velocidad del fluido en una sección de la tubería está dada por la ecuación de la continuidad, obteniendo lo siguiente:

$$V = Q/W \quad \text{Fórmula 2.9}$$

Donde:

V: Velocidad (m/s).

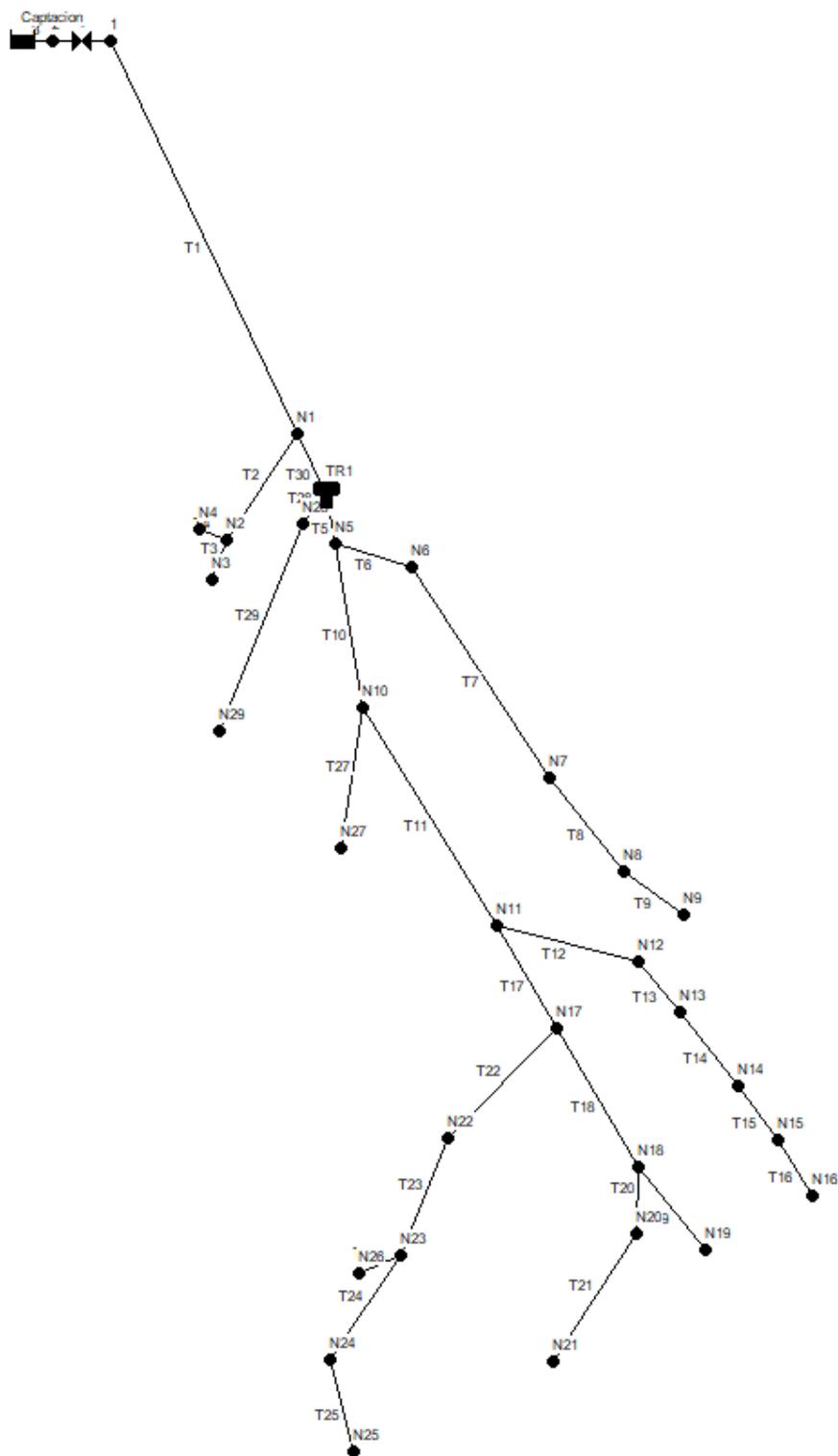
Q: Caudal de trabajo (m³/s).

W: Sección de la tubería (m²).

2.3.8 Diagnóstico hidráulico

Para la modelación y análisis del sistema se hizo uso del software libre Epanet como se muestra en la figura 2.10. El coeficiente de Hazen-Williams (C) empleado es de 140 como recomienda el programa para tuberías de PVC.

Figura 2.10. Trazado de la red actual



Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 2.14 se evidencia el punto de inicio y fin de las tuberías que forman parte del sistema actual, su longitud, diámetro, rugosidad, caudal, velocidad de flujo y pérdida unitaria.

Tabla 2.14.
Resumen de tuberías de la modelación de la red actual

Características de Tuberías								
ID	Nodo Inicial	Nodo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unitaria (m/km)
Tubería 1	1	N1	297,52	40,00	140,00	0,97	0,77	19,16
Tubería 2	N1	N2	87,24	25,00	140,00	0,03	0,05	0,23
Tubería 3	N2	N3	28,52	25,00	140,00	0,01	0,03	0,06
Tubería 4	N2	N4	20,11	25,00	140,00	0,01	0,03	0,06
Tubería 5	TR1	N5	34,22	40,00	140,00	0,44	0,35	4,51
Tubería 6	N5	N6	54,66	25,00	140,00	0,08	0,15	1,69
Tubería 7	N6	N7	172,15	25,00	140,00	0,08	0,15	1,69
Tubería 8	N7	N8	80,85	25,00	140,00	0,04	0,08	0,47
Tubería 9	N8	N9	50,72	25,00	140,00	0,01	0,03	0,06
Tubería 10	N5	N10	113,94	40,00	140,00	0,34	0,27	2,79
Tubería 11	N10	N11	174,84	40,00	140,00	0,31	0,24	2,25
Tubería 12	N11	N12	99,07	25,00	140,00	0,10	0,21	2,87
Tubería 13	N12	N13	44,47	25,00	140,00	0,09	0,18	2,22
Tubería 14	N13	N14	64,25	25,00	140,00	0,06	0,13	1,20
Tubería 15	N14	N15	45,62	25,00	140,00	0,04	0,08	0,47
Tubería 16	N15	N16	44,56	25,00	140,00	0,03	0,05	0,22
Tubería 17	N11	N17	81,32	40,00	140,00	0,19	0,15	0,95
Tubería 18	N17	N18	108,90	40,00	140,00	0,10	0,08	0,29
Tubería 19	N18	N19	73,40	40,00	140,00	0,03	0,02	0,02
Tubería 20	N18	N20	46,71	25,00	140,00	0,06	0,13	1,19
Tubería 21	N20	N21	105,10	25,00	140,00	0,04	0,08	0,47
Tubería 22	N17	N22	106,09	25,00	140,00	0,08	0,16	1,73
Tubería 23	N22	N23	87,00	25,00	140,00	0,06	0,13	1,23
Tubería 24	N23	N24	85,51	25,00	140,00	0,04	0,08	0,47
Tubería 25	N24	N25	65,30	25,00	140,00	0,01	0,03	0,07
Tubería 26	N23	N26	30,54	25,00	140,00	0,01	0,03	0,06
Tubería 27	N10	N27	96,13	25,00	140,00	0,03	0,05	0,22
Tubería 28	TR1	N28	25,30	25,00	140,00	0,04	0,08	0,47
Tubería 29	N28	N29	153,15	25,00	140,00	0,03	0,05	0,22
Tubería 30	N1	TR1	100,00	40,00	140,00	0,94	0,75	18,22

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2.15.
Tuberías con pérdidas unitarias elevadas

Tuberías con Problemas de Pérdida Unitaria								
ID	Nodo Inicial	Nodo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unitaria (m/km)
Tubería T1	1	N1	297,52	40,00	140,00	0,97	0,77	19,16
Tubería T30	N1	TR1	100,00	40,00	140,00	0,94	0,75	18,22

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 2.16 se evidencia la elevación de cada nodo presente en la distribución actual, demanda base y presión existente.

Tabla 2.16.
Resumen de nodos de la modelación de la red actual

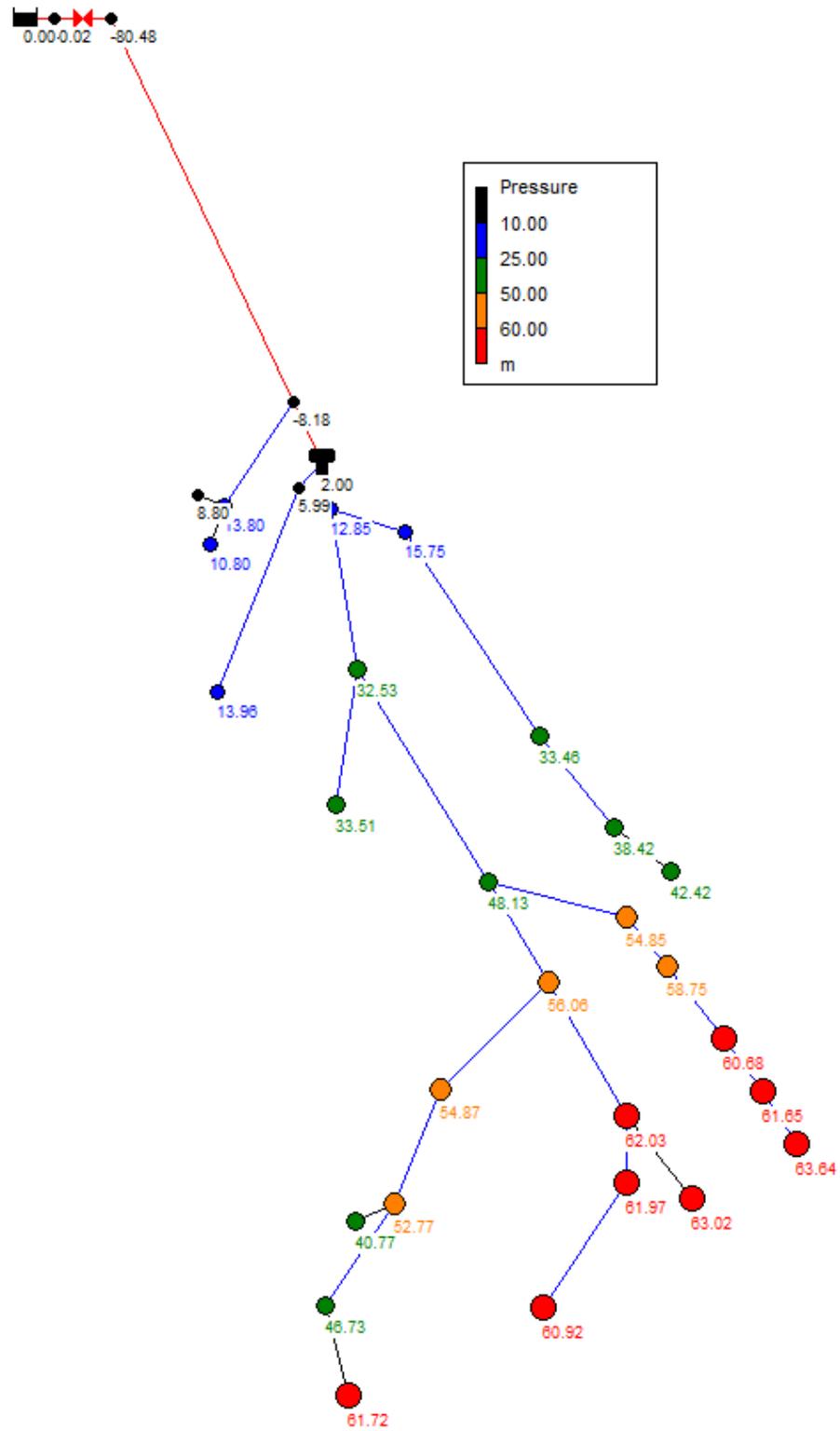
Características de Nodos					
ID	Número de Nodo	Elevación (m)	Demanda Base (l/s)	Demanda (l/s)	Presión (mca)
Nodo N1	1	2732,00	0,00	0,00	-8,18
Nodo N2	2	2710,00	0,00	0,00	13,80
Nodo N3	3	2713,00	0,13	0,01	10,80
Nodo N4	4	2715,00	0,13	0,01	8,80
Nodo N5	5	2709,00	0,03	0,03	12,85
Nodo N6	6	2706,00	0,00	0,00	15,75
Nodo N7	7	2688,00	0,04	0,04	33,46
Nodo N8	8	2683,00	0,03	0,03	38,42
Nodo N9	9	2679,00	0,01	0,01	42,42
Nodo N10	10	2689,00	0,01	0,01	32,53
Nodo N11	11	2673,00	0,01	0,01	48,13
Nodo N12	12	2666,00	0,01	0,01	54,85
Nodo N13	13	2662,00	0,03	0,03	58,75
Nodo N14	14	2660,00	0,03	0,03	60,68
Nodo N15	15	2659,00	0,01	0,01	61,65
Nodo N16	16	2657,00	0,03	0,03	63,64
Nodo N17	17	2665,00	0,01	0,01	56,06
Nodo N18	18	2659,00	0,01	0,01	62,03

Nodo N19	19	2658,00	0,03	0,03	63,02
Nodo N20	20	2659,00	0,03	0,03	61,97
Nodo N21	21	2660,00	0,04	0,04	60,92
Nodo N22	22	2666,00	0,01	0,01	54,87
Nodo N23	23	2668,00	0,01	0,01	52,77
Nodo N24	24	2674,00	0,03	0,03	46,73
Nodo N25	25	2659,00	0,01	0,01	61,72
Nodo N26	26	2680,00	0,01	0,01	40,77
Nodo N27	27	2688,00	0,03	0,03	33,51
Nodo N28	28	2716,00	0,01	0,01	5,99
Nodo N29	29	2708,00	0,03	0,03	13,96
Tanque de Reserva		2732,00	#N/A	0,23	2,00
Tanque de Captación		2810,00	#N/A	-0,97	0,00

Fuente: Elaboración Propia

En base a esta tabla se tiene que el sistema presenta presiones sobre las recomendadas y cercanas al límite permisible de 70 metros de columna de agua (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1992) como se puede evidenciar en color tomate y rojo en la figura 2.12 y en la Tabla 2.17.

Figura 2.12. Presiones en la red actual



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.17.
Nodos con presiones Elevadas

Nodos con Presiones Elevadas					
ID	Número de Nodo	Elevación (m)	Demanda Base (l/s)	Demanda (l/s)	Presión (mca)
Nodo N12	12	2666,00	0,01	0,01	54,85
Nodo N13	13	2662,00	0,03	0,03	58,75
Nodo N14	14	2660,00	0,03	0,03	60,68
Nodo N15	15	2659,00	0,01	0,01	61,65
Nodo N16	16	2657,00	0,03	0,03	63,64
Nodo N17	17	2665,00	0,01	0,01	56,06
Nodo N18	18	2659,00	0,01	0,01	62,03
Nodo N19	19	2658,00	0,03	0,03	63,02
Nodo N20	20	2659,00	0,03	0,03	61,97
Nodo N21	21	2660,00	0,04	0,04	60,92
Nodo N22	22	2666,00	0,01	0,01	54,87
Nodo N23	23	2668,00	0,01	0,01	52,77
Nodo N25	25	2659,00	0,01	0,01	61,72

Fuente: Elaboración Propia

Para verificar la correcta modelación del sistema actual se compararon las presiones obtenidas a partir del programa con las medidas en campo mediante la lectura de un manómetro que fue colocado en varios nodos de la distribución (Tabla 2.18), las presiones medidas en campo son menores a las simulada, debido a pérdidas por los accesorios del sistema, las presiones de campo se evidencian en el anexo 3.

Tabla 2.18.
Comparación de presiones

ID	Presión Observada		Presión Simulada
	PSI	mca	mca
N4	12	8,448	8,80
N8	54	38,016	38,42
N13	83	58,432	58,75
N16	90	63,36	63,64
N21	86	60,544	60,92

Fuente: Elaboración propia

2.3.8.1 Criterio de Nash y Sutcliffe

Este es un criterio que consiste en comparar el valor simulado con el valor observado en campo para determinar la calidad del ajuste de la modelación del programa (Nash y Sutcliffe, 1970), llegando a un valor de eficiencia (NSE) utilizando la siguiente fórmula:

$$NSE = 1 - \frac{\sum_l^k (Y_{obs} - Y_{sim})^2}{\sum_l^k (Y_{obs} - \overline{Y_{obs}})^2} \quad \text{Fórmula 2.10}$$

Donde:

Yobs: Presión observada (mca).

Ysim: Presión simulada (mca).

$\overline{Y_{obs}}$: Media de la presión observada (mca).

Obteniendo así, la tabla 2.19:

Tabla 2.19.
Cálculo de NSE para la modelación de la red actual

ID	Presión Observada Yobs	Presión Simulada Ysim	Media de la Presión Observada	Yobs - Ysim	Yobs - $\overline{Y_{obs}}$	NSE
N4	8,45	8,80	45,76	-0,35	-37,31	
N8	38,02	38,42	45,76	-0,40	-7,74	
N13	58,43	58,75	45,76	-0,32	12,67	0,9997
N16	63,36	63,64	45,76	-0,28	17,60	
N21	60,54	60,92	45,76	-0,38	14,78	

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se comprueba que las presiones de campo entran en el rango excelente del criterio de evaluación del NSE (tabla 2.20)

Tabla 2.20.
Criterio de evaluación del NSE

NSE	Ajuste
< 0,2	Insuficiente
0,2 - 0,4	Satisfactorio

0,4 - 0,6	Bueno
0,6 - 0,8	Muy Bueno
> 0,8	Excelente

Fuente: (Molnar, 2011).

Capítulo 3. Rediseño del sistema de agua

3.1 Parámetros de diseño

3.1.1 Población futura y periodo de diseño

La Norma de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural plantea el cálculo de la población futura mediante el uso del método geométrico, el cual se sustenta en un crecimiento poblacional de carácter exponencial; como se evidencia en la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa * (1 + r)^n \quad \text{Fórmula 3.1}$$

Donde:

Pf: Población futura (hab).

Pa: Población actual (hab).

r: Tasa de crecimiento de la población (%).

n: Periodo de diseño del sistema (años).

La tasa de crecimiento poblacional está dada por la misma norma y establece que es del 1% para zonas ubicadas en la región Sierra. Por otro lado, el periodo de diseño que tendrá el rediseño de la red de abastecimiento será de 20 años como indica la norma para conducciones de PVC; de esta manera se obtiene la tabla 3.1:

Tabla 3.1.
Proyección de la población futura

Año	Población (hab)	Tiempo Transcurrido (años)
2023	160	0
2033	177	10
2043	196	20

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinada la población futura se calcula la densidad poblacional (Tabla 3.2) de la zona para de esta manera hallar el número de usuarios que son abastecidos por cada nodo del sistema, dependiendo esto del área cubierta por cada uno.

Tabla 3.2.
Densidad poblacional en la zona de estudio

Área (m ²)	Usuario (hab)	Densidad Poblacional (hab/m ²)
145000	196	0,00135

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2 Caudal de diseño

En dependencia de cada elemento que forma parte del sistema y se busca diseñar se debe utilizar un tipo de caudal diferente, es así que para el cálculo y comprobación de la capacidad del tanque de reserva se utiliza el caudal máximo diario incrementado en un 10%; de igual manera, para el rediseño de la red de tuberías se emplea el caudal máximo horario más un volumen contra incendios en caso de que sea necesario (SENAGUA, 2014).

3.1.2.1 Caudal medio:

$$Q_m = (1 + 0.2) * \frac{(225 \text{ hab} * 75 \frac{\text{l}}{\text{hab} * \text{día}})}{86400 \text{ s}} = 0.234 \text{ l/s}$$

3.1.2.2 Caudal máximo diario:

$$Q_{MD} = 1.25 * 0.234 \text{ l/s} = 0.293 \text{ l/s}$$

3.1.2.3 Caudal máximo horario:

$$Q_{MH} = 3 * 0.234 \text{ l/s} = 0.703 \text{ l/s}$$

3.1.3 Demanda futura por nodo de la red

Para continuar con la modelación del rediseño se procedió a calcular la demanda por nodo del sistema y de esta manera obtener un caudal requerido en cada uno, llegando así a la Tabla 3.3.

Tabla 3.3.
Caudales requeridos por nodo en el sistema

Nodo	Área cubierta por nodo (m2)	Población por nodo (hab)	Q medio por nodo (l/s)	Q max diario (l/s)	Q max horario (l/s)
1	0	0	0,000	0,000	0,000
2	0	0	0,000	0,000	0,000
3	3243	4	0,004	0,005	0,013
4	4055	5	0,005	0,007	0,016
5	15221	21	0,022	0,027	0,066
6	0	0	0,000	0,000	0,000
7	6963	9	0,009	0,012	0,028
8	3864	5	0,005	0,007	0,016
9	2516	4	0,004	0,005	0,013
10	0	0	0,000	0,000	0,000
11	2657	4	0,004	0,005	0,013
12	2158	4	0,004	0,005	0,013
13	3845	5	0,005	0,007	0,016
14	5457	7	0,007	0,009	0,022
15	2720	4	0,004	0,005	0,013
16	3921	5	0,005	0,007	0,016
17	5051	7	0,007	0,009	0,022
18	6512	9	0,009	0,012	0,028
19	0	0	0,000	0,000	0,000
20	0	0	0,000	0,000	0,000
21	0	0	0,000	0,000	0,000
22	5189	7	0,007	0,009	0,022
23	2759	4	0,004	0,005	0,013
24	3095	4	0,004	0,005	0,013
25	1743	4	0,004	0,005	0,013
26	1970	4	0,004	0,005	0,013
27	12767	17	0,018	0,022	0,053
28	0	0	0,000	0,000	0,000
29	0	0	0,000	0,000	0,000
30	7205	10	0,010	0,013	0,031

31	9877	13	0,014	0,017	0,041
32	3989	5	0,005	0,007	0,016
33	0	0	0,000	0,000	0,000
34	0	0	0,000	0,000	0,000
35	3741	5	0,005	0,007	0,016
36	3638	5	0,005	0,007	0,016
37	1781	4	0,004	0,005	0,013
38	0	0	0,000	0,000	0,000
39	0	0	0,000	0,000	0,000
40	8514	12	0,013	0,016	0,038
41	7586	10	0,010	0,013	0,031
42	2962	4	0,004	0,005	0,013
Total	145000	201	0,209	0,262	0,628

Fuente: Elaboración propia

3.2 Comprobación del tanque de reserva

3.2.1 Caudal de diseño

Como ya se mencionó el caudal de este tipo de obra debe ser un 10% mayor al caudal máximo horario, llegando así a la siguiente fórmula:

$$Q_{dis} = QMD * 1.1 \quad \text{Fórmula 3.2}$$

Donde:

Q_{dis} : Caudal de diseño (l/s).

QMD : Caudal máximo diario (l/s).

$$Q_{dis} = 0.293 * 1.1 = 0.3223 \text{ l/s}$$

3.2.2 Volumen de regulación

Con el valor del caudal de diseño se determina el volumen de regulación, el cual tiene como principal función cubrir la demanda de los usuarios por un periodo de tiempo determinado en caso de que exista la necesidad de realizar una corrección en la captación del sistema o en la matriz que conecta el tanque de captación con el de

almacenamiento. La capacidad del tanque será de 50% del caudal de diseño correspondiente (SENAGUA, 2014):

$$V_{reg} = \frac{Q_{dis}}{2} \quad \text{Fórmula 3.3}$$

Donde:

V_{reg} : Volumen de regulación (l/s).

Q_{dis} : Caudal de diseño (l/s)

$$V_{reg} = \frac{0.3223}{2} = 0.1611 \text{ l/s}$$

$$V_{reg} = 13.92 \text{ m}^3/\text{día}$$

De esta manera se concluye que el volumen de 14 m³ del tanque de reserva existente cumple con el requerimiento del volumen de regulación calculado, por ende, no es necesaria la construcción de uno nuevo.

3.3 Modelación del rediseño

3.3.1 Parámetros a cumplir

3.3.1.1 Presiones admisibles

Al realizar un análisis estático de una red de distribución de agua, se debe tener en cuenta que la presión mínima permisible es de 5 mca y la máxima de 50 mca.

3.3.1.2 Diámetros de tubería de PVC

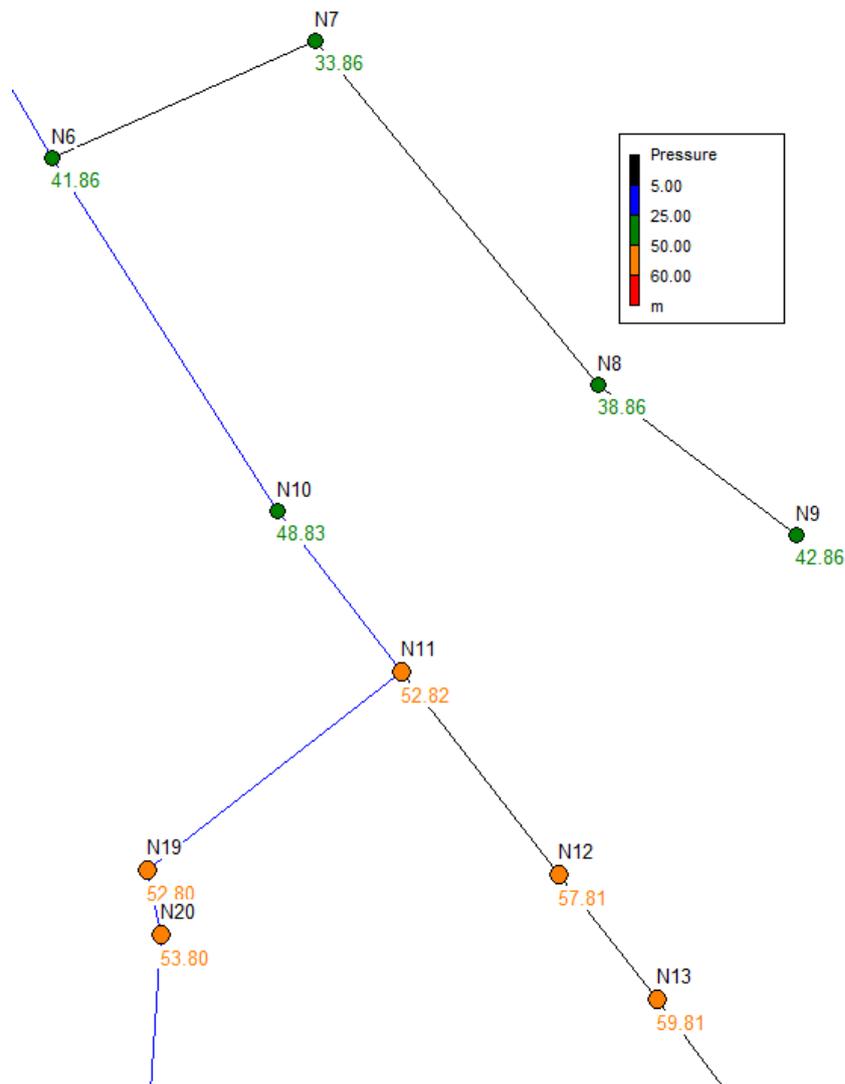
El diámetro nominal de las tuberías del sistema será de 63mm, esto para controlar las pérdidas unitarias excesivas. Las tuberías para emplazar el sistema serán de PVC, debido a que su instalación es más rápida y presentan un costo menor.

3.3.2 Modelación del nuevo trazado del sistema

Para rediseñar y modelar en Epanet el trazado del sistema se tomó en cuenta las vías existentes y límites de predios, llegando así a una configuración como se indica en la figura 3.1:

Sin embargo, a la hora de modelar el sistema surgieron problemas de presiones superiores a las permisibles como se puede evidenciar en la figura 3.2 y en la tabla 3.4:

Figura 3.2. Presiones superiores a las permisibles



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4.
Presiones superiores a las permisibles en el rediseño del sistema

Características de Nodos					
ID	Número de Nodo	Elevación (m)	Demanda Base (l/s)	Demanda (l/s)	Presión (mca)
Nodo N6	6	2680,00	0,000	0,00	41,86
Nodo N7	7	2688,00	0,028	0,03	33,86

Nodo N8	8	2683,00	0,016	0,02	38,86
Nodo N9	9	2679,00	0,013	0,01	42,86
Nodo N10	10	2673,00	0,000	0,00	48,83
Nodo N11	11	2669,00	0,013	0,01	52,82
Nodo N12	12	2664,00	0,009	0,01	57,81
Nodo N13	13	2662,00	0,016	0,02	59,81
Nodo N19	19	2669,00	0,000	0,00	52,80
Nodo N20	20	2668,00	0,000	0,00	53,80

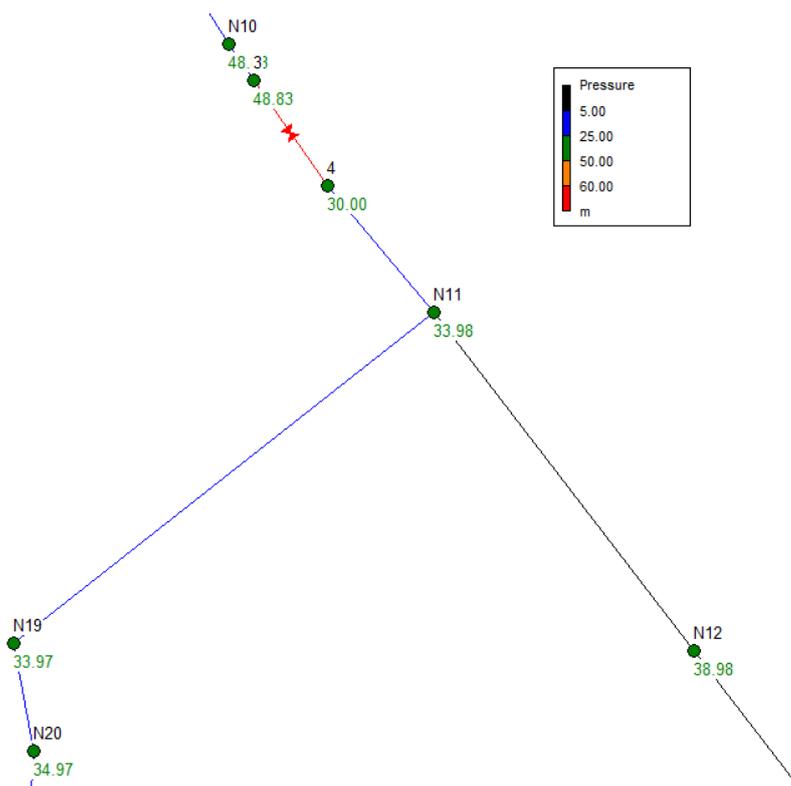
Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia en la tabla 3.4 el sistema sobrepasa la presión permisible a partir del nodo 11.

3.3.3 Modelación de la válvula reguladora de presión

Para solucionar el problema de presiones elevadas en la red se plantea la instalación de una válvula reductora de presión entre el nodo 10 y 11; esta disminuirá la presión existente a 30 mca, esto se evidencia en la figura 3.3 y en la tabla 3.5:

Figura 3.3. Presiones reguladas con una válvula reductora de presión



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5.
Presiones por debajo de las permisibles en el rediseño del sistema

Características de Nodos					
ID	Número de Nodo	Elevación (m)	Demanda Base (l/s)	Demanda (l/s)	Presión (mca)
Nodo N10	10	2673,00	0,000	0,00	48,83
Nodo N11	11	2669,00	0,013	0,01	33,98
Nodo N12	12	2664,00	0,013	0,01	38,98
Nodo N19	19	2669,00	0,000	0,00	33,97
Nodo N20	20	2668,00	0,000	0,00	34,97

Fuente: Elaboración propia

3.3.4 Modelación de la red

El modelado y diseño hidráulico se realizó en Epanet, con la finalidad de comprobar presiones y pérdidas unitarias permisibles; todo esto con un análisis estático. En la Tabla 3.6 se evidencia el punto de inicio y fin de las tuberías que forman parte del rediseño, su longitud, diámetro, rugosidad, caudal, velocidad de flujo y pérdida unitaria.

Tabla 3.6.
Resumen de tuberías de la modelación del rediseño

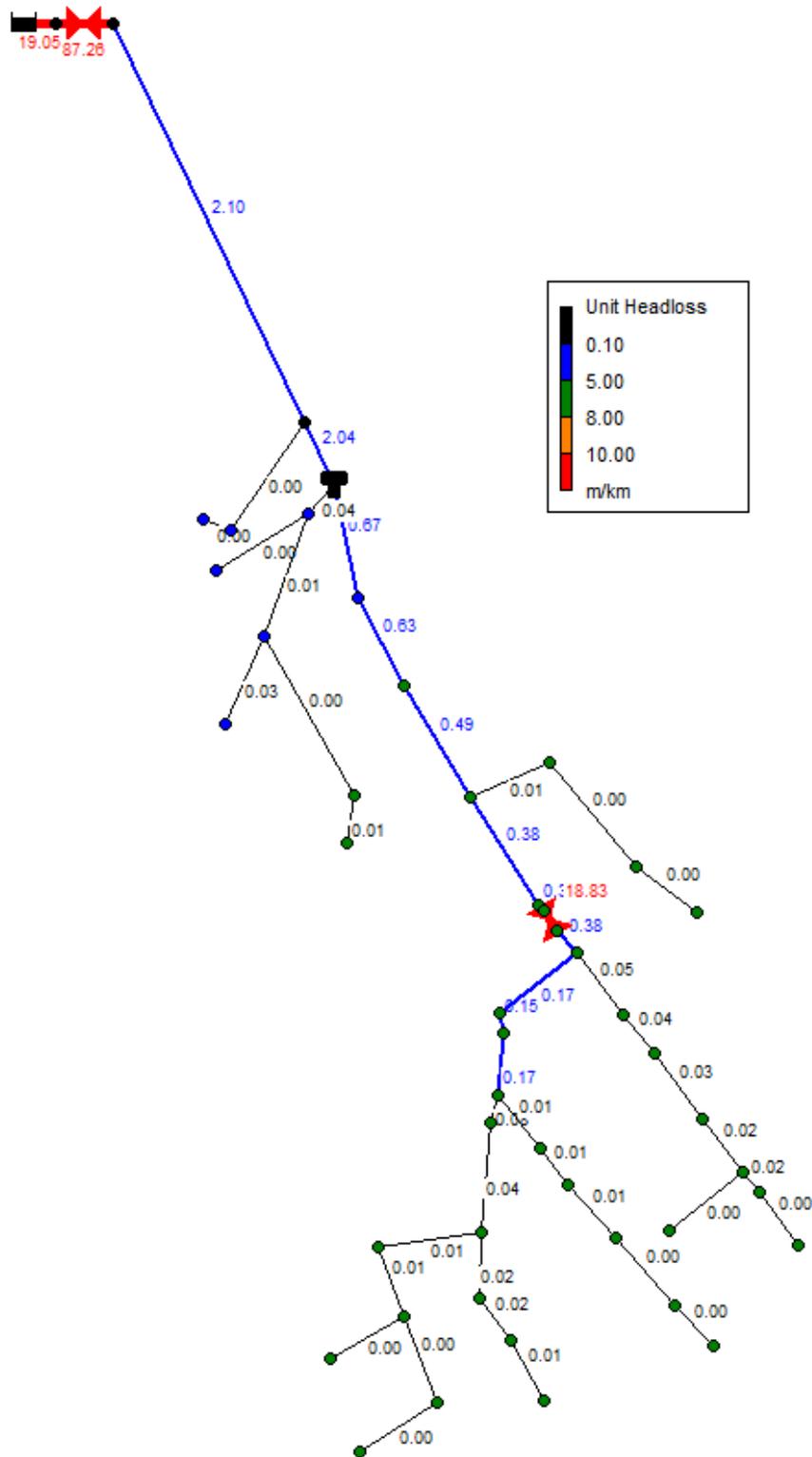
Características de Tuberías								
ID	Nodo Inicial	Nodo Final	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida Unitaria (m/km)
Tubería 1	1	N1	297,52	63,00	140,00	0,97	0,31	2,10
Tubería 2	N1	N2	87,24	63,00	140,00	0,01	0,03	0,01
Tubería 3	N1	TR1	47,78	63,00	140,00	0,96	0,31	2,04
Tubería 4	N2	N3	20,11	63,00	140,00	0,01	0,03	0,01
Tubería 5	TR1	N4	77,68	63,00	140,00	0,52	0,17	0,67
Tubería 6	N4	N5	67,31	63,00	140,00	0,51	0,16	0,63
Tubería 7	N5	N6	83,38	63,00	140,00	0,44	0,14	0,49
Tubería 8	N6	N7	58,71	63,00	140,00	0,06	0,02	0,01
Tubería 9	N7	N8	90,94	63,00	140,00	0,03	0,01	0,00
Tubería 10	N8	N9	50,72	63,00	140,00	0,01	0,00	0,00

Tubería 11	N6	N10	85,45	63,00	140,00	0,39	0,12	0,38
Tubería 12	4	N11	41,50	63,00	140,00	0,39	0,12	0,38
Tubería 13	N11	N12	52,42	63,00	140,00	0,13	0,04	0,05
Tubería 14	N12	N13	35,47	63,00	140,00	0,12	0,04	0,04
Tubería 15	N13	N14	54,79	63,00	140,00	0,10	0,03	0,03
Tubería 16	N14	N15	45,31	63,00	140,00	0,08	0,03	0,02
Tubería 17	N15	N18	63,47	63,00	140,00	0,03	0,01	0,00
Tubería 18	N15	N16	17,03	63,00	140,00	0,04	0,01	0,02
Tubería 19	N16	N17	44,30	63,00	140,00	0,02	0,01	0,00
Tubería 20	N11	N19	65,75	63,00	140,00	0,25	0,08	0,17
Tubería 21	N19	N20	13,50	63,00	140,00	0,25	0,08	0,15
Tubería 22	N20	N21	41,77	63,00	140,00	0,25	0,08	0,17
Tubería 23	N21	N22	44,85	63,00	140,00	0,07	0,02	0,01
Tubería 24	N22	N23	31,20	63,00	140,00	0,05	0,02	0,01
Tubería 25	N23	N24	48,84	63,00	140,00	0,04	0,01	0,01
Tubería 26	N24	N25	59,54	63,00	140,00	0,03	0,01	0,00
Tubería 27	N25	N26	37,85	63,00	140,00	0,01	0,00	0,00
Tubería 28	N21	N27	18,95	63,00	140,00	0,17	0,06	0,08
Tubería 29	N27	N28	74,54	63,00	140,00	0,12	0,04	0,04
Tubería 30	N28	N32	68,87	63,00	140,00	0,05	0,02	0,01
Tubería 31	N32	N33	49,52	63,00	140,00	0,03	0,01	0,01
Tubería 32	N33	N34	62,25	63,00	140,00	0,02	0,01	0,00
Tubería 33	N33	N36	56,63	63,00	140,00	0,02	0,01	0,00
Tubería 34	N34	N35	61,97	63,00	140,00	0,02	0,01	0,00
Tubería 35	N28	N29	44,09	63,00	140,00	0,07	0,02	0,02
Tubería 36	N29	N30	35,37	63,00	140,00	0,07	0,02	0,02
Tubería 37	N30	N31	45,58	63,00	140,00	0,04	0,01	0,01
Tubería 38	TR1	N37	25,30	63,00	140,00	0,09	0,03	0,04
Tubería 39	N37	N42	72,68	63,00	140,00	0,01	0,00	0,00
Tubería 40	N37	N38	88,63	63,00	140,00	0,07	0,02	0,01
Tubería 42	N38	N41	64,68	40,00	140,00	0,03	0,02	0,03
Tubería 43	N38	N39	124,26	63,00	140,00	0,04	0,01	0,01
Tubería 44	N39	N40	32,82	63,00	140,00	0,04	0,01	0,01

Fuente: Elaboración propia

De esta tabla se concluye que la red no presenta problemas de pérdidas unitarias excesivas, como se puede evidenciar en la figura 3.4:

Figura 3.4. Pérdidas unitarias en el rediseño



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3.7 se evidencia la elevación de cada nodo presente en el rediseño, demanda base y presión existente.

Tabla 3.7.

Resumen de nodos de la modelación de la red actual

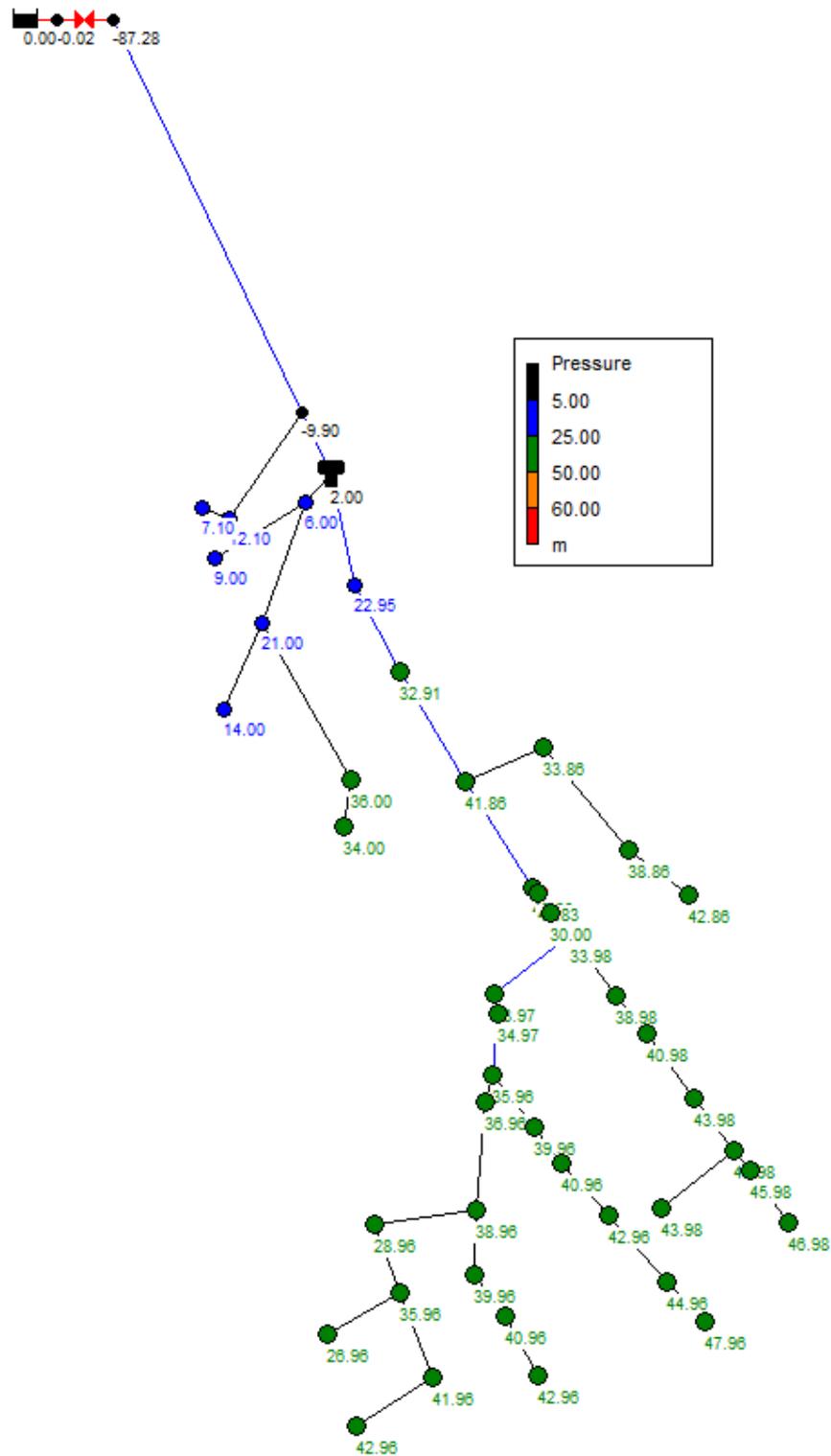
Características de Nodos					
ID	Número de Nodo	Elevación (m)	Demanda Base (l/s)	Demanda (l/s)	Presión (mca)
Nodo N1	1	2732,00	0,000	0,00	-9,90
Nodo N2	2	2710,00	0,000	0,00	12,10
Nodo N3	3	2715,00	0,013	0,01	7,10
Nodo N4	4	2699,00	0,016	0,02	22,95
Nodo N5	5	2689,00	0,066	0,07	32,91
Nodo N6	6	2680,00	0,000	0,00	41,86
Nodo N7	7	2688,00	0,028	0,03	33,86
Nodo N8	8	2683,00	0,016	0,02	38,86
Nodo N9	9	2679,00	0,013	0,01	42,86
Nodo N10	10	2673,00	0,000	0,00	48,83
Nodo N11	11	2669,00	0,013	0,01	33,98
Nodo N12	12	2664,00	0,013	0,01	38,98
Nodo N13	13	2662,00	0,016	0,02	40,98
Nodo N14	14	2659,00	0,022	0,02	43,98
Nodo N15	15	2658,00	0,013	0,01	44,98
Nodo N16	16	2657,00	0,016	0,02	45,98
Nodo N17	17	2656,00	0,022	0,02	46,98
Nodo N18	18	2659,00	0,028	0,03	43,98
Nodo N19	19	2669,00	0,000	0,00	33,97
Nodo N20	20	2668,00	0,000	0,00	34,97
Nodo N21	21	2667,00	0,000	0,00	35,96
Nodo N22	22	2663,00	0,022	0,02	39,96
Nodo N23	23	2662,00	0,013	0,01	40,96
Nodo N24	24	2660,00	0,013	0,01	42,96
Nodo N25	25	2658,00	0,013	0,01	44,96
Nodo N26	26	2655,00	0,013	0,01	47,96

Nodo N27	27	2666,00	0,053	0,05	36,96
Nodo N28	28	2664,00	0,000	0,00	38,96
Nodo N29	29	2663,00	0,000	0,00	39,96
Nodo N30	30	2662,00	0,031	0,03	40,96
Nodo N31	31	2660,00	0,041	0,04	42,96
Nodo N32	32	2674,00	0,016	0,02	28,96
Nodo N33	33	2667,00	0,000	0,00	35,96
Nodo N34	34	2661,00	0,000	0,00	41,96
Nodo N35	35	2660,00	0,016	0,02	42,96
Nodo N36	36	2676,00	0,016	0,02	26,96
Nodo N37	37	2716,00	0,013	0,01	6,00
Nodo N38	38	2701,00	0,000	0,00	21,00
Nodo N39	39	2686,00	0,000	0,00	36,00
Nodo N40	40	2688,00	0,038	0,04	34,00
Nodo N41	41	2708,00	0,031	0,03	14,00
Nodo N42	42	2713,00	0,013	0,01	9,00
Tanque de reserva		2720,00		0,34	2,00
Tanque de Captación		2810,00		-0,97	0,00

Fuente: Elaboración propia

De esta tabla se concluye que la red no presenta problemas de presiones superiores a las permitidas, como se puede evidenciar en la figura 3.5:

Figura 3.5. Presiones en el rediseño



Fuente: Elaboración propia

El plano del sistema rediseñado y de la cámara reductora de presión se encuentran en el anexo 4.

Capítulo 4. Presupuesto referencial del proyecto

Un factor sumamente importante para determinar la factibilidad de un proyecto es el análisis económico, este consiste en establecer tanto costos directos e indirectos como la utilidad que se espera obtener con la ejecución de la obra; con esto se consigue un valor a invertir.

4.1 Rubros presentes en el proyecto y especificaciones técnicas

4.1.1 Rubros

Los rubros o también conocidos como conceptos de trabajo representan una clasificación de las actividades que forman parte de una obra, estos dependen del tipo de proyecto que se esté llevando a cabo; pero generalmente están compuestos por los costos directos que representan materiales, mano de obra, maquinaria y transporte y por costos indirectos que contemplan imprevistos y utilidad. Además, están normados por una especificación que establece las características que deben cumplir y la unidad en que serán medidos.

El presupuesto de la obra se clasifica en categorías de movimientos de tierra, redes de distribución, conexiones domiciliarias, rehabilitación de vías intervenidas y válvula reductora de presión.

4.1.2 Especificaciones Técnicas

La especificación técnica de un rubro consiste en la descripción detallada de las características que debe tener la ejecución de la actividad, la calidad que se espera obtener; al igual que la determinación de unidades de medida y forma de pago. El detalle de esta parte está basado en las Especificaciones Técnicas Generales que establece ETAPA y se encuentran en el anexo 5.

4.2 Volumen de obra

El volumen de obra hace referencia al cálculo de cantidades a construir o instalar durante la ejecución del proyecto, estos valores fueron obtenidos a partir de los planos del rediseño del sistema. Estos valores se encuentran en el anexo 6.

4.3 Costos de la obra

Para continuar con el desarrollo del presupuesto de una obra se determinan los precios unitarios de cada rubro, dentro de estos se contemplan costos directos e indirectos:

4.3.1 Costos directos

Los costos directos de un proyecto se refieren a los gastos específicos y fácilmente identificables que están directamente vinculados a la realización del trabajo en el sitio. Estos costos están conformados por materiales, mano de obra, incluyendo los salarios y beneficios de los trabajadores, y los equipos utilizados.

4.3.2 Costos indirectos

Los costos indirectos se refieren a los gastos necesarios para el desarrollo y finalización de un proyecto de construcción, pero que no están directamente vinculados con la ejecución de la obra como tal. Estos costos pueden incluir gastos administrativos, como alquiler de oficinas, servicios públicos, seguros y honorarios legales. También abarcan los costos de supervisión y gestión del proyecto.

4.4 Presupuesto referencial

Una vez obtenidos los precios y cantidades de obra se calcula el presupuesto para llevar a cabo cada rubro y por ende el contrato en su totalidad, los resultados de esto se evidencian en la tabla 4.2:

Tabla 4.2.
Presupuesto de la obra

PRESUPUESTO					
Ítem	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Movimientos de Tierra				36.996,20
1.001	Replanteo	km	2.590,58	0,95	2.461,05
1.002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	255,65	13,23	3.382,24
1.003	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	170,43	16,35	2.786,58
1.004	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad	m3	362,61	1,76	638,20
1.005	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad	m3	241,74	3,85	930,71
1.006	Relleno compactado con equipo liviano	m3	1.143,15	5,02	5.738,63

1.007	Tapado manual de zanjas	m3	553,91	4,46	2.470,42
1.008	Tapado de zanjas con maquina	m3	589,25	1,86	1.096,00
1.009	Material de reposición (Incluye esponjamiento)	m3	1.143,15	11,59	13.249,14
1.010	Cargada de material a mano	m3	426,08	4,72	2.011,11
1.011	Cargada de Material a maquina	m3	604,35	1,17	707,10
1.012	Transporte de material hasta 5km	m3	1.030,44	1,48	1.525,05
2	REDES DE DISTRIBUCION				7.858,49
2.001	Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA - 63 mm	m	2.590,58	2,51	6.502,35
2.002	Colocación tubería PVC U/E D= 63 mm	m	2.590,58	0,44	1.139,85
2.003	Sum, Codo PVC U/E R/L D=63 mm 11,25 grad,	u	4,00	4,24	16,96
2.004	Sum, Codo PVC U/E R/L D=63 mm 45 grad,	u	6,00	4,71	28,26
2.005	Sum, Codo PVC U/E R/L D=63 mm 90 grad,	u	5,00	4,92	24,60
2.006	Sum, Tee HF D=63 mm	u	8,00	6,89	55,12
2.007	Colocación Acc PVC U/E sin anclajes, D= 63 mm	u	15,00	3,46	51,90
2.008	Colocación Acc HF sin anclajes, D=63 mm	u	8,00	4,93	39,44
3	CONEXIONES DOMICILIARIAS				5.137,51
3.001	Excavación a mano en Suelo sin clasificar Profundidad entre 0 y 2 m	m3	6,91	14,01	96,84
3.002	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	4,61	17,33	79,86
3.003	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad	m3	15,55	1,86	28,93
3.004	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad	m3	10,37	4,08	42,30
3.005	Relleno compactado con equipo liviano	m3	48,67	5,31	258,45
3.006	Material de reposición (Incluye esponjamiento)	m3	48,67	12,28	597,69
3.007	Sum, -Ins, Collarín D=63 mm x 1/2" (Especif. Normas Internacionales)	u	45,00	48,90	2.200,50
3.008	Sum, Codo PVC U/R D=1/2" 90 grad,	u	90,00	0,60	54,00
3.009	Sum, Tubería PVC U/R D=1/2"	m	90,00	1,65	148,50
3.010	Colocación tubería PVC U/R D= 0 a 50 mm	m	90,00	0,26	23,40
3.011	Sum, -Ins, Llave de corte D=1/2"	u	45,00	9,16	412,20

3.012	Sum, -Ins, Llave de paso (válv. compuerta) D=1/2"	u	45,00	19,78	890,10
3.013	Cargada de material a mano	m3	11,52	5,00	57,60
3.014	Cargada de Material a maquina	m3	25,92	1,24	32,14
3.015	Transporte de material hasta 5km	m3	37,44	1,56	58,41
3.016	Colocación Acc PVC/ PP U/R sin anclajes, D=0 a 50 mm	u	90,00	1,74	156,60
4	REHABILITACION DE VIAS INTERVENIDAS				2.738,71
4.001	Suministro Material de Lastre para vías (Incluye esponjamiento)	m3	196,42	12,39	2.433,59
4.002	Hora motoniveladora	m3	4,00	5,30	21,20
4.003	Hora máquina rodillo vibratorio	hora	4,00	55,85	223,40
4.004	Hora máquina tanquero	hora	2,00	30,26	60,52
5	VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN				5.856,32
5.001	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	25,94	13,23	343,24
5.002	Transporte de material hasta 5km	m3	25,94	1,48	38,40
5.003	Cargada de Material a maquina	m3	25,94	1,14	29,58
5.004	Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	m2	50,72	13,95	707,54
5.005	Replanteo de Piedra, e=10 cm	m2	9,90	7,46	73,85
5.006	Acero de refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	802,00	2,53	2.029,06
5.007	Sum, -Ins, Tapa de H, A, 0,50 x 0,50 con platina perimetral + cerco	u	1,00	59,59	59,59
5.008	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	8,80	175,55	1.545,28
5.009	SUM. PASAMUROS, HD, D=50MM, B/L, PN10, L=0,50M	u	2,00	148,76	297,52
5.010	Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA - 63 mm	m	2,00	2,31	4,62
5.011	Colocación tubería PVC U/E D= 63 mm	m	2,00	0,39	0,78
5.012	Sum, Tee PVC U/E D=63 mm, Inyectada	u	2,00	6,89	13,78
5.013	Sum, Codo PVC U/E R/L D=63 mm 90 grad,	u	2,00	4,92	9,84
5.014	Sum, Union Tipo Gibault D=63 mm	u	4,00	38,94	155,76
5.015	Sum, -Ins, Llave de paso (válv. compuerta) D=2"	u	3,00	83,77	251,31
5.016	Sum, válvula Reductora de presión d = 2" (Bronce)	u	1,00	209,10	209,10
5.017	Colocación válvulas HF y bronce, D= 0 a 50 mm sin anclajes	u	1,00	4,93	4,93

5.018	Colocación Acc PVC U/E sin anclajes, D=63 mm	u	10,00	5,93	59,30
5.019	Sum, Unión de reparación PVC U/E D=63 mm	u	4,00	5,71	22,84
SUBTOTAL					58.587,22
IVA				12%	7.030,47
TOTAL					65.617,69

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Con el desarrollo de este trabajo se determinaron problemas que presenta la red tanto en su trazado como en el estado de sus accesorios y tuberías, es por esto que se planteó un rediseño del sistema para abastecer a una población futura de 201 habitantes con una demanda de 75 l/hab*día.

Para lograr esto, se inició con el levantamiento de información topográfica en la zona en donde está emplazado el proyecto; además, se realizó el aforamiento en la fuente, obteniendo así un caudal de 0.97 l/s. También se aplicó una encuesta a los usuarios del sistema determinando que recurso es utilizado para uso doméstico.

El sistema de abastecimiento de agua actual al trabajar con tuberías de diámetro de 40mm en el tramo entre el tanque de captación y el de reserva genera pérdidas unitarias sobre los 10 m/km y ya en el aspecto operativo del sistema se encontraron fugas en accesorios y tuberías de la red.

También se tomaron muestras de agua en varios puntos del sistema, esto para realizar análisis tanto físicos químicos como microbiológicos; llegando a la conclusión que es un recurso aprovechable, ya que los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros permitidos.

Finalmente, con toda la información recopilada se realizó el rediseño del sistema creando un trazado la red que no atravesase predios privados y cumpla con criterios de presiones y pérdidas unitarias permisibles por norma; usando así una tubería de 63 mm de diámetro en los 2590 metros que tiene el proyecto. Además, se debe colocar una válvula reductora de presión en la parte baja del sistema que regule una presión en el siguiente nodo de 30 mca.

Recomendaciones

En base al estudio realizado se recomienda realizar la construcción del nuevo sistema de abastecimiento para corregir los problemas existentes en la red y así brindar un mejor servicio a los usuarios.

Cuando se planea construir el proyecto se requiere realizar una actualización del presupuesto, debido a que el costo de los rubros varía en dependencia del tiempo.

Se recomienda realizar la instalación de una válvula flotadora en el tanque de reserva, esto con la finalidad de evitar el desbordamiento de este.

Es necesario llevar a cabo evaluaciones anuales de la calidad del agua con el fin de mantener un seguimiento del estado de la fuente en donde es captado este recurso.

Referencias bibliografía

- Agencia de Regulación y Control de Agua. (2020). *Boletín Estadístico 2020*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Alcaldía de Cuenca, Dirección de Planificación. (2022). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca - Actualización 2022. Anexo 2*. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Comisión Nacional del agua. (2019). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño de redes de distribución de agua Potable* (Vol. 12). México D.F., México: SEMARNAT. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro12.pdf>
- ETAPA. (2018). *Especificaciones técnicas generales*. Cuenca.
- Gad Parroquial Santa Ana. (2019). Podt Gadpr Santa Ana 2019-2023. *Evaluación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*, (pág. 448). Cuenca.
- Gobierno Parroquial de Tarqui. (2018). *Acta de la Sesión del Consejo de planificación del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Tarqui. Normativa de Aprobación*, (pág. 353). Cuenca.
- ICC. (2017). *Manual de Medición de Caudales*. Guatemala: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2018/02/Manual-de-medici%C3%B3n-de-caudales-ICC.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (6 de Mayo de 2014). *Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes*, Quito, Ecuador.
- Junta Parroquial de Traqui. (Enero de 2008). *Presupuesto Participativo una Estrategia para la Democracia y Desarrollo Rural*. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Miduvi. (s.f.). *Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias. Norma CO 10.7-602/601*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Molina, A., Pozo, M., & Serrano, J. (2018). *Agua, Saneamiento e higiene*. Quito, Ecuador: INEC. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA,_SANEAMIENTO_e_HIGIENE.pdf
- Molnar, P., 2011. Calibration (Watershed Modelling, SS 2011). *Institute of Environmental Engineering, Chair of Hydrology and Water Resources Management, ETH Zürich. Switzerland*.
- Nash, J., Sutcliffe, J.V., 1970. *River flow forecasting through conceptual models part I - A discussion of principles*. *J. Hydrol.* 10, 282–290.
- Rossman, L. A. (2012). *Epanet 2. Manual de Usuario*. (G. M. Valencia, Trad.) Cincinnati. https://epanet.es/wp-content/uploads/2012/10/EPANET_Manual_Usuario.pdf

Russi, D. I. (2015). *Determinación Experimental del Coeficiente de Pérdidas Menores y el Comportamiento Hidráulico de Diferentes Válvulas Tipo Cheque Usadas en Sistemas Internos de Distribución de Agua Potables*. Bogotá, Colombia: Ponticia Universidad Javeriana.

SENAGUA. (2014). *Norma de Diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural*. Quito, Ecuador. <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-catolica-de-cuenca/ingenieria-civil/manual-senagua-para-el-agua/15977581>

Anexos

Anexo 1. Modelo de encuesta aplicado



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**ENCUESTA SOCIO-ECONÓMICA Y DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL
DEL SERVICIO DE AGUA DE LA COMUNIDAD DE TAÑILOMA**

Fecha:

Encuestador:

Datos del Encuestado

Nombre:

Rol en el hogar: Padre () Madre () Otro: _____

DATOS DE LA VIVIENDA

Tipo de vivienda:

Casa unifamiliar () Cuartos () Solo terreno ()

Departamento () Mediagua ()

Uso de Vivienda: Habitada () Deshabitada ()

Posesión de la Vivienda: Propia () Arrendada ()

Valor de arriendo mensual:

Menos de 50 dólares () Menos de 100 dólares ()

Menos de 200 dólares () Menos de 300 dólares ()

Más de 300 dólares ()

Tipo de construcción:

Hormigón () Adobe () Madera ()

Mixta ()

Número de plantas de la vivienda: _____

Servicios básicos:

Internet () Agua ()

Teléfono () Alcantarillado ()

Energía Eléctrica () Recolección de basura ()

Promedio de pago de Energía Eléctrica:

\$0-\$5 () \$5-\$10 () \$10-\$15 ()

\$15-\$20 () Más de \$20 ()

DATOS FAMILIARES

Cantidad de personas que ocupan la vivienda:

Niños (0-12años) () Jóvenes (12-30años) ()

Adultos (30-60años) () Tercera edad (60 en adelante) ()

Número de personas que aportan ingresos al hogar

1-2 () 3-4 () 5-6 ()

Más de 7 ()

Actividad económica que realiza

Agrícola ganadero () Obrero () Jomalero ()

Empleado () Otros ()

Ingreso promedio familiar es:

Menos de 200 dólares () Menos de 300 dólares ()
 Menos de 400 dólares () Menos de 500 dólares ()
 Más de 500 dólares ()

DATOS ACERCA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA

Cuenta con el servicio de agua

Mañana () Tarde ()
 Noche () Todo el día ()

La cantidad de agua que recibe es

Buena () Mala () Regular ()

Almacena el agua

Si () No ()

El agua que almacena en

Tanque o Cisterna () Baldes () Otros ()

La calidad de agua que recibe es:

Buena () Mala () Regular ()

¿Le da algún tratamiento al agua antes de ser consumida?

Si () No ()

¿Cuál? _____

¿Que uso le da al agua?

Beber () Riego () Higiene ()
 Limpieza del hogar () Cocinar () Lavar ropa ()

¿Estaría dispuesto a colaborar en la mejora de la red de abastecimiento?

Si () No ()

Anexo 2. Informes del análisis físico químico y microbiológico del agua

	REPORTE DE RESULTADOS QUÍMICOS	Código: SGCUDAL-F-004 Versión: 2 Fecha: 2012/10/11
---	---	--

ORDEN No.: 554	FECHA RECEPCIÓN: 25/04/2023	FECHA DE ENTREGA: 02/05/2023
CODIGO LAB: 554 Q	CLIENTE: Marco Piedra	DIRECCIÓN: Av. 24 de Mayo
RUC/CEDULA:	MUESTRA: AGUAS UDA	CANTIDAD: 3.8 L
CONDICION DE LA MUESTRA:	MUESTREADO POR:	ANALISIS SOLICITADO:

IDENTIFICACION DE LA (S) MUESTRA(S):

554-Q1-M1	Nodo 9
554-Q2-M2	Tanque de reserva
554-Q3-M3	Nodo 21

RESULTADOS

Muestra: 554-Q1-M1

Análisis	Unidades	Método	Resultado	Límites de Detección	Requisito
Sólidos Sedimentables	mg/L	Gravimétrico	<0.1	0.1 mg/L	N/A
Sólidos Totales	mg/L	Gravimétrico	144	0.0001 mg/L	N/A
Sólidos totales disueltos	mg/L	Potenciométrico	69.9	0.01 mg/L	N/A
Sólidos suspendidos totales	mg/L	Gravimétrico	74.1	-----	N/A
Conductividad	µS/cm	Potenciométrico	139.8	0.01 µS/cm	N/A
pH	N/A	Potenciométrico	6.8	0.001 unidades de pH	N/A
Turbidez	NTU	Espectrofotométrico	<0.1	53.39 NTU	N/A
Dureza Total	mg/L	Gravimétrico	74.6	0.1 mg/L	N/A
Color	Tono de color % pureza	Colorimétrico	Incoloro sin pureza	-----	N/A

Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de UDA LABORATORIOS. El laboratorio mantendrá la confidencialidad de los resultados.

Calle Hernán Malo y Av. 24 de Mayo, Edificio de la Facultad de Ciencia y Tecnología, Teléf.: 072881333 ext 441 o 420 | labunidadireccion@uasuey.edu.ec

	REPORTE DE RESULTADOS QUÍMICOS	Código: SGCUDAL-F-004 Versión: 2 Fecha: 2012/10/11
---	---	--

Muestra: 554-Q2-M2

Análisis	Unidades	Método	Resultado	Límites de Detección	Requisito
Sólidos Sedimentables	mg/L	Gravimétrico	<0.1	0.1 mg/L	N/A
Sólidos Totales	mg/L	Gravimétrico	188	0.0001 mg/L	N/A
Sólidos totales disueltos	mg/L	Potenciométrico	68.9	0.01 mg/L	N/A
Sólidos suspendidos totales	mg/L	Gravimétrico	119.1	-----	N/A
Conductividad	μS/cm	Potenciométrico	138.4	0.01 μS/cm	N/A
pH	N/A	Potenciométrico	7.1	0.001 unidades de pH	N/A
Turbidez	NTU	Espectrofotométrico	<0.1 NTU	53.9	N/A
Dureza Total	mg/L	Gravimétrico	79.4	0.1 mg/L	N/A
Color	Tono de color % pureza	Colorimétrico	Incoloro sin pureza	-----	N/A

	REPORTE DE RESULTADOS QUÍMICOS	Código: SGCUDAL-F-004 Versión: 2 Fecha: 2012/10/11
---	---	--

Muestra: 554-Q3-M3

Análisis	Unidades	Método	Resultado	Límites de Detección	Requisito
Sólidos Sedimentables	mg/L	Gravimétrico	<0.1	0.1 mg/L	N/A
Sólidos Totales	mg/L	Gravimétrico	136	0.0001 mg/L	N/A
Sólidos totales disueltos	mg/L	Potenciométrico	69.2	0.01 mg/L	N/A
Sólidos suspendidos totales	mg/L	Gravimétrico	66.8	-----	N/A
Conductividad	μS/cm	Potenciométrico	138.1	0.01 μS/cm	N/A
pH	N/A	Potenciométrico	7.2	0.001 unidades de pH	N/A
Turbidez	NTU	Espectrofotométrico	<0.1		N/A
Dureza Total	mg/L	Gravimétrico	79.6	0.1 mg/L	N/A
Color	Tono de color % pureza	Colorimétrico	Incoloro sin pureza	-----	N/A

OBSERVACIONES:

Abreviaturas:

N/A: No Aplica

Quim. Laura Enriquez

Técnico Responsable

Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de UDA LABORATORIOS. El laboratorio mantendrá la confidencialidad de los resultados.

Calle Hernán Melo y Av. 24 de Mayo. Edificio de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Teléf.: 072881333 ext 441 o 420 | lsbudadireccion@uasuey.edu.ec

Anexo 3. Medición en campo de presiones existentes



Anexo 4. Planos del rediseño de la red y de la cámara reductora de presión

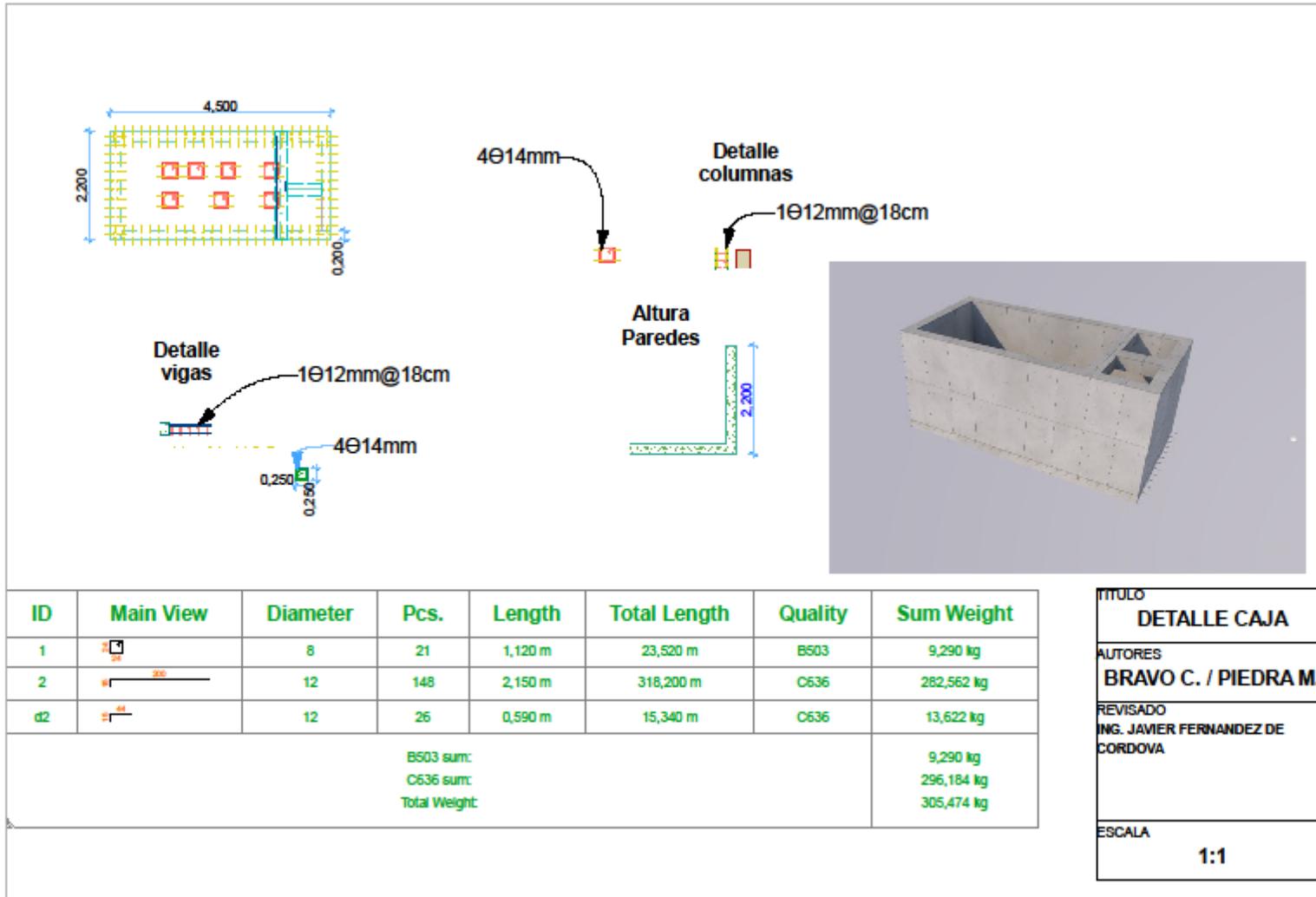


- RED
- Curva de Nivel
- Camino Vecinal
- Quebrada
- Área Verde
- Nodo
- Tanque de reserva
- ◡ Tanque de Captación
- ⊗ Válvula Reductora de Presión
- NT Numero de Tubería
- L Longitud
- Ø Diámetro de Tubería
- Q Caudal de Tubería
- f Pérdida Unitaria
- Db Demanda Base
- p Presión

FECHA: 27/05/2023

Evaluación y rediseño del sistema de agua de Yugshi, sector La Cofradía-Tañiloma, Cuenca, Azuay.

ESCALA: 1:20	REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
	DISEÑO: CARLOS BRAVO PALACIOS
	DISEÑO: MARCO PIEDRA PALACIOS
	REVISIÓN: ING. JAVIER FERNÁNDEZ DE CÓRDOBA
REVISIONES	ARQ. XXXXXX XXXXXX. SEÑALTY: XXXXX Apellido: XXXXX Código: XXXXXX Fecha: XXXX/XXXX/XXXX
CONTIENE: REDISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN PLANO GENERAL CON SU RESPECTIVA SIMBOLOGÍA	MAYO DEL 2023
	HOJA 1/3



Anexo 5. Especificaciones Técnicas Generales (ETAPA EP, 2018).

A5.1 Replanteo

Definición

Este rubro consiste en la ubicación de las obras en campo, utilizando las alineaciones indicadas en los planos y respetando estas especificaciones de construcción.

Este trabajo debe realizarse con la precisión suficiente que permita la perfecta ubicación en el terreno de cada una de las tuberías, accesorios, anclajes y demás estructuras previstas en el proyecto.

Especificaciones

Previo a iniciar los trabajos de replanteo, el Constructor realizará un recorrido al sitio de implantación de cada una de las obras y sugerirá los cambios que crea conveniente.

A partir de las referencias básicas entregadas por ETAPA EP y la red de puntos de control establecida por el Contratista, este último y el Fiscalizador implantarán en el sitio de la obra el trazado indicado en los planos de diseño. De encontrarse discrepancias en este proceso, la Fiscalización deberá realizar las modificaciones necesarias.

El replanteo de las líneas y puntos secundarios, serán realizados por el Contratista. Todas las líneas estarán sujetos a comprobación por parte del Fiscalizador, sin perjuicio de lo cual será responsabilidad del Contratista la exactitud de tales alineaciones.

Las observaciones y los cálculos efectuados por el Contratista se registrarán en libretas adecuadas. El Fiscalizador reglamentará la forma de llevar las libretas y de hacer los cómputos y el dibujo. El Contratista deberá mantener informado al Fiscalizador con suficiente anticipación, acerca de las fechas y lugares en que se proyecte realizar cualquier trabajo que requiera de coordenadas a ser suministradas, de tal manera que dicha información le pueda ser entregada oportunamente.

Los detalles de instalaciones existentes incorporados en los planos de diseño relativos a localización, dimensiones y características de las estructuras y ductos subterráneos construidos a lo largo o a través del diseño replanteado, no pretenden ser exactos, sino informativos para el Contratista; razón por la cual a éste corresponde realizar los sondeos y verificaciones necesarios.

Los trabajos de replanteo serán realizados por personal técnico capacitado y experimentado utilizando aparatos de precisión, tales como estaciones totales, teodolitos según se requiera.

Dependiendo del tipo de obra a implantar se realizará el tipo de replanteo que corresponda, de acuerdo con el siguiente detalle:

- Implantación de ejes para tendido de tuberías de saneamiento, agua potable y conducciones, se utilizará el Replanteo.
- Implantación de cámaras de válvulas, edificaciones y estructuras en general, se utilizará el Replanteo de áreas.

Replanteo

Para este trabajo se utilizará aparatos de precisión, tales como estaciones totales o teodolitos, así como los materiales y la mano de obra necesaria para una correcta ejecución del trabajo. Asimismo, en esta actividad se incluye el levantamiento de una franja de 6 m a cada lado del eje a fin de ubicar posibles interferencias.

En el caso de sistemas de alcantarillado, interceptores, colectores, dentro del replanteo (código) se incluye la implantación de los pozos de revisión para tuberías de diámetro menor o igual a 600 mm.

Medición y Forma de Pago

El rubro Replanteo se medirá en kilómetros. En la forma de pago se incluyen los materiales antes indicados, los equipos y la mano de obra necesaria para la correcta ejecución del rubro, de acuerdo con lo especificado para esta actividad.

A5.2 Excavación

Definición

Se entenderá por excavación a mano o mecánica los cortes de terreno para conformar plataformas, taludes o zanjas para alojar tuberías, cimentar estructuras u otros propósitos y, la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para construir las obras o instalar las tuberías.

Especificaciones

Las Excavaciones incluyen las operaciones que deberá efectuar el Constructor para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación

cuando se requiera (excavación en conglomerado y/o roca). Comprende también el control de las aguas sean éstas, servidas, potables, provenientes de lluvias o de cualquier otra fuente que no sea proveniente del subsuelo (aguas freáticas), para que las obras se ejecuten de manera que se obtenga (cuando sea factible) un drenaje natural a través de la propia excavación; para lo cual el Contratista acondicionará cuando sean requeridas cunetas, ya sea dentro de las excavaciones o fuera de ellas para evacuar e impedir el ingreso de agua procedente de la escorrentía superficial. Estas obras son consideradas como inherentes a la excavación y están consideradas dentro de los precios unitarios propuestos. Después de haber servido para los propósitos indicados, las obras de drenaje serán retiradas con la aprobación de la Fiscalización.

Cualquier daño resultante de las operaciones del Contratista durante la excavación, incluyendo daños a la fundación misma, a las superficies excavadas, a cualquier estructura existente y/o a las propiedades adyacentes, será reparado por el Contratista a su costa y a entera satisfacción de la Fiscalización.

Las excavaciones deberán ejecutarse de acuerdo con las alineaciones, pendientes, rasantes y dimensiones que se indican en los planos o que ordene la Fiscalización. De preferencia el Contratista utilizará sistemas de excavación mecánicos, debiendo los sistemas elegidos originar superficies uniformes, que mantengan los contornos de excavación tan ajustados como sea posible a las líneas indicadas en los planos, reduciendo al mínimo las sobreexcavaciones. La excavación a mano se empleará básicamente para obras y estructuras menores, donde la excavación mecánica pueda deteriorar las condiciones del suelo, conformar el fondo de las excavaciones hechas a máquina, o cuando por condiciones propias de cada obra la Fiscalización así lo disponga.

Si los resultados obtenidos no son los esperados, la Fiscalización podrá ordenar y el Contratista debe presentar, sistemas alternativos adecuados de excavación, sin que haya lugar a pagos adicionales o diferentes a los constantes en el contrato. Así mismo, si se encontraren materiales inadecuados para la fundación de las obras, la Fiscalización podrá ordenar una sobreexcavación, pagando por este trabajo los mismos precios indicados en el contrato.

El material proveniente de las excavaciones es propiedad de ETAPA EP y su utilización para otros fines que no estén relacionados con la obra, serán expresamente autorizados por la Fiscalización.

Clasificación de Suelos para Excavaciones

Con base de los resultados de los estudios geológicos y geotécnicos, se ha definido la existencia de suelos de tipo: normal (sin clasificar), conglomerado, roca y suelos de alta consolidación, en algunos casos con niveles freáticos altos que originarán presencia de agua en las excavaciones. A continuación, se particularizan especificaciones para cada caso.

Excavación en Suelo Sin Clasificar

Se entenderá por terreno normal aquel conformado por materiales finos combinados o no con arenas, gravas y con piedra de hasta 20 cm de diámetro en un porcentaje de volumen inferior al 20%.

Es el conjunto de actividades necesarias para remover cualquier suelo clasificado por el SUCS como suelo fino tipo CH, CL, MH, ML, OH, OL, o una combinación de los mismos o suelos granulares de tipo GW, GP, GC, GM, SW, SP, SC, SM, o que lleven doble nomenclatura, que son aflojados por los métodos ordinarios tales como pico, pala o máquinas excavadoras, incluyen boleos cuya remoción no signifiquen actividades complementarias.

Excavación en Conglomerado

Se entenderá por conglomerado el terreno con un contenido superior al 60% de piedra de tamaño hasta 50 cm de diámetro, mezclada con arena, grava o suelo fino.

Profundidad de las Excavaciones

Para el caso de las excavaciones en zanjas y únicamente en terrenos clasificados como suelos sin clasificar y conglomerado, la extracción de material hasta conseguir llegar al plano de asentamiento de la estructura, se establecen las siguientes profundidades de excavación:

Excavación de 0 a 2 m

Se conceptúa como la remoción y extracción de material desde el nivel del terreno en condiciones originales, hasta una profundidad de 2 m.

Tipo de Excavaciones según la manera de ejecutarla

Excavación Manual

Este trabajo consiste en el conjunto de actividades necesarias para la remoción de materiales de la excavación por medios ordinarios tales como picos y palas.

Se utilizará para excavar la última capa de la zanja, o en aquellos sitios en los que la utilización de equipo mecánico sea imposible.

Excavación Mecánica

En este caso se utiliza equipo caminero apropiado para la realización de las excavaciones. Este tipo de excavación se utilizará para realizar los respectivos cortes previos a la conformación de los terraplenes donde se implantará las diferentes estructuras.

Medición y Forma de Pago

La medición de las excavaciones a mano o mecánica será establecida por los volúmenes delimitados por la línea del terreno antes de iniciar las excavaciones y por las líneas teóricas de excavación mostradas en los planos, o definidas por la Fiscalización. Se medirá y pagará por metro cúbico excavado, sin considerar deslizamientos, desprendimientos o derrumbes que se consideren errores o negligencia del Contratista.

El pago incluye la mano de obra, el equipo, los materiales, las herramientas necesarias y cualquier otro gasto que incurra el Contratista para realizar el trabajo según estas especificaciones.

En ningún caso serán objeto de pago, las excavaciones que el Contratista realice por conveniencia propia, los cuales se consideran incluidos en los costos indirectos de la obra.

Los rubros relativos a la excavación, definidos por el tipo de suelo, la clase de excavación, la forma de ejecutarla y la profundidad de la misma, se indican en los respectivos presupuestos.

La excavación final, realizada para instalación de las tuberías o para los pozos de revisión, en los 10 últimos cm, se pagará como excavación a mano en terreno sin clasificar o conglomerado, y de acuerdo con la profundidad

A5.3 Relleno

Definición

Se entenderá por relleno granular la preparación, colocación y suministro, si corresponde, de material de mejoramiento y/o aquel extraído de la excavación, hasta alcanzar el nivel del suelo adyacente.

Especificaciones

Una vez terminadas las obras a satisfacción de la Fiscalización, según lo establecido en las partes pertinentes de estas Especificaciones, se procederá a realizar los rellenos ya sea con material de mejoramiento y/o con material producto de la propia excavación según se indica en los siguientes párrafos.

El material para relleno puede ser cohesivo, pero cumplirá cuando menos los siguientes requisitos:

No contendrá material orgánico, ni residuos de plásticos u otros elementos que alteren la condición del material a usarse en el relleno y siempre que el límite líquido del suelo sea menor al 50 % y retirando toda partícula mayor a 2". El espesor de cada capa de relleno no será mayor de 30 cm y su densificación deberá ser igual o mayor al 95 % de la densidad máxima obtenida en laboratorio, de acuerdo al ensayo Proctor Estándar Modificado,

El Constructor no podrá utilizar el material ni iniciar las tareas de relleno sin la expresa autorización del Contratante, que puede ser a través del libro de obra o de una comunicación escrita.

En rellenos de vías y caminos, el material a usarse en las últimas capas, será igual al empleado en la estructura del camino pero conservando los mismos espesores, y los rangos de compactación en cada caso, hasta recuperar el camino en sus condiciones originales, y las planillas se aplicaran a los rubros correspondientes.

En caso de presentarse molones de piedra en el material para relleno entre 2 y 10", se procederá al relleno de la zanja por capas alternadas de 30 cm de material fino con tamaño de grano no mayor a 2" y luego sobre esta una capa de piedra acomodada sin que se sobrepongan, hasta completar la altura total de relleno, cuidando de que la primera y última capa sea de material fino.

Relleno de Zanjas

Hasta una altura de 30 cm por encima de la tubería todas las zanjas deben ser rellenadas a mano con material aprobado por la Fiscalización. El material excavado puede ser usado para esta porción del relleno siempre que sea aprobado. No se permitirá que haya piedras en esta primera capa de relleno. Si el material excavado, a juicio del fiscalizador, no fue adecuado para el relleno, el Contratista suministrará, arena u otro material aprobado, en cantidad suficiente para rellenar la zanja.

El material de relleno irá colocado y compactado debidamente, con pisón manual, en capas de 15 cm de alto hasta una altura mínima de 30 cm por encima de la parte superior de la tubería. El material de relleno será colocado simultáneamente a ambos lados de la tubería con el objeto de prevenir que se produzcan movimientos de esta. Especial cuidado debe ponerse para conseguir una compactación apropiada a los lados de la tubería hasta alcanzar un grado de compactación moderado que asegure la transmisión de esfuerzos al suelo adyacente. El material que se encuentre demasiado húmedo será rechazado, y si está demasiado seco deberá ser hidratado antes de utilizarse en el relleno.

El resto de la zanja o relleno final se hará ya sea con pisón de mano o con equipo mecánico aprobado, colocando el material en capas de 30 cm de espesor, excepto en los casos indicados más adelante. El material de relleno será granular con no más de 40% de tierra fina y sin piedras mayores a 10 cm de diámetro.

Especial cuidado se dará al material y compactación del relleno de zanjas abiertas en vías en las que se debe ejecutar la reposición de calzada como asfaltado o adoquinado. En estos casos, se determinará el grado de compactación mediante la toma de muestras cada 200 m para verificar su cumplimiento.

El relleno será realizado siempre de tal manera de evitar daño o raspaduras de la superficie de la tubería. Si se produjese algún daño, el Contratista debe repararlo, sin recibir pago adicional alguno por retirar la tubería, reparar el recubrimiento o reponer el tramo de tubería dañado y volverla a instalar.

En terrenos en los que se vaya a sembrar césped, el relleno debe terminar 15 cm por debajo del terreno natural y se utilizará tierra vegetal para completar los 15 cm faltantes.

**Relleno al volteo (Sin Compactar): Tapado de zanjas con máquina;
Tapado manual de zanjas**

Consiste en la colocación del material producto de la excavación o de préstamo, en la zanja o en banco, en forma directa, mediante el tendido uniforme, sin compactación manual o mecánica alguna. Este tipo de relleno será ejecutado únicamente en lugares que, de acuerdo a la planificación realizada, sean reservados para espacios verdes, áreas de protección forestal, y que la pendiente de la superficie no sobrepase el 10%, sin que exista previsión de tráfico vehicular ni peatonal, y en el caso de zanjas que alojen tuberías, una vez que se haya alcanzado el relleno compactado hasta una altura de 30 cm por encima de aquellas. Estos trabajos indicados, serán ejecutados únicamente mediante orden de la Fiscalización.

El relleno sin compactar se colocará por capas de no más de 60 cm de espesor, sensiblemente paralelas al fondo de la zanja o banco, dejando al final un sobre-relleno que compense los asentamientos posteriores.

En las zanjas con pendientes longitudinales mayores al 5%, los rellenos se realizarán de acuerdo con lo indicado en las especificaciones ambientales, que constan en otro capítulo de estos documentos, con muros de contención superficial de mampostería seca de piedra, o algún otro elemento, que impidan el arrastre del suelo en épocas lluviosas.

En el caso en el que el relleno se destine a la siembra de especies vegetales, la tierra vegetal se extenderá por medios manuales o mecánicos sin compactar, en una sola capa, siguiendo los procedimientos que están establecidos

Relleno Compactado

Por relleno compactado se define la colocación de material proveniente de la propia zanja o de préstamo, en capas sensiblemente horizontales de no más de 20 cm de espesor, debidamente compactadas, hasta las alturas definidas por la Fiscalización, con una densidad medida en sitio, igual o mayor al 95% de la densidad máxima.

La compactación se realizará preferiblemente con compactadores mecánicos, como: rodillo compactador, compactador de talón, rodillo pata de cabra o similares.

Para obtener una densidad de acuerdo con lo especificado, el contenido de humedad del material a ser usado en el relleno debe ser óptimo. Si el material se encuentra seco,

se añadirá la cantidad necesaria de agua, y, si existe exceso de humedad, será necesario secar el material. Para una adecuada compactación mediante apisonamiento, no será utilizado en el relleno material húmedo excedido con relación a la humedad óptima obtenida en la prueba Proctor T-99, de la ASSHO.

El material de relleno será humedecido fuera de la zanja, antes de su colocación, para conseguir la humedad óptima. En caso contrario para eliminar el exceso de humedad, el secado del material se realizará extendiendo en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

Para iniciar el relleno de las zanjas el Fiscalizador verificará que las paredes tengan los taludes autorizados, estables, (evitando que se formen “cuevas” donde el relleno no se puede compactar adecuadamente); en caso de haberse producido derrumbes por defectos en el proceso de excavación, originándose socavaciones o bóvedas que impidan una correcta compactación del material de relleno, serán eliminadas mediante sobreexcavación, por cuenta y a costa del contratista.

Relleno con material de reposición (cambio de suelo)

En el proceso de relleno se utilizará de preferencia el material de la excavación, y cuando no fuese apropiado se seleccionará otro que cumpla las condiciones técnicas con el visto bueno de la Fiscalización.

- El material de reposición cumplirá con las siguientes especificaciones:
- El límite líquido del material ensayado no será superior al 40%.
- El índice de plasticidad no será superior al 15%.
- La densificación del material no será menor al 95% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, de acuerdo al ensayo Proctor Estándar Modificado
- El tamaño máximo de los granos no será mayor a 2”, en caso de presentarse, deberán ser retirados.
- El suministro de material de reposición se pagará por separado.

Medición y forma de pago

La preparación, colocación y suministro, si corresponde, de material para conformar los rellenos en las condiciones indicadas en este documento, se medirá en metros cúbicos debidamente compactados según las líneas y niveles definidos en los planos o

lo señalado por escrito en el libro de obra por la Fiscalización, y se cancelará con los rubros constantes en la tabla de cantidades y precios para cada uno de ellos.

No se reconocerá pago adicional por la preparación del terreno ni por el relleno de depresiones menores. Tampoco se reconocerá pago alguno por los materiales ni por la elaboración de muros de confinamiento necesarios para conformar estos rellenos.

Los costos de control de calidad que realizará la Fiscalización serán por cuenta del Contratista. El Contratista puede realizar ensayos adicionales para demostrar la calidad de los trabajos y adelantar la ejecución de estos.

Los laboratorios para el control de rellenos compactados deberán ser previamente calificados por la Fiscalización y aprobados por ETAPA EP.

El pago de este rubro incluye la mano de obra, herramientas, equipo, materiales y preparación de los materiales necesarios para la correcta ejecución de los trabajos a entera satisfacción de la Fiscalización.

En el caso de relleno con suministro de material de reposición, el Contratista considerará en su análisis el transporte, desperdicios y esponjamiento del material a suministrar, ya que para su pago éste se medirá una vez colocado y compactado según estas especificaciones.

Para el pago de los rellenos con material de reposición, el suministro de material se pagará por separado con el rubro: Material de Reposición (Incluye esponjamiento).

A5.4 Desalojo, limpieza y sobreacarreo de material producto de excavaciones

En cuanto a la limpieza se sujetará tanto a lo indicado en la Ordenanza Municipal que Controla la Destrucción o Rotura y Regula la Reposición de Calzadas, Aceras u otras Obras Públicas como en las Especificaciones Ambientales.

Definición

Se entenderá por desalojo de material producto de excavación y no apto para relleno, la operación consistente en el cargado y transporte de dicho material hasta los bancos de desperdicio o de almacenamiento que señale el proyecto y/o el ingeniero Fiscalizador, ubicados a distancias iguales o menores a 5 km.

Se entenderá por Sobreacarreo de materiales al transporte de materiales a distancias mayores a los 5 km, medidos a partir de esta distancia.

No se incluyen en estos rubros los residuos de materiales, desperdicios y demás sobrantes generados en la obra, cuyo manejo, recogida, cargado, transporte, descarga y demás actividades relacionadas, son de responsabilidad del Contratista

No se podrá desalojar materiales fuera de los sitios definidos por la Fiscalización. Para esto, se implementará un mecanismo de control para la entrega de materiales mediante una boleta de recibo-entrega.

Para que se considere efectuado el rubro de desalojo, la Fiscalización constatará que el sitio de la obra y la zona de influencia de esta, este completamente limpia.

Especificaciones

El desalojo de material producto de excavación se deberá realizar por medio de equipo mecánico en buenas condiciones, sin ocasionar la interrupción del tráfico de vehículos, ni causar molestias a los habitantes.

Para el efecto, los volquetes que transporten el material deberán disponer de una carpa cobertura que evite el derrame del material por efectos del viento o el movimiento mismo del vehículo.

El desalojo incluye el transporte y manejo o acondicionamiento del botadero de disposición final de los desechos y residuos (regado, tendido y compactado) durante y al final de ejecutada la obra, ya sean estos manejados por la EMAC o por el Contratista.

Cuando los botaderos sean manejados por la EMAC (Empresa Municipal de Aseo de Calles), el Contratista deberá pagar a ésta las tasas respectivas conforme a lo señalado en la Ordenanza Municipal que Regula la gestión integral de los Desechos y Residuos Sólidos en el Cantón Cuenca, cuyo valor deberá estar considerado dentro de los costos directos de los rubros de los que forma parte.

En el caso que el Contratista gestione el Botadero, previo a su utilización deberá presentar a la Fiscalización, el diseño respectivo aprobado por las autoridades municipales competentes (Comisión de Gestión Ambiental, EMAC u otras)

Medición y pago

El cargado a mano o a máquina, de materiales de desalojo se pagará por separado, en metros cúbicos medidos sobre el perfil excavado y mayorado con el porcentaje de esponjamiento que corresponda según el tipo de material.

El transporte de materiales de desalojo hasta 5 km se medirá y pagará en metros cúbicos. El volumen se medirá sobre el perfil excavado y será mayorado con el porcentaje de esponjamiento que corresponda según el tipo de material.

El Sobrecarreo se pagará con el rubro transporte de materiales a más de 5 kilómetros, se medirá en metros cúbicos-kilómetro, se lo calculará multiplicando el volumen transportado (calculado sobre el perfil excavado y mayorado con el porcentaje de esponjamiento que corresponda según el tipo de material) por el exceso de la distancia total de transporte sobre los 5 km.

El transporte de materiales se podrá también pagar, en condiciones especiales aprobadas por la Fiscalización, como Transporte de materiales de desalojo a mano y será medido en Toneladas/metro.

Para cuando el botadero sea gestionado por la EMAC el Contratista reconocerá a ésta, el pago por concepto del manejo del botadero, cuyo costo deberá incluirse en los costos directos de los rubros de los que forma parte. ETAPA EP no reconocerá pago adicional alguno al Contratista por concepto del manejo de botaderos, sean estos manejados por la EMAC o por el contratista.

La ruta para el transporte de materiales de desalojo lo establecerá el Fiscalizador.

Como requisito para el pago de los rubros señalados en este numeral, el Contratista deberá presentar la factura de pago a la EMAC por concepto de la tasa señalada; en caso de que el botadero sea manejado por el Contratista, la Fiscalización certificará que el mismo está siendo manejado de acuerdo con el diseño aprobado previo a su utilización.

Los valores de porcentaje por esponjamiento, de acuerdo con el tipo de material, a utilizarse para el planillaje serán los siguientes:

MATERIAL	ESPONJAMIENTO
Roca	40%
Hormigón	35%
Conglomerado	30%
Tierra (Sin Clasificar)	25%
Alta consolidación	20%
Base, Sub-base y Mejoramiento (Lastre)	28%

A5.5 Conexiones domiciliarias de agua potable

Definición

Se denomina conexión domiciliar de agua potable a los elementos que sirven para conectar la tubería matriz ubicada en la vía hasta el medidor.

Especificación

Los elementos que se utilizarán para las instalaciones domiciliarias cumplirán con las siguientes especificaciones:

Collarín

Es el accesorio que sirve para acoplar la toma de incorporación a la tubería matriz, se les utilizará para matrices de PVC de diámetros de 32 hasta 315 mm y en tuberías de asbesto cemento (AC) y hierro fundido (HF).

Los Collarines de Bronce deben ser fabricados de acuerdo a normas internacionales bajo un sistema de calidad Certificado ISO 9001, Certificación Alemana distintivo DIN-DVGW, Certificación CESMEC, Certificados de productos ISO CASCO – 5; los collarines deben tener una alta resistencia a la corrosión, su composición debe tener del 81 – 85% de Cobre (Norma ASTM B – 62), además de presentar garantía de 10 años; para collarines de hierro dúctil y acero inoxidable estos collarines deben tener medidas de acuerdo a nuestras normas de tuberías de PVC. Deberán cumplir con normas internacionales de calidad ASTM 536, AWWA.

Cumpliendo además con las siguientes características:

CUERPO	HIERRO FUNDIDO	HIERRO DÚCTIL ASTM 536	BRONCE ASTM B 584 85-5-5-5
Pernos y tuercas	Acero Inoxidable SS304		Bronce ASTM B 584 85-5-5-5
Abrazadera	Acero Inoxidable SS304		Bronce ASTM B 584 85-5-5-5
Empaque	Buna N grado 60 o similar		Buna N grado 60 o similar
Recubrimiento	Pint. Anticorrosiva o Epóxica		

Las dimensiones deberán cumplir con los diámetros externos para asbesto clase 20 y para tuberías PVC los diámetros nominales

La rosca del collarín deberá ser cónica AWWA

A5.6 Tuberías y accesorios de cloruro de polivinilo PVC de presión

El fabricante, tipo, clase y cantidades de tuberías y accesorios, previo a su adquisición por parte del Contratista, serán aprobados por la Fiscalización. ETAPA EP no reconocerá el pago de suministros adquiridos que no cumplan con este requisito.

Previo a la adquisición de las tuberías y accesorios el Contratista, pondrá a consideración de la Fiscalización el fabricante de los citados productos para su aprobación; para lo cual adjuntará la hoja de datos en la que conste información del fabricante que demuestre su experiencia en el suministro de este tipo de bienes, así como los certificados que acrediten que los materiales a adquirirse cumplen con las especificaciones técnicas. No se aceptarán documentos que no sean originales o copias debidamente autenticadas por autoridad competente.

Una vez aprobado el proveedor por parte de la Fiscalización y de ETAPA EP, el contratista presentará una garantía técnica del fabricante que acredite la buena calidad de la totalidad de los materiales a suministrarse. Esta garantía tendrá un período de validez de por lo menos un año o el período establecido para cada caso de así solicitarse.

A5.7 Suministro de tuberías de cloruro de polivinilo PVC de presión

Definición

Se entiende por tubos de presión, de PVC, los conductos de sección circular fabricados con los componentes que implican el referido material

Especificaciones

Materiales

El material de la tubería estará constituido, primordialmente de policloruro de vinilo no plastificado, al cual se le podrá agregar aditivos que se requieren tanto para facilitar la fabricación del polímero, como para la producción de tubos y accesorios durables cuya superficie posea un acabado, resistencia mecánica y capacidad.

Ninguno de estos aditivos se deberá usar por separado o juntos en cantidades suficientes como para constituir un tóxico, un riesgo organoléptico o microbiano, o para alterar la fabricación o las propiedades de soldadura del producto, o de las propiedades químicas y físicas.

No se aceptará en la fabricación material reprocesado y, los tubos y accesorios se diseñarán para las características hidrodinámicas y, dimensiones determinadas dentro de las tolerancias permitidas; de tal manera que permitan su uso en el proyecto.

Normas de fabricación y servicio

La tubería debe cumplir todos los requisitos establecidos en la Norma INEN 1373: “Tubería plástica - tubería de PVC rígido para presión: Requisitos” o las normas equivalentes ISO 161-1, ISO 4065, ISO 3606. Dichos requisitos son:

REQUISITO	NORMA DE ENSAYO
Diámetro externo, espesor nominal de paredes	INEN 499, ISO 3126
Resistencia a la presión interna	INEN 503, ISO 1167
Resistencia al impacto	INEN 504, ISO 3127
Reversión longitudinal	INEN 506
Longitud de acoplamiento	INEN 1331, ISO 2045
Temperatura de ablandamiento (Vicat)	INEN 1367

Para el caso de la tubería roscada se seguirá lo estipulado en la Norma NTE INEN 2497: “Tubería plástica. Tubos de PVC rígido unión por rosca, para conducción de agua potable a presión. Cédula 80. Requisitos”

El número de tubos a probar (tamaño de la muestra) será determinado de conformidad a la Norma INEN 2016: “Tubería plástica de PVC Rígido - Muestreo)

Longitud de los tubos

El suministro de los tubos se hará en longitudes de 6m. Estas no incluyen la profundidad de cualquier campana o campanas.

Tipo de unión

Para diámetros nominales iguales o superiores a 63 mm, la tubería será de unión tipo elastomérico, para diámetros inferiores, será de tipo roscado o pegable.

Marcas

Los tubos deberán ser marcados de tal forma que se reconozcan a cada metro cuando sean tubos con diámetros menores o iguales a 50 mm, a 2 m para diámetros comprendidos entre 63 mm y 160 mm; y para diámetros mayores a 180 mm se marcarán cada 6m.

El rotulado deberá informar por lo menos una referencia a la norma aplicada, marca comercial, diámetro exterior y espesor nominal, el material de tubo y la presión nominal PN en bares.

Medición y pago

La tubería de Polivinilo (PVC) será medida por metro lineal, con aproximación de un decimal, y se pagará con los rubros Suministro de tuberías de PVC, según su tipo, clase y diámetro, una vez que estas hayan sido instaladas y probadas en obra a entera satisfacción de la Fiscalización.

En el caso de la tubería con unión tipo elastomérica el suministro incluirá el anillo de caucho y el lubricante requerido.

En el caso de tubería con unión pegable, el suministro incluirá el líquido limpiador y la pega requerida.

A5.8 Suministro de accesorios de cloruro de polivinilo PVC de presión

Definición

Comprende los codos, tees, yees, reducciones, tapones uniones de reparación y similares que serán utilizados en el Proyecto.

Especificaciones

Materiales

Se aplican las mismas especificaciones indicadas para el caso de las tuberías de PVC presión. Los accesorios serán de un solo cuerpo fabricado por inyección en molde. No se aceptarán accesorios armados con uniones con cemento solvente para ningún diámetro.

Los extremos de los accesorios de PVC para el caso de accesorios con sello elastomérico deben ser moldeados en fabrica con un canal en su interior, en los nudos se alojarán los cauchos o anillos elastomérico.

Normas de fabricación y servicio

Los accesorios cumplirán los requisitos establecidos en la Norma INEN 1373 (en lo relativo a diámetros y espesores) y en general a lo establecido en la Norma ISO 2045.

Medición y forma de pago

Serán cuantificados en unidades y pagados con los rubros Suministro de accesorios de PVC, según su tipo y diámetro. Su pago se efectuará una vez que se encuentren instalados y probados en obra.

En el caso de accesorios con unión tipo elastomérica el suministro incluirá el anillo de caucho y el lubricante requerido.

En el caso de accesorios con unión pegable, el suministro incluirá el líquido limpiador y la pega requerida.

En el caso de la tubería roscable el suministro incluirá todos los materiales requeridos para una correcta ejecución del rubro.

A5.9 Instalación de tuberías de cloruro de polivinilo PVC de presión

Definición

Se entenderá por instalación de tuberías de PVC para agua potable el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para colocar dichas tuberías en las zanjas respectivas, en los lugares que señale el proyecto.

La instalación de tuberías de agua potable comprende su transporte hasta las obras o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreo locales que deba hacer el Constructor para distribuirla a lo largo de las zanjas; la operación de bajar la tubería a la zanja; su instalación propiamente dicha; ya sea que se conecte con otros tramos de tubería ya instaladas o con piezas especiales o accesorios y, finalmente las pruebas de las tuberías ya instaladas para su aceptación por parte de la Fiscalización.

Especificaciones

El Constructor deberá tomar las precauciones necesarias para que la tubería no sufra daño ni durante el transporte, ni en el sitio de los trabajos, ni en el lugar de almacenamiento. Para el manipuleo de la tubería tanto en la carga como en la colocación en la zanja, se deben emplear equipos y herramientas adecuados.

El Ingeniero Fiscalizador de la obra, previa la instalación deberá inspeccionar las tuberías y uniones para cerciorarse de que el material está en buenas condiciones, en caso contrario deberá rechazar todas aquellas piezas que encuentre defectuosas.

Cuando no sea posible que la tubería sea colocada, al momento de su entrega, a lo largo de la zanja o instalada directamente, deberá almacenarse en los sitios que autorice

el Ingeniero Fiscalizador de la obra, en pilas de 2 metros de alto como máximo, separando cada capa de tubería de las siguientes mediante tablas de 19 a 25 mm de espesor, separadas entre sí 1.20 metros como máximo.

El procedimiento por seguirse para la instalación de la tubería con unión elastomérica es el que se describe a continuación:

- Limpiar cuidadosamente el extremo del tubo y el interior del acople
- Insertar el sello de caucho en la ranura del acople
- Aplicar lubricante en el extremo del tubo hasta la marca tope y en el anillo del acople. El lubricante para emplear durante el montaje debe ser el recomendado por los fabricantes y no debe tener efectos perjudiciales en los empaques o tubos (puede usarse jabón o grasa vegetal).
- Insertar el extremo lubricado del tubo dentro del acople.

Para tuberías de diámetro superior a 250 mm se deberá usar una acopladora mecánica y/o herramienta menor para garantizar el perfecto acoplamiento de las tuberías.

En caso de que sea necesario hacer cortes a la tubería, estos deben hacerse a escuadra o con sierra, eliminando los rebordes con una lima a fin de facilitar la unión de las piezas. Se debe quitar las rebabas y alisar la espiga si es necesario. El bisel de la espiga debe ser a 15° con el eje del tubo y la longitud de entrada debe estar marcada claramente. La unión y el sello de caucho deben estar completamente limpios. El sello debe estar bien sentado en el canal.

El procedimiento por seguirse para la instalación de la tubería con unión pegable es el que se describe a continuación:

- Comprobar el ajuste en seco entre espiga y campana, si la unión es muy apretada lije el extremo espiga y el interior de la campana.
- Aplique a las superficies lijadas el líquido limpiador para preparar las superficies a soldar.
- Enseguida coloque la pega mediante una brocha en la espiga y dentro de la campana.
- Inmediatamente una las piezas espigo-campana, verificando que el tubo penetre hasta el fondo de la campana, haciendo girar ¼ de vuelta mientras las superficies están todavía húmedas.

- Elimine el exceso de pega en el reborde, cuidando de que en el perímetro de la unión aparezca el cordón de soldadura.

Las tuberías deben estar perfectamente alineadas en ambos planos no se permitirá introducir la espiga en ángulo.

Cuando se trabaje con tubería para roscar:

- Se utilizará la tarraja (herramienta menor) apropiada para tubería PVC con el dado y la guía que corresponda al diámetro del tubo con la especificación de rosca NPT.
- El roscado se realizará en una sola operación continua, sin cortar la viruta y regresando la tarraja; los filetes deberán ser precisos y limpios.
- Para la conexión de accesorios y tuberías se empleará un sellante que asegure una junta estanca como cinta teflón o sellador de roscas para tubería PVC.

Se cuidará que, al momento de conectar cada tramo de tubería, éste se encuentre limpio en su interior; el ajuste se realizará manualmente con un remate de una o dos vueltas con llave de tubo, sin forzar el ajuste perjudicando la resistencia del accesorio y los hilos de la rosca.

No se procederá al tendido de ningún tramo de tuberías en tanto no se encuentren disponibles para ser instalados los accesorios que limiten el tramo correspondiente (válvulas, codos, tees y piezas especiales).

Para la instalación de tuberías se deberá utilizar tramos mayores o iguales a 1m. de longitud.

Cuando se presente interrupciones en el trabajo, o al final de cada jornada de labores, deberán taparse los extremos abiertos de las tuberías cuya instalación no esté terminada, de manera que no puedan penetrar en su interior materias extrañas, tierra, basura, etc.

Medición y forma pago

La instalación de la tubería de Polivinilo (PVC) será medida por metro lineal, con aproximación de un decimal, y se pagará con los rubros Colocación de tuberías de PVC, según su tipo, clase y diámetro, una vez que estas hayan sido instaladas y probadas en obra a entera satisfacción de la Fiscalización.

En el caso de la tubería con unión tipo elastomérica, tubería con unión pegable y con unión roscable la instalación comprenderá la mano de obra, las herramientas o equipos necesario para la correcta ejecución del rubro.

A5.10 Instalación de accesorios cloruro de polivinilo PVC de presión

Definición

Se entenderá por instalación de accesorios PVC para tuberías de agua potable, el conjunto de operaciones que deberá realizar el Constructor para colocar, según se indique en el proyecto, los accesorios que forman parte de los diferentes elementos que constituyen la obra.

Especificaciones

Las uniones, tramos cortos y demás accesorios (codos, tees, tapones, reducciones, etc.) serán manejados cuidadosamente por el Constructor a fin de que no se deterioren. Previamente a su instalación Fiscalización inspeccionará cada unidad para verificar que no hayan sufrido daños durante su transporte al sitio de montaje. Las piezas defectuosas serán retiradas de la obra y no podrán emplearse en ningún lugar de esta, debiendo ser reemplazadas a costo del Constructor.

Antes de su instalación, los accesorios deberán estar libres de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las uniones.

Simultáneamente al tendido de un tramo de tubería se instalarán los nudos de dicho tramo, colocándose tapones ciegos provisionales en los extremos libres. Los nudos estarán formados por las cruces, codos, reducciones y demás piezas especiales que señale el proyecto.

Junto con las tuberías ya instaladas, todas las piezas especiales se sujetarán a pruebas hidrostáticas según lo indicado para el caso de las tuberías.

Se deberá apoyar independiente de las tuberías los accesorios al momento de su instalación para lo cual se apoyará o anclará éstos de manera adecuada y de conformidad a lo indicado en el proyecto y/o las órdenes de Fiscalización.

Medición y pago

Se pagarán por unidades instaladas con el rubro Colocación de Accesorios de PVC según su tipo, clase y diámetro, una vez que estos hayan sido instalados y probados en obra a entera satisfacción de la Fiscalización.

Además, la colocación comprenderá la mano de obra, las herramientas o equipos necesarios para la correcta ejecución del rubro.

A5.11 Reposición de caminería

Definición

Este rubro consiste en la reposición de la caminería de los parques lineales, que será afectada por la construcción del proyecto.

Especificaciones

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de Suministro Material de lastre para vías (incluye esponjamiento) de 15 cm de espesor es decir un volumen de 0.15 m³ por m², el cual se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y secciones transversales originales o aquellas determinadas por la Fiscalización. La compactación del material será mecánica. se deberá considerar en este rubro el equipo, herramienta y la mano de obra necesaria para realizar la reposición de caminería, en este rubro no se incluye la construcción de bordillos, trabajo deberá ser ejecutado con los rubros correspondientes.

Medición y pago

Este rubro se medirá en metros cuadrados, con aproximación a dos decimales, en función de la cantidad real ejecutada, medida en el terreno y aprobada por la Fiscalización.

A5.12 Arreglo de vías con equipo pesado

Definición

Comprende la utilización de equipo caminero pesado como motoniveladora, rodillo vibratorio y tanquero para rehabilitar las vías que fueron afectadas como producto de la construcción de las obras.

Especificación

Una vez concluidos los trabajos de construcción de las obras, en las vías que no fueren pavimentadas o asfaltadas, el contratista procederá a su arreglo con el uso de equipo pesado de tal forma que se la deje en iguales o mejores condiciones de las que se encontraba antes de su intervención; estos trabajos entre otros incluirán la reconfiguración de calzada, cunetas, pasos de agua, accesos particulares a viviendas, etc.

El rodillo vibratorio será autopulsado de mínimo 6 Toneladas (Liso), siendo apropiado para trabajos de compactación pesada; la Motoniveladora será de tipo convencional con escarificador con una potencia mayor a 120 HP; el tanquero para hidratación deberá tener una capacidad mínima de 6 m³.

Se efectuarán el número de pasadas y el manipuleo del material requeridos para lograr en toda la capa que está siendo compactada, por lo menos el grado mínimo de compactación especificado.

El grado de compactación relativa a obtenerse en las diferentes labores de la obra, estarán estipuladas en las especificaciones especiales. Como regla general se obtendrá para la vía arreglada el 95% de compactación relativa.

Dicha compactación será comprobada por medio de los ensayos normales, conforme se indica en el numeral 303-1.02 del libro del MTOP (2002).

Medición y Forma de Pago

La medición de los trabajos realizados por la motoniveladora, tanquero y rodillo serán cuantificados en hora máquina efectivamente trabajadas aprobadas por el Fiscalizador.

La forma de pago de los trabajos realizados con motoniveladora será cancelada con el rubro 532003 Hora máquina Motoniveladora, mientras que los realizados por el tanquero se los pagará con el rubro 532005 Hora máquina tanquero y los del rodillo vibratorio con el rubro 532004 Hora máquina rodillo vibratorio.

El pago incluye la mano de obra, herramientas y equipo utilizados para la ejecución de los trabajos. No incluye los materiales si fuesen requeridos.

A5.13 Encofrados

Definición

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón, con el fin de amoldarlo a la forma prevista. Se sujetarán a las disposiciones que a continuación se indican.

Especificaciones

Diseño y materiales

Los diseños y construcción de encofrados serán hechos por el Contratista y sometidos a la aprobación de la Fiscalización conjuntamente con todos los detalles de montaje, sujeción, operación y desmontaje de tal manera que se consigan unidades de concreto idénticas, en forma, líneas y dimensiones a las unidades mostradas en los planos.

El encofrado será sólido adecuadamente armado y asegurado por medio de riostras firmes de manera que mantengan su posición y formas, además deben estar suficientemente ajustadas para impedir la filtración de la lechada a través de las ranuras.

Las cargas asumidas en el diseño deberán garantizar su comportamiento durante todas las operaciones de hormigonado. Todo encofrado defectuoso o deformado será rechazado y reemplazado a expensas del Contratista.

Los encofrados pueden ser rectos o curvos de acuerdo con los requerimientos definidos en los diseños, los cuales deberán estar sujetos rígidamente en su posición correcta, ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón., estos deberán garantizar que no se pierda la lechada.

Los encofrados rectos podrán ser de dos tipos:

Encofrado recto para estructuras de hormigón visto: los materiales que se pueden utilizar son sistemas de encofrado que permitan que el terminado final del paramento sea completamente liso sin deterioración química y/o decoloración y conforme a las dimensiones establecidas en los planos de diseño. El terminado de los paramentos de las estructuras construidas bajo este tipo de encofrado deberá ser uniforme sin que existan imperfecciones, en caso de que se produzcan estas deberán ser reparadas a costo del Contratista. 1

Encofrado recto para estructuras de hormigón no visto: los materiales que se podrán utilizar son: madera contrachapada, tablas de encofrado cepilladas o plancha metálica

con sistema de sujeción, que luego proporcionen superficies lisas, sin deterioración química y/o decoloración. El uso de otros materiales que produzcan resultados similares deben ser previamente aprobados por la Fiscalización.

Como material para encofrados curvos se puede utilizar madera contrachapada. El uso de otros materiales que produzcan resultados similares deben ser previamente aprobados por la Fiscalización.

Los encofrados deberán construirse de manera que permitan la remoción sin martilleo o uso de palancas contra el hormigón.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el Constructor dará a conocer a Fiscalización los métodos y materiales que empleará para la construcción y colocación de los encofrados. La autorización previa del Fiscalizador para el procedimiento del colado no relevará al Constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por Fiscalización antes de verter el hormigón.

Colocación y sujeción

Los encofrados serán colocados y fijados en su posición final para conseguir que la estructura a ser construida esté de acuerdo con los planos de diseño, actividades que serán de responsabilidad exclusiva del Contratista.

Los encofrados deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión resultante del vaciado y vibración del hormigón, estando sujetos rígidamente en su posición correcta. Deberán ser lo suficientemente impermeables para evitar la pérdida de la lechada.

Los sistemas de colocación, apuntalamiento, sujeción, etc., será propuesto por el contratista y aprobado por la fiscalización, sin que esto releve de responsabilidades al Contratista por cualquier defecto que se produzca. Los sistemas indicados deberán ser valorados y considerados en el respectivo análisis de precio unitario de cada tipo de encofrado.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por el Fiscalizador para comprobar que son

adecuados en su construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al constructor el cálculo de los elementos de los encofrados que ameriten esa exigencia.

Mantenimiento y limpieza de los encofrados

Antes de proceder al vaciado del hormigón, las superficies del encofrado deberán estar limpias y libres de incrustaciones de mortero o sustancias extrañas, tales como aserrín, óxidos, ácidos, etc.

Seguidamente serán recubiertas con un líquido desmoldante que evite la producción de manchas o reacciones adversas y que además facilite la posterior remoción de los encofrados, su utilización estará sujeta a la aprobación de Fiscalización.

Remoción de Encofrados

Para este propósito referirse a las Normas Ecuatoriana de la Construcción vigentes.

A fin de facilitar el curado especificado y reparar de inmediato las imperfecciones de las superficies verticales e inclinadas o las superficies alabeadas de transición, deberán ser retirados, tan pronto como el hormigón haya alcanzado la suficiente resistencia que impida deformaciones, una vez realizada la reparación, se continuará de inmediato con el curado especificado, previo la autorización de la Fiscalización.

Medición y forma de pago

Se medirá en metros cuadrados, bajo los siguientes conceptos de trabajo:

Encofrado recto para estructuras de hormigón visto

Encofrado recto para estructuras de hormigón no visto

Encofrado curvo

El pago de los diferentes tipos de encofrado incluye la mano de obra, el equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarias para ejecutar estos trabajos.

A5.14 Replentillos

Definición

Base de hormigón simple tipo “D” (140 Kg/cm²) o de piedra de diferente espesor a colocarse sobre el suelo nivelado o conformado, previa la fundición de zapatas, losas estructurales u otros elementos.

Especificaciones

De ser requerido, previo a la colocación del replantillo deberá compactarse la base del terreno a un nivel del 90% del Proctor Estándar Modificado, empleando para el efecto equipos adecuados según el área de la cimentación (planchas vibratorias, compactadores de talón o rodillos camineros), con las pendientes adecuadas hacia las zanjas de drenaje según consta en los planos respectivos.

El espesor de los replantillos de hormigón simple será de 5 cm; y, el espesor del replantillo de piedra podrá ser de 10 cm, 15 cm o 20 cm conforme a lo constante en los planos y en la Tabla de Cantidades y Precios. Incluye el material -piedra de río o de cantera-, según características dadas en la sección de hormigón ciclópeo, la grava natural o triturada que cubra los intersticios entre las piedras, sobre el cual se colocará generalmente el replantillo de hormigón de 140 Kg/cm² de espesor variable que tendrá características permeables para facilitar el flujo de posibles infiltraciones de agua, para lo cual el hormigón deberá ser menos plástico, más seco y con un mayor contenido de agregado grueso.

Para iniciar la colocación de la armadura, se esperará un lapso no menor a las 2 horas, o hasta que el replantillo haya fraguado completamente.

Todos los materiales deberán cumplir con lo establecido en estas Especificaciones para cada uno de ellos.

Medición y Forma de Pago

La ejecución del replantillo de piedra según el espesor que corresponda, se medirá en metros cuadrados. La ejecución del replantillo de hormigón, se medirá en metros cúbicos de hormigón de 140 Kg/cm². Su pago incluye la mano de obra, el equipo, las herramientas y los materiales utilizados en la ejecución del rubro. No incluye la compactación de la rasante.

A5.15 Suministro y colocación de acero de refuerzo

Definición

Cubre el suministro e instalación del acero de refuerzo para el hormigón. Comprende las varillas de acero utilizadas en las obras permanentes del Proyecto, según se indica en los planos o lo ordene la Fiscalización.

Especificaciones

El Contratista preparará en base a los planos de construcción, los planos de detalle de las armaduras de refuerzo, los cuales incluirán la localización de las barras, y diagramas de doblado, y planilla con sus dimensiones y pesos correspondientes. Estos planos serán entregados a la Fiscalización para su aprobación por lo menos 10 días antes de su fabricación.

Materiales

El acero de refuerzo deberá ser corrugado, de límite de fluencia $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ y cumplirá con las especificaciones de las ASTM-A 615 Grado 40.

Colocación

Antes de la colocación del acero de refuerzo deberá comprobarse que sus superficies estén libres de mortero, polvo, escamas o herrumbres o cualquier otro recubrimiento que reduzca o impida su adherencia con el hormigón.

Las barras de refuerzo deberán ser colocadas cuidadosamente y mantenidas segura y firmemente en su correcta posición mediante el empleo de espaciadores, sillas y colgadores metálicos asegurados con el alambre de calibre No. 18 o mediante cualquier otro aparato lo suficientemente fuerte para resistir el aplastamiento.

No se permitirá la disposición de armaduras extendidas hasta y sobre la superficie terminada del hormigón y tampoco el uso de soportes de madera para mantener en posición el acero de refuerzo.

No se admitirá la colocación de barras sobre capas de hormigón fresco, ni la reubicación o ajuste de ellas durante la colocación del hormigón. El espaciamiento mínimo entre armaduras y los elementos embebidos en el hormigón, será igual a 1.5 veces al tamaño máximo del agregado.

Los empalmes de las barras de refuerzo deberán ejecutarse evitando su localización en los puntos de esfuerzos máximos de tensión de la armadura.

Estos empalmes podrán hacerse por traslapo o por suelda a tope cuando la sección del elemento de hormigón no sea suficiente para permitir el espaciamiento mínimo especificado. Cuando los empalmes se hagan con soldadura a tope, las barras deberán ser de acero de grado intermedio y la eficiencia obtenida en el empalme deberá ser del 100 %.

Ningún hormigón podrá ser vertido antes de que la Fiscalización haya inspeccionado y aprobado la colocación de la armadura de refuerzo.

Muestras y Ensayos

Cada lote de acero de refuerzo deberá ser rotulado, indicando el nombre de la fábrica. Este rótulo deberá ser colocado en un lugar visible para facilitar la identificación.

El Ingeniero Fiscalizador de la obra tiene el derecho de tomar muestras de acero de refuerzo que vaya a usarse y enviarlas al laboratorio para ensayarlas.

El muestreo puede hacerse en la fuente de suministro, en el lugar de distribución o en el sitio de las obras. La verificación de los resultados de los ensayos realizados en fábrica los hará la Fiscalización, sobre las muestras escogidas, los costos de los ensayos y pruebas correrán por cuenta del Constructor.

Medición y forma de pago

La unidad de medida será el Kg, con una aproximación de dos decimales y se medirá en los planos las longitudes netas de acero incluyendo ganchos y traslapes. Para efectos de pago, no se considerará los separadores o sujetadores especiales, que no constituyen parte del acero estructural

A5.16 Suministro brocales y tapas de hormigón prefabricado

Definición

El brocal y la tapa son estructuras prefabricadas de hormigón armado ($f'(c) = 300$ kg/cm²) que se colocan sobre el cono del pozo. El brocal servirá para proporcionar a la tapa un espacio adecuado y confinado

Especificación

Las dimensiones y secciones del brocal y las tapas de hormigón se indican en los planos. Sin embargo, las medidas generales son de acuerdo con el tipo según se indica a continuación

Tipo A (tráfico)

Brocal: alto del brocal: 0,20 m.

Tapa: son cónicas de 0,70 m de diámetro según lo establecido en los planos de diseño y 0,10 m de espesor con parrillas de hierro (malla electrosoldada) de 10 mm. Son aplicables las Especificaciones Técnicas relativas al hormigón.

Tipo B

Tapa: son cónicas de diámetro variable según lo establecido en los planos de diseño, de 0,07 m de espesor con parrillas de hierro (malla electrosoldada) de 10 mm. Son aplicables las Especificaciones Técnicas relativas al hormigón.

Tanto en las tapas tipo A como en el tipo B se colocará un cerco metálico de acero al carbono ASTM A-36, de un espesor mínimo de 4 mm y con una altura igual a la de la tapa (indicado en los planos).

No se aceptarán brocales ni tapas elaborados en el sitio de la obra. Se aplica lo señalado en el título Calificación de Proveedores de estas Especificaciones Técnicas.

Medición y Forma de Pago

Estos rubros no tendrán pago por separado, sino que estarán incluidos en el precio unitario de las estructuras de las que forman parte, salvo en los casos en los cuales específicamente se señale lo contrario en la tabla de cantidades y precios, en cuyo caso se pagará por unidad colocada.

A5.17 Hormigones

Definición

El hormigón es una mezcla de un material aglutinante (cemento Portland hidráulico), un material de rellenos (agregados o áridos), agua y aditivos, mezclados en las proporciones especificadas o aprobadas que al endurecerse forma un todo compacto, y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión.

El hormigón, en las distintas resistencias, incluye el suministro, puesta en obra, terminado y curado en muros, paredes, diafragmas, losas, columnas, pisos, sumideros, tomas y otras estructuras.

La ejecución de este rubro incluye el suministro de materiales, mano de obra y equipos, así como la preparación, transporte, colocación, acabado, curado y mantenimiento del hormigón.

Especificaciones

Composición

El hormigón estará compuesto básicamente de cemento Portland Grado 1, agua, agregados finos, agregados gruesos y aditivos. El Contratista debe cumplir con los

requisitos de calidad exigidos en estas especificaciones para los elementos componentes.

Para el control de calidad, el Contratista facilitará a la Fiscalización el acceso a los sitios de acopio, instalaciones y obras, sin restricción alguna. Este control no relevará al Contratista de su responsabilidad en el cumplimiento de las normas de calidad estipuladas.

Clasificación del hormigón

En general, las clases de hormigón, el tamaño máximo del agregado, la consistencia y la resistencia de diseño del hormigón a ser usados en los varios tipos de estructuras se indican a continuación:

Tipos de Hormigones a emplearse

TIPO DE HORMIGÓN	TAMANO MÁXIMO DEL AGREGADO mm (pulg.)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS Kg/cm ²	APLICACIONES
A	51 (2")	210 Kg/cm ²	Estructuras especiales, muros y fundaciones. Obras de arte de hormigón para drenaje. Bases y anclajes de hormigón para tubería y accesorios. Columnas, ménsulas, y otras estructuras especiales.
B		280 kg/cm ²	Estructuras de derivación, cajones de carga.
B'	38 (1 ½")	210 kg/cm ²	Estructuras de pozos de revisión.
B''	38 (1 ½")	180 kg/cm ²	Construcción de veredas.
C	12 (½")	250 kg/cm ²	Columnas, ménsulas, y otras estructuras especiales.
C'	38 (1 ½")	300 kg/cm ²	Estructuras hidráulicas, columnas, ménsulas, y otras estructuras especiales.
D	38 (1 ½")	140 kg/cm ²	Hormigones para: rellenos no estructurales, caminos, veredas, replantillo de áreas de construcción.
D'	50 (2")	210 kg/cm ²	Hormigón masivo.
CICLÓPEO (B)	254 (10")	210 Kg/cm ²	Hormigón de relleno.

Diseño de Dosificación y Control de Calidad

El diseño del hormigón será realizado por el Contratista y será aprobado por la Fiscalización.

El Contratista asume toda la responsabilidad sobre su correcta ejecución. La dosificación podrá ser cambiada cuando fuere conveniente, para mantener la calidad

del hormigón en las distintas estructuras o para afrontar las diferentes condiciones que se encuentran durante la construcción.

La dosificación experimental del hormigón será efectuada por cualquier método que correlacione resistencia - durabilidad y relación agua/cemento, teniendo en cuenta la trabajabilidad especificada para cada caso. Para atender las exigencias de impermeabilidad y durabilidad del hormigón se respetarán los límites de la relación agua/cemento, en peso, indicados a continuación:

Equipo y Proceso de mezclado

Las mezcladoras de hormigón podrán ser estacionarias o móviles del tipo de tambor, paletas o turbina, o camiones mezcladores de probada calidad.

Las mezcladoras tendrán una capacidad de por lo menos 320 litros; deben garantizar la producción de una mezcla uniforme en el tiempo especificado y evitarán cualquier segregación del material durante la operación de descarga.

Las mezcladoras no serán cargadas en exceso a la capacidad recomendada por el fabricante; serán mantenidas en excelentes condiciones de operación y los tambores deben estar exentos de residuos endurecidos de hormigón.

Si las mezclas resultaren insatisfactorias, la mezcladora comprometida deberá suspender su producción hasta que sea reparada a satisfacción de la Fiscalización.

Transporte

En el caso que se empleen plantas estacionarias, el transporte del hormigón desde la planta al lugar de colocación, se debe realizar en el menor tiempo posible y de tal forma que se evite la segregación o pérdida de materiales y el aumento o disminución excesiva de la temperatura del hormigón.

El tiempo máximo admisible entre la mezcla del hormigón y su colocación será determinado experimentalmente por la Fiscalización, en base a las condiciones establecidas por la norma ASTM-C 94; sin embargo, como orientación preliminar, ese tiempo no podrá ser superior a 45 minutos para el transporte con agitación y 30 minutos para el transporte sin agitación, para hormigón sin aditivo retardador de fraguado.

El Contratista debe proveer equipo de transporte en número y cantidad suficientes para asegurar la entrega continua de hormigón aún en los períodos de máximo requerimiento.

Procedimiento de hormigonado

Para iniciar la colocación de un hormigón el Contratista solicitará la autorización de la Fiscalización por lo menos con 24 horas de anticipación. No se colocará hormigón sin la previa inspección y aprobación de la Fiscalización del método a usarse para su colocación, de los encofrados y elementos empotrados según los planos y estas especificaciones.

Para iniciar la colocación de un hormigón, el Contratista debe disponer en el sitio de todo el equipo necesario. El hormigón será colocado en capas continuas hasta alcanzar el espesor indicado en los planos.

El hormigón será depositado lo más cerca posible a su posición final, evitando la segregación de sus componentes y debe cubrir a todas las armaduras y piezas empotradas, así como todos los ángulos y partes irregulares de los encofrados y de las cimentaciones. La descarga debe estar regulada de tal forma que se obtenga subcapas horizontales compactas de no más de 40 cm de espesor y con un mínimo de transporte lateral.

La colocación del hormigón a través de armaduras debe ser cuidadosa, para minimizar la segregación del agregado grueso y el desplazamiento de las barras de acero. En el caso de resultar concentración de agregados separados de la masa de hormigón, estos deben ser esparcidos antes de la vibración del hormigón y se modificará el método de colocación en lo que sea necesario para evitar tal segregación. Una nueva capa debe ser colocada durante el período en que el vibrador pueda penetrar por su propio peso la capa inferior, para evitar la formación de una junta que requiera tratamiento. Toda el agua proveniente de la exudación debe ser retirada.

Compactación

El hormigón se compactará al máximo de densidad y se efectuará por vibración mecánica, sujeta a las siguientes condiciones:

- La vibración será interna, a menos que la Fiscalización autorice el uso de otros métodos.
- Los vibradores serán del tipo accionado por electricidad, aire o gasolina y funcionarán a una velocidad no inferior a 7.000 revoluciones por minuto cuando las agujas sean de menos de 10 cm de diámetro, y no menos de 6.000 revoluciones

por minuto cuando las agujas sean de 10 cm o más de diámetro. Los vibradores de inmersión para hormigón en masa serán del tipo pesado, con cabeza vibratoria de por lo menos 10 cm de diámetro.

- La aplicación de los vibradores se efectuará en puntos uniformemente espaciados, distanciados en no más de dos veces el radio sobre el cual la vibración es visiblemente eficaz.

Acabado de las superficies

Las superficies de hormigón obtenidas con el uso de encofrados serán lisas. Para lograr este acabado no se utilizará tratamientos de martilleo o de frotación, excepto cuando sea para reparación de irregularidades.

Las irregularidades se las clasifica como abruptas o graduales. Los desarreglos causados por el desplazamiento o mala colocación de los encofrados o por defectos de la madera se los considera como abruptos, y serán chequeados por medición directa. Toda otra irregularidad se la considera como gradual. Estas irregularidades serán controladas por medio de plantillas indeformables o reglas enrasadoras, de 1.5 m de longitud para superficies formadas por encofrados; y, 3.0 m para superficies sin encofrados.

Control de calidad del hormigón

El control de calidad de los materiales y servicios será desarrollado por la Fiscalización para verificar el cumplimiento de las condiciones especificadas y abarcará entre otras actividades las siguientes:

- Muestreo de todos los materiales.
- Ensayos tecnológicos en laboratorio instalado en la obra y en forma complementaria en laboratorios especializados.
- Control estadístico de la resistencia del hormigón.
- Perforación y toma de testigos en hormigón ya colocado.
- Inspecciones en los depósitos de materiales, en las fuentes de producción de los materiales y en las plantas de hormigón. Revisión de encofrados, armaduras y piezas embebidas.
- Autorizaciones para hormigonado.

- Supervisión de la producción, transporte, colocación y compactación del hormigón.
- Observación de las estructuras.

Las directrices para dicho control serán las prácticas recomendadas de la ASTM y en las secciones pertinentes de los volúmenes 13 y 14 de los estándares del ACI. Los resultados de laboratorio serán considerados como definitivos y constituirán evidencia suficiente para aprobar o rechazar materiales o procedimientos de trabajo.

Hormigón Elaborado en Sitio

Para el caso en que se autorice la preparación del hormigón en sitio, el Contratista deberá previamente poner a consideración de la Fiscalización los agregados a utilizar, proponiendo en base a ellos, un diseño del hormigón debidamente certificado por un laboratorio autorizado por la Fiscalización.

Obligatoriamente, el Contratista deberá elaborar la mezcla en sitio utilizando un equipo mecánico apropiado, tal como concreteira, motomixer, etc.

Para la elaboración del hormigón se seguirán las Especificaciones Técnicas del MTOP (Capítulo 800, Sección 801.3.02: Hormigón Mezclado en obra) que se presentan a continuación:

“Los materiales se colocarán en el tambor de la mezcladora, de modo que una parte del agua de amasado se coloque antes que los materiales secos; a continuación, el orden de entrada a la mezcladora será: parte de los agregados gruesos, cemento, arena, el resto del agua y finalmente el resto de los agregados gruesos. El agua podrá seguir ingresando al tambor hasta el final del primer cuarto del tiempo establecido para el mezclado.

El tambor de la mezcladora se operará a la velocidad recomendada por el fabricante y dentro de la capacidad especificada por él.

El tiempo de mezclado será 60 segundos como mínimo para mezcladoras de capacidad menor de 0,75 metros cúbicos, y de por lo menos 90 segundos para mezcladores con capacidad de 0,75 metros cúbicos o más; en ningún caso deberá sobrepasar los 5 minutos. El tiempo de mezclado se medirá desde el momento en que todos los ingredientes, excepto el agua, se hayan introducido al tambor. La mezcladora deberá disponer de dispositivos adecuados para el control del tiempo de mezclado.

Colocación del Hormigón

Programa y Planos de Colocación de Hormigón

El Contratista presentará a la Fiscalización con 20 días de anticipación al inicio de la colocación de hormigones, su plan de colocación del hormigón, que incluye el programa calendario, sitio y volúmenes, el equipo y el método que va a utilizar.

Los planos de construcción elaborados por el Contratista serán suministrados a la Fiscalización con 10 días de anticipación a la ejecución de la obra y serán basados en el programa de colocación de hormigones aprobado por la Fiscalización.

Si el Contratista considera que el tiempo acordado para entrega o recepción de planos no es suficiente, de mutuo acuerdo con la Fiscalización se fijará un tiempo mayor.

Curado con agua

El curado con agua debe comenzar tan pronto como el hormigón haya endurecido lo suficiente para prevenir cualquier daño que pudiera ocasionar el humedecimiento de sus superficies, en superficies horizontales, el curado se hará manteniendo sobre las mismas una capa de agua, o instalando surtidores de agua tipo jardinera, en superficies inclinadas, el curado se hará recubriéndolo con algún material como cáñamo saturado con agua o por un sistema de tubos perforados aplicados en la parte superior de la pieza hormigonada, de tal manera de que se forme una lámina continua de agua sobre la superficie, o cualquier otro método que mantenga el curado continuo.

El agua que se utilice en el curado debe satisfacer todos los requerimientos de las especificaciones para agua utilizada en las mezclas del hormigón.

Terminados de los Hormigones

Todas las estructuras deberán construirse de acuerdo con las líneas prescritas de gradientes y dimensiones. Donde no esté indicado, la localización de las juntas de construcción se sujetará a la aprobación de la Fiscalización. El Contratista deberá colocar y asegurar a cada estructura, todo material de construcción, metales y otros accesorios embebidos o no, como se indique en los planos.

Las clases de acabados y su ejecución se harán de acuerdo a estas especificaciones y/o a las indicaciones de los planos y/o de la Fiscalización.

Superficies de Hormigón expuesto

Para ejecutar el acabado del hormigón no se utilizará tratamientos de martilleo o de frotación (esmerilado, por ejemplo), excepto cuando sea para reparación de imperfecciones.

Los encofrados de todas las superficies, excepto de aquellas que estarán en contacto con el suelo se realizarán mediante láminas metálicas estructurales. Para el caso de las otras superficies, se aceptará la utilización de láminas de madera contrachapada de 0.02 m de espesor de buena calidad.

Resistencias y Ensayos

Los requisitos de resistencia a la compresión del hormigón consistirán en una resistencia mínima que deberá alcanzar el hormigón antes de la aplicación de las cargas, y si éste es identificado por su resistencia, en una resistencia mínima a la edad de 28 días.

Medición y Forma de Pago

Los volúmenes de hormigón a pagarse serán medidos en metros cúbicos (m³) de conformidad con estas especificaciones y pagados a los respectivos precios contractuales, según su tipo y resistencia. No debe incluirse ningún volumen desperdiciado o usado por conveniencias de construcción tales como: rellenos de sobre excavaciones, u otros utilizados para facilitar el desarrollo de un sistema constructivo (cunetas de drenaje provisionales, etc.).

No se harán reducciones de volumen por el espacio utilizado por acero de refuerzo, huecos de drenaje, tuberías, orificios u otros elementos de diámetro inferior a 30 cm.

Además, se debe considerar que el precio unitario debe considerar todos los equipos y materiales para que el hormigón llegue al sitio de la obra donde será colocado.

Anexo 6. Volúmenes de obra

Ítem: 1	Rubro: Movimientos de Tierra	
Ítem: 1.001	Rubro: Replanteo	
	Longitud total de Tuberías (m):	2590,58
Ítem: 1.002	Rubro: Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	
	Longitud tuberías en campo traviesa (m)	1331,51
	Porcentaje de suelo sin clasificar	60%
	Ancho zanja a excavar (m)	0,4
	Profundidad a excavar (m)	0,8
	Excavación Total (m ³)	255,65
Ítem: 1.003	Rubro: Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	
	Longitud tuberías en campo traviesa (m)	1331,51
	Porcentaje de suelo conglomerado	40%
	Ancho zanja a excavar (m)	0,4
	Profundidad a excavar (m)	0,8
	Excavación Total (m ³)	170,43
Ítem: 1.004	Rubro: Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad	
	Longitud tuberías en vía (m)	1259,07
	Porcentaje de suelo sin clasificar	60%
	Ancho zanja a excavar (m)	0,4
	Profundidad a excavar (m)	1,2
	Excavación Total (m ³)	362,61
Ítem: 1.005	Rubro: Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad	
	Longitud tuberías en vía (m)	1259,07
	Porcentaje de suelo conglomerado	40%
	Ancho zanja a excavar (m)	0,4
	Profundidad a excavar (m)	1,2
	Excavación Total (m ³)	241,74
Ítem: 1.006	Rubro: Relleno compactado con equipo liviano	
	Volumen en campo traviesa (m ³)	426,08
	Volumen en vía (m ³)	604,35
	Índice de esponjamiento	30%
	Porcentaje compactado en vía	75%
	Relleno total (m ³)	1143,15
Ítem: 1.007	Rubro: Tapado manual de zanjas	
	Volumen en campo traviesa (m ³)	426,08
	Índice de esponjamiento	30%
	Volumen total (m ³)	553,91
Ítem: 1.008	Rubro: Tapado de zanjas con maquina	

	Volumen en vía (m ³)	604,35
	Índice de esponjamiento	30%
	Volumen total (m ³)	589,25
Ítem: 1.009 Rubro:	Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	
	Igual al relleno compactado con equip. Liv. (m ³)	1143,15
Ítem: 1.010 Rubro:	Cargada de material a mano	
	Igual a excavación a mano (m ³)	426,08
Ítem: 1.011 Rubro:	Cargada de Material a máquina	
	Igual a excavación a máquina (m ³)	604,35
Ítem: 1.012 Rubro:	Transporte de material hasta 5km	
	Volumen cargado (m ³)	1030,44

Ítem: 2 Rubro:	REDES DE DISTRIBUCION	
Ítem: 2.001 Rubro:	Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA - 63 mm	
	Longitud total de Tuberías (m):	2590,58
Ítem: 2.002 Rubro:	Colocación Tubería PVC U/E D= 63 mm	
	Longitud total de Tuberías (m):	2590,58
Ítem: 2.003 Rubro:	Sum, Codo PVC U/E R/L D=63 mm 11,25 grad,	
	Accesorios en base al plano (u)	4,00
Ítem: 2.004 Rubro:	Sum, Codo PVC U/E R/L D=63 mm 45 grad,	
	Accesorios en base al plano (u)	6,00
Ítem: 2.005 Rubro:	Sum, Codo PVC U/E R/L D=63 mm 90 grad,	
	Accesorios en base al plano (u)	5,00
Ítem: 2.006 Rubro:	Sum, Tee HF D=63 mm	
	Accesorios en base al plano (u)	8,00
Ítem: 2.007 Rubro:	Colocación Acc PVC U/E sin anclajes, D= 63 mm	
	Codo 11,25 grad	4,00
	Codo 45 grad	6,00
	Codo 90 grad	5,00
	Total accesorios de PVC (u)	15,00
Ítem: 2.008 Rubro:	Colocación Acc HF sin anclajes, D=63 mm	
	Tee HF	8,00
	Total accesorios de HF (u)	8,00

Ítem: 3 Rubro:	Conexiones domiciliarias	
Ítem: 3.001 Rubro:	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	
	Casas ubicadas en campo travesía (u)	18
	Longitud zanja (m)	2

	Profundidad (m)	0,8
	Ancho zanja (m)	0,4
	Porcentaje de suelo sin clasificar	60%
	Excavación Total (m ³)	6,91
Ítem: 3.002	Rubro: Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	
	Porcentaje de suelo sin clasificar	40%
	Excavación Total (m ³)	4,61
Ítem: 3.003	Rubro: Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad	
	Casas ubicadas en vía (u)	27
	Longitud zanja (m)	2
	Profundidad (m)	1,2
	Ancho zanja (m)	0,4
	Porcentaje de suelo sin clasificar	60%
	Excavación Total (m ³)	15,55
Ítem: 3.004	Rubro: Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad	
	Porcentaje de suelo sin clasificar	40%
	Excavación Total (m ³)	10,37
Ítem: 3.005	Rubro: Relleno compactado con equipo liviano	
	Volumen en campo traviesa (m ³)	11,52
	Volumen en vía (m ³)	25,92
	Índice de esponjamiento	30%
	Relleno total (m ³)	48,67
Ítem: 3.006	Rubro: Material de Reposición (Incluye esponjamiento)	
	Igual al relleno compactado con equip. Liv. (m ³)	48,67
Ítem: 3.007	Rubro: Sum, -Ins, Collarin D=63 mm x 1/2" (Especif. Normas Internacionales)	
	Domicilios usuarios del sistema (u)	45
Ítem: 3.008	Rubro: Sum, Codo PVC U/R D=1/2" 90 grad,	
	Codos por domiciliaria (u)	2
	Total de codos (u)	90
Ítem: 3.009	Rubro: Sum, Tubería PVC U/R D=1/2"	
	Metros por domiciliaria (m)	2
	Total de tubería de PVC (m)	90
Ítem: 3.010	Rubro: Colocación Tubería PVC U/R D= 0 a 50 mm	
	Igual a suministro de tubería	90
Ítem: 3.011	Rubro: Sum, -Ins, Llave de corte D=1/2"	
	Domicilios usuarios del sistema (u)	45
Ítem: 3.012	Rubro: Sum, -Ins, Llave de paso (válv. compuerta) D=1/2"	
	Domicilios usuarios del sistema (u)	45
Ítem: 3.013	Rubro: Cargada de material a mano	
	Igual a excavación a mano	11,52

Ítem: 3.014	Rubro: Cargada de Material a maquina	
	Igual a excavación a maquina	25,92
Ítem: 3.015	Rubro: Transporte de material hasta 5km	
	Igual a excavación total	37,44
Ítem: 3.016	Rubro: Colocación Acc PVC/ PP U/R sin anclajes, D=0 a 50 mm	
	Codo 90 grad	90

Ítem: 4	Rubro: REHABILITACION DE VIAS INTERVENIDAS	
Ítem: 4.001	Rubro: Suministro Material de Lastre para vías (Incluye esponjamiento)	
	Excavación en vía (m ³)	604,35
	Índice de esponjamiento	30%
	Porcentaje compactado en vía	25%
	Lastre total (m ³)	196,42
Ítem: 4.002	Rubro: Hora motoniveladora	
	Tiempo estimado de trabajo (h)	4
Ítem: 4.003	Rubro: Hora máquina rodillo vibratorio	
	Tiempo estimado de trabajo (h)	4
Ítem: 4.004	Rubro: Hora máquina tanquero	
	Tiempo estimado de trabajo (h)	2

Ítem: 5	Rubro: VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN	
Ítem: 5.001	Rubro: Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	
	Longitud caja (m)	4,7
	Profundidad (m)	2,3
	Ancho caja (m)	2,4
	Porcentaje de suelo sin clasificar	100%
	Excavación Total (m ³)	25,944
Ítem: 5.002	Rubro: Transporte de material hasta 5km	
	Igual a Volumen excavado (m ³)	25,944
Ítem: 5.003	Rubro: Cargada de Material a maquina	
	Igual a Volumen excavado (m ³)	25,944
Ítem: 5.004	Rubro: Encofrado Recto para estructuras de hormigón no visto	
	Caras por dimensión	2
	Altura (m)	2,2
	Dimensión 1 (m)	2,2
	Dimensión 2 (m)	4,5
	Dimensión 3 (m)	1,8
	Dimensión 4 (m)	4,1

	Área total de encofrado (m ²)	50,72
Ítem: 5.005	Rubro: Replantillo de Piedra, e=10 cm	
	Longitud (m)	4,5
	Ancho (m)	2,2
	Área de replantillo (m ²)	9,9
Ítem: 5.006	Rubro: Acero de refuerzo (Incluye corte y doblado)	
	Peso en base al plano de diseño (kg)	802
Ítem: 5.007	Rubro: Sum,-Ins, Tapa de H,A, 0,50 x 0,50 con platina perimetral + cerco	
	Accesos a la cámara reductora de presión (u)	1
Ítem: 5.008	Rubro: Hormigón Simple 210 Kg/cm2	
	Volumen total (m ³)	21,78
	Dimensión interna 1 (m)	4,1
	Dimensión interna 2 (m)	1,8
	Dimensión interna 3 (m)	1,75
	Área tapa ingreso a la cámara (m ²)	0,25
	Espesor losa superior de la cámara (m)	0,25
	Volumen total de hormigón (m ³)	8,80
Ítem: 5.009	Rubro: SUM. PASAMUROS, HD, D=50MM, B/L, PN10, L=0,50M	
	Accesorios en base al plano (u)	2
Ítem: 5.010	Rubro: Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA - 63 mm	
	Dimensión en base al plano (m)	2
Ítem: 5.011	Rubro: Colocación Tubería PVC U/E D= 63 mm	
	Igual a la longitud de tubería (m)	2
Ítem: 5.012	Rubro: Sum, Tee PVC U/E D=63 mm, Inyectada	
	Accesorios en base al plano (u)	2
Ítem: 5.013	Rubro: Sum, Codo PVC U/E R/L D=63 mm 90 grad,	
	Accesorios en base al plano (u)	2
Ítem: 5.014	Rubro: Sum, Union Tipo Gibault D=63 mm	
	Accesorios en base al plano (u)	4
Ítem: 5.015	Rubro: Sum, -Ins, Llave de paso (válv. compuerta) D=2"	
	Accesorios en base al plano (u)	3
Ítem: 5.016	Rubro: Sum, Válvula Reductora de Presión d = 2" (Bronce)	
	Accesorios en base al plano (u)	1
Ítem: 5.017	Rubro: Colocación Válvulas HF y bronce, D= 0 a 50 mm sin anclajes	
	Accesorios en base al plano (u)	1
Ítem: 5.018	Rubro: Colocación Acc PVC U/E sin anclajes, D= 63 mm	
	Pasamuros (u)	2
	Tee (u)	2
	Codo (u)	2
	Unión tipo Gibault (u)	4

	Total de accesorios (u)	10
Ítem: 5.019 Rubro: Sum, Unión de Reparación PVC U/E D=63 mm		
	Tramos existentes en el plano (u)	4