



UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD LAS PEÑAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA VERACRUZ, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA DE PASTAZA.”

Autor: Luis Fernando Medina Pico

Tutor: Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás

AMBATO - ECUADOR
Marzo – 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD LAS PEÑAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA VERACRUZ, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA DE PASTAZA”**, elaborado por el Sr. Luis Fernando Medina Pico, portador de la cedula de ciudadanía: C.I:160066357-7, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Marzo 2022

Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACION

Yo, **Luis Fernando Medina Pico**, con C.I. 160066357-7 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema “**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD LAS PEÑAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA VERACRUZ, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA DE PASTAZA**”, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2022

Luis Fernando Medina Pico

C.I: 160066357-7

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Marzo 2022

Luis Fernando Medina Pico

C.I: 160066357-7

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Luis Fernando Medina Pico, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA COMUNIDAD LAS PEÑAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA VERACRUZ, CANTÓN PASTAZA, PROVINCIA DE PASTAZA.”**.

Ambato, Marzo 2022

Para constancia firman:

Ing. Mg. Alex Xavier Frías Torres

Miembro Calificador

Ing. Mg. Lenin Gabriel Silva Tipantasig

Miembro Calificador

DEDICATORIA

El presente Trabajo Técnico de graduación lo realice con total entrega a dicho trabajo, el cual se lo dedico a mi madre Mirian Pico, mi hermano Christian Medina y a mi sobrino Nyel Medina.

Luis Medina

AGRADECIMIENTO

Quiero de la manera más cordial y afectuosa manifestar mi más sincero agradecimiento a toda mi familia por apoyarme e incentivar me durante toda mi vida estudiantil.

Además, a la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica que me acogieron e impartieron todos los conocimientos que he obtenido a lo largo de mi vida universitaria, y al Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldás tutor de mi proyecto técnico de graduación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACION	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE FIGURAS	xii
ÍNDICE TABLAS	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
Antecedentes investigativos	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación	1
1.1.3 Fundamentación teórica	4
1.1.3.1 Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	4
1.1.3.1.1 Captación	4
1.1.3.1.1.1 Captación de manantiales	4
1.1.3.1.1.2 Captación de aguas subterráneas	4
1.1.3.1.1.3 Captación de aguas de ríos o canales	4
1.1.3.1.1.3.1 Captación de ríos	4
1.1.3.1.1.3.2 Captación de canal	5
1.1.3.1.2 Calidad del agua	5
1.1.3.1.3 Potabilización	6
1.1.3.1.3.1 Cloración al breakpoint	6
1.1.3.1.3.2 Coagulación – Floculación	6
1.1.3.1.3.3 Decantación	6
1.1.3.1.3.4 Filtración	7
1.1.3.1.3.5 Desinfección	7
1.1.3.1.4 Conducción	7
1.1.3.1.4.1 Conducción a gravedad	8
1.1.3.1.4.2 Conducción a Bombeo	8

1.1.3.1.5 Almacenamiento	8
1.1.3.1.6 Red de distribución	9
1.1.3.1.6.1 Red de distribución abierta o ramificada	9
1.1.3.1.6.2 Red de distribución cerrada o malla	9
1.1.3.1.6.3 Red de distribución mixta	10
1.1.3.2 Parámetros de diseño	11
1.1.3.2.1 Área del proyecto	11
1.1.3.2.2 Periodo de diseño.	11
1.1.3.2.3 Población de diseño.	12
1.1.3.2.3.2 Tasa de crecimiento poblacional	12
1.1.3.2.3.3 Población Actual.	12
1.1.3.2.3.4 Población Flotante	13
1.1.3.2.3.5 Población Futura	13
1.1.3.2.4 Nivel de servicio.	14
1.1.3.2.5 Densidad Poblacional	15
1.1.3.2.5.1 Densidad Poblacional Actual	15
1.1.3.2.5.2 Densidad Poblacional Futura	15
1.1.3.2.6 Caudales de diseño (Qd)	15
1.1.3.2.6.1 Caudal medio diario (Qmd)	16
1.1.3.2.6.2 Caudal máximo horario (QMH)	17
1.1.3.2.6.3 Caudal máximo diario (QMD)	17
1.1.3.2.6.4 Caudal de incendios	17
1.1.3.2.7 Dotación	18
1.1.3.2.7.1 Dotación media actual (Dma)	18
1.1.3.2.7.2 Dotación media futura (Dmf)	18
1.1.3.2.8 Estimación de Diámetros	19
1.1.3.2.8.1 Calculo de diámetros tubería de distribución	19
1.1.3.2.9 Volúmenes de Almacenamiento	20
1.1.3.2.9.1 Volumen de Regulación	20
1.1.3.2.9.2 Volumen contra incendios	21
1.1.3.2.9.3 Volumen de emergencia.	21
1.1.3.2.9.4 Volumen en la planta de tratamiento.	21
1.1.3.2.9.5 Volumen total	21
1.1.3.2.10 Rango de velocidades y presiones en redes de distribución.	22
1.1.3.2.10.1 Velocidades	22
1.1.3.2.10.2 Presión	22
1.1.3.2.11 Válvulas	22
1.1.3.2.11.1 Válvula de aire o ventosa.	23
1.1.3.2.11.2 Válvula de desagüe	23
1.1.3.2.11.3 Cámara rompe presión	24
1.1.3.2.11.4 Válvulas de control.	25
1.1.3.2.11.5 Válvulas reguladoras de presión.	25
1.1.3.2.12 Golpe de ariete	25
1.1.3.2.13 Conexiones Domiciliarias	25
1.1.3.2.14 Programa EPANET	25
1.1.3.2.15 Pases aéreo o cruce en suspensión	26

1.2 Objetivos	32
1.2.1 Objetivo general	32
1.2.2 Objetivos específicos	32
CAPÍTULO II	33
METODOLOGÍA	33
2.1 Materiales y Equipo	33
2.1.1 Cuaderno de Apuntes	33
2.1.2 Calculadora	33
2.1.3 Computadora Portátil	34
2.1.4 Radio de comunicación	34
2.1.5 Estacas de Madera	35
2.1.6 Pintura	35
2.1.7 Cinta métrica	35
2.1.8 Flexómetro	36
2.1.9 Estación Total	36
2.1.10 Prisma Topográfico	37
2.1.11 Bastón porta prisma	37
2.1.12 Trípode	38
2.1.13 Programas computacionales	38
2.2 Métodos	39
2.2.1 PRIMERA FASE: Fase Preliminar	39
2.2.1.1 Recolección de información sistema de agua potable existente.	39
2.2.1.2 Recolección de información para el diseño del nuevo sistema de agua potable.	39
2.2.2 SEGUNDA FASE: Fase de procesamiento de información.	39
2.2.3 TERCERA FASE: Fase técnica	40
2.2.3.1 Elaboración del Presupuesto referencial	40
2.2.3.2 Elaboración de Especificaciones Técnicas	40
2.2.3.3 Elaboración de Planos	40
CAPÍTULO III	41
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	41
3.1 Análisis y discusión de los resultados	41
3.1.1 Evaluación del sistema existente	41
3.1.2 Ubicación del Proyecto	41
3.2.1 Bases de diseño	46
3.2.1.1 Periodo de diseño	46
3.2.1.2 Población de diseño	46
3.2.2 Caudales de diseño	54
3.2.3 Diseño de la captación	56
3.2.3.1 Caudal de captación	56
3.2.3.2 Dimensiones Muro captación	56
3.2.4 Diseño de la conducción	56
3.2.4.1 Caudal de conducción	56
3.2.4.2 Conducción Tanque de almacenamiento – TRP 1	57

3.2.4.3 Conducción TRP 1 – TRP 2	62
3.2.4.4 Conducción TRP 2 – TRP 3	68
3.2.4.5 Conducción TRP 3 – Válvula de Compuerta	74
3.2.5 Planta de potabilización	80
3.2.6 Diseño del tanque de almacenamiento	80
3.1.7 Distribución	83
3.2.7.1 Modelación de la red de distribución	86
3.2.7.1.1 Resultados de la Modelación Estática	86
3.2.7.1.2 Resultados de la Modelación Estática	99
3.3.1 Presupuesto	109
3.3.1.1 Cronogramas	111
3.3.1.2 Precios Unitarios	112
3.3.2 Especificaciones Técnicas	113
3.3.2 Planos	114
CAPÍTULO IV	115
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	115
3.1 Conclusiones	115
3.2 Recomendaciones	115

ÍNDICE FIGURAS

Figura N°1. Red de distribución abierta.....	9
Figura N°2. Red de distribución cerrada o malla.....	10
Figura N°3. Esquema de redes de distribución mixtas.	11
Figura N°4. Válvula de aire	23
Figura N°5. Válvula de desagüe	24
Figura N°6. Cámara rompe presión	24
Figura N°7. Cruce suspendido y sus variables.....	26
Figura N°8. Anclaje en Roca	29
Figura N°9. Anclaje de postes H.G.....	30
Figura N°10. Anclaje de mampostería.....	30
Figura N°11. Ejemplo de cuaderno de apuntes.....	33
Figura N°12. Calculadora CASIO fx-570LA PLUS.....	33
Figura N°13. Computadora Portátil HP	34
Figura N°14. Radio de comunicación.....	34
Figura N°15. Estacas de madera	35
Figura N°16. Pintura	35
Figura N°17. Cinta métrica	36
Figura N°18. flexómetro	36
Figura N°19. Estación total.....	37
Figura N°20. Prisma Topográfico.....	37
Figura N°21. Bastón porta prisma.....	38
Figura N°22. Trípode	38
Figura N°23. Ubicación del Cantón Pastaza a Nivel Nacional.....	42

Figura N°24. Ubicación de la Parroquia Veracruz	43
Figura N°25. Ubicación de la Comunidad Las Peñas	44
Figura N°26. Proyección de la población método lineal	48
Figura N°27. Proyección de la población método geométrico	50
Figura N°28. Proyección de la población método geométrico	51
Figura N°29. Dimensiones muro captación	56
Figura N°30. Dimensiones del tanque	83
Figura N°31. Red de distribución total modelo estático.	86
Figura N°32. Red de distribución, identificación nodos y tuberías tramo 1	87
Figura N°33. Red de distribución, identificación nodos y tuberías tramo 2.....	88
Figura N°34. Red de distribución, demanda base tramo 1.....	89
Figura N°35. Red de distribución, demanda base tramo 2.....	90
Figura N°36. Red de distribución, diámetros tramo 1	91
Figura N°37. Red de distribución, diámetros tramo 2	92
Figura N°38. Red de distribución, Presión tramo 1	93
Figura N°39. Red de distribución, presión tramo 2	94
Figura N°40. Red de distribución, velocidad tramo 1.....	95
Figura N°41. Red de distribución, velocidad tramo 2.....	96
Figura N°42. Curva de Modulación.....	99
Figura N°43. Red de distribución total modelo dinámico.	100
Figura N°44. Red de distribución, diámetros tramo 1	101
Figura N°45. Red de distribución, diámetros tramo 2	102
Figura N°46. Red de distribución, Presiones tramo 1.....	103
Figura N°47. Red de distribución, Presiones tramo 2.....	104
Figura N°48. Red de distribución, Velocidades tramo 1	105

Figura N°49. Red de distribución, Velocidades tramo 2106

ÍNDICE TABLAS

Tabla N°1. Informe del análisis de las características de la calidad del agua	5
Tabla N°2. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable	12
Tabla N°3. Índices de crecimiento	12
Tabla N°4. Niveles de servicio.....	14
Tabla N°5. Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.....	16
Tabla N°6. Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.....	16
Tabla N°7. Caudal y Dispositivos contra Incendios.....	17
Tabla N°8. Dotación de agua de acuerdo al nivel de servicio.....	18
Tabla N°9. Población / Diámetro mínimo.....	19
Tabla N°10. Coeficientes de rugosidad para Hazen Williams	20
Tabla N°11. Límites máximos de velocidades para conductos a presión.....	22
Tabla N°12. Datos Poblacionales	47
Tabla N°13. Proyección de la población método lineal	48
Tabla N°14. Proyección de la población método geométrico	49
Tabla N°15. Proyección de la población método exponencial.....	51
Tabla N°16. Viviendas beneficiarias del proyecto	52
Tabla N°17. Datos Tramo N°1	57
Tabla N°18. Datos de la tubería seleccionada para el diseño del tramo N°1	58
Tabla N°19. f calculado tramo N°1	59
Tabla N°20. Pérdida por accesorios tramo N°1.....	60
Tabla N°21. Datos para el cálculo del golpe de ariete tramo N°1	61
Tabla N°22. Datos Tramo N°2	63
Tabla N°23. Datos de la tubería seleccionada para el diseño del tramo N°2	64

Tabla N°24. f calculado tramo N°2	65
Tabla N°25. Pérdida por accesorios tramo N°2.....	66
Tabla N°26. Datos para el cálculo del golpe de ariete tramo N°2.....	67
Tabla N°27. Datos Tramo N°3	68
Tabla N°28. Datos de la tubería seleccionada para el diseño del tramo 3.....	69
Tabla N°29. f calculado tramo N°3	71
Tabla N°30. Pérdida por accesorios tramo N°3.....	71
Tabla N°31. Datos para el cálculo del golpe de ariete tramo N°3.....	73
Tabla N°32. Datos Tramo N°4	74
Tabla N°33. Datos de la tubería seleccionada para el diseño del tramo N°4	75
Tabla N°34. f calculado tramo N°4	77
Tabla N°35. Pérdida por accesorios tramo N°4.....	77
Tabla N°36. Datos para el cálculo del golpe de ariete tramo N°4.....	78
Tabla N°37. Demanda Base.....	85
Tabla N°38. Tabla de Resultados en Nudos – Modelación Estática	97
Tabla N°39. Tabla de Resultados en Nudos – Modelación Estática	98
Tabla N°40. Tabla de Resultados en Nudos – Modelación Dinámico	107
Tabla N°41. Tabla de Resultados en Líneas – Modelación Dinámico	108

RESUMEN

En el presente proyecto en el cual primero se realizó la evaluación del sistema de agua potable existente mediante fichas de observación en donde se determinó que era necesario la construcción de un nuevo sistema de Agua Potable debido a que el actual se encontraba en pésimas condiciones.

Se procedió a realizar el levantamiento topográfico del sector para obtener el perfil, el cual indicó por donde se debe colocar la tubería y cuáles serían las dimensiones que necesitará para resistir las presiones y velocidades a las cuales estará sometida.

Se diseñó una captación con muros de hormigón armado el mismo que se modeló en un software especializado para diseño, se realizaron los chequeos de volcamiento y deslizamiento.

Se diseñó una potabilización que cuenta con un sedimentador, un filtro y un clorador, el cual realiza su descarga en el tanque de almacenamiento que se diseñó y se modeló en un software especializado respetando la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Palabras Claves: Perfil topográfico, Levantamiento topográfico, Captación, Potabilización, Sedimentador, Clorador, Filtro.

ABSTRACT

In the present project in which the evaluation of the existing drinking water system was first carried out through observation sheets where it was concluded that the construction of a new drinking water system was necessary because the current one was found in terrible conditions.

The topographical survey of the sector was carried out to obtain the profile, which indicated where the pipe should be placed and what would be the dimensions that it will need to resist the pressures and speeds to which it will be subjected.

An intake with reinforced concrete walls was designed, the same one that was modeled in a specialized software for design, the overturning and sliding checks were carried out.

A purification system was designed that has a settler, a filter and a chlorinator, which discharges into the storage tank that was designed and modeled in specialized software respecting the Ecuadorian Construction Standard.

Keywords: Topographic profile, Topographical survey, Catchment, Purification, Settler, Chlorinator, Filter

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Antecedentes investigativos

1.1.1 Antecedentes

El desarrollo de la humanidad va ligado con los avances que han existido en la infraestructura del agua desde los antiguos egipcios que alrededor del año 2700 a.C construyeron la primera presa hasta la famosa ciudad de Mohenjo-Daro en Pakistán la cual es el primer caso de un sistema de abastecimiento de agua con baños públicos y agua caliente construida alrededor del año 3000 a.C [1]

El servicio de agua potable que existe en el mundo no logra cubrir las necesidades de los consumidores. En Latinoamérica como en el caribe existe gran deficiencia para el acceso a los servicios de agua potable y desagüe, donde solo el 80 % de la población tiene acceso al agua en las zonas rural mientras que las zonas urbanas tienen 97% de acceso a la misma esta es una de las causas que alrededor de 29700 niños mueran en el mundo a causa de enfermedades de salubridad. [2]

El crecimiento de las ciudades con lleva un crecimiento considerable en la población la cual genera demanda de los servicios básicos esta demanda se debe a que las poblaciones empiezan a situarse en la periferia de la ciudad debido a los bajos costos de los lotes en estos lugares. En estos lugares se crean asentamientos humanos, centros poblados y asociaciones las cuales no cuentan con servicios básicos. [3]

La Municipalidad del Cantón Pastaza repotencio la captación de agua para su potabilización. La cual se tomó de Rio Blanco la cual se encuentra en el área protegida de los Llanganates la misma que dotara 160 lt por segundo de agua potable. [4]

La Gobierno autónomo descentralizado de Veracruz en su PDOT nos indica que la parroquia no cuenta con agua potable y a su vez hay sectores donde no existe agua entubada de calidad. La comunidad Las Peñas es una de las cuales todavía no cuenta con un sistema de agua segura debido a que no cuenta con un estudio técnico de la red de agua potable y esta solo cuenta con un sistema de distribución de agua obsoleto debido a que toman el agua de la captación de la comunidad Ventanas. [5]

1.1.2 Justificación

El agua representa en la humanidad un pilar fundamental para el desarrollo

socioeconómico, energético, agrícola y para la supervivencia de los seres humanos ya que 2200 millones de personas carecen de acceso a servicios de agua potable gestionadas de manera segura [6]

En base a lo escrito en el informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos 2020 nos dice que en los últimos 100 años el uso global del agua se ha multiplicado por seis y sigue ascendiendo al 1% anual debido al crecimiento demográfico, económico y al cambio en los patrones de consumo. [6]

El consumo de agua en el mundo es desequilibrado entre los países esto debido a su nivel de desarrollo. En países tercermundista como Bangladesh donde el acceso al agua es complicado el consumo per cápita no rebasa los 44 l/hab/d esto a comparación de países primermundista como Estados Unidos de América donde el consumo doméstico es de 596 l/hab/d esto nos indica que en algunos países no se obtiene la cantidad de agua que necesita una persona para poder cubrir sus necesidades. La Organización Mundial de la Salud nos indica que una persona necesita al menos 50 litros diarios para cubrir sus necesidades básicas y 100 litros para cubrir todas sus necesidades de forma perfecta. [7]

El Ecuador al ser unos de los países de Sudamérica con una gran cantidad de reservas hídricas en datos del INEC nos indica que de cada 10 personas solo 7 personas cuentan con agua segura para beber ya que el 67.8 % de la población es beneficiaria del agua por medio de pozo, tubería o manantial. [8]

Desde el 12 de marzo del 2020 en el Ecuador el incremento de consumo de agua fue muy notorio debido al inicio de la cuarentena a causa de las normas para evitar el contagio del COVID-19 en ciudades como Quito el consumo de agua aumento a 240 litros de agua por persona al día, pero antes del confinamiento obligatoria se encontraba alrededor de 180 y 200 litros lo mismo sucedió en Cuenca donde hubo un aumento del 20 % en zonas residenciales, y un 21 % en zonas urbanas en este contexto que sufre el país de una emergencia sanitaria en primordial que no exista escasez del líquido vital y mucho menos desabastecimiento del mismo. [9]

Existen cuatro regiones en el Ecuador Costa, Sierra, Amazonia y la región Insular o Galápagos donde la que más padece de no tener agua segura es la región Amazónica la cual tiene una gran cantidad de recursos hídricos 246.2 km^3 por lo tanto representa el 63.5 % del volumen nacional pero la misma es la que menor calidad de agua posee en

comparación con las otras regiones debido a la gran explotación minera en algunos sectores y otra causa es la falta de infraestructura de riego como drenaje esto debido a que en esta región existe una exuberante vegetación gracias a sus bosques húmedos tropicales y por ello es propensa a sufrir lluvias en gran parte del año pero todo esta se desperdicia porque no hay sistemas que permitan captar y almacenar la misma correctamente. [10]

La región amazónica tiene el peor porcentaje de calidad ya que es un 54.7 % , a diferencia de la sierra (80.9 %) y la costa (68.7%) que tienen mejor acceso al servicio de calidad. Esto no es correctamente proporcional a la cantidad de fuentes que posee cada uno de estas ya que la región amazónica goza de mayores recursos hídrico. [8]

En la provincia de Pastaza una persona consume alrededor de 229 litros de agua al día, pero esta cifra excede a los 100 litros de agua recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) este exceso contribuye al malgasto de agua en el Ecuador ya que en promedio un ecuatoriano consume 249 litros de agua al día. [11]

La parroquia Veracruz está ubicada en la cuenca del Río Pastaza, específicamente en la subcuenca del Río Bobonaza; su red hídrica está conformada por los ríos; Río Bobonaza, Río Sucio, Río Yanarumi, Río Putzu, Río Taculín Grande, Río Indillama, Río Sandalias, Estero Ayayacu, Río chorreras, Río Tiuyacu, entre los principales. Tan solo la red hídrica secundaria, posee una extensión de 224,42 km de longitud. [5]

El recurso hídrico en la parroquia Veracruz es basto ya que existen 53 adjudicaciones de agua, las cuales poseen una concesión total de 184.33 lt/s las mismas se localizan en los afluentes de los ríos; Bobonaza, Taculin Grande, y Río Sucio; en esa zona se concentra adjudicaciones de 6,17 a 22,09 l/s. El problema del suministro de Agua en la parroquia es su mala distribución pues solo el 55.63% de los hogares cuentan con agua de calidad, los restantes cuentan con instalaciones de tuberías y otros disponen del servicio, pero fuera de sus viviendas, pero esta no cuenta con ningún tratamiento para ser considerada agua potable o de calidad como es el estado actual de la comunidad las Peñas. [5]

En el presente proyecto técnico se obtendrá el mejoramiento de la conducción del agua y la implementación de la potabilización, partiendo desde el mejoramiento de la captación perteneciente a los Usuarios de la Comunidad las Peñas de la Parroquia Veracruz, con el propósito de garantizar la distribución del agua potable y esta sea la necesaria para cubrir la demanda requerida de la comunidad.

1.1.3 Fundamentación teórica

1.1.3.1 Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

Es un conjunto de obras tales como captación, potabilización, conducción, almacenamiento y distribución que garantice el abastecimiento a todos los beneficiarios y cada uno de los usuarios de un área del proyecto tanto en calidad como en cantidad. Respetando el minimizar el impacto ambiental de tal manera que se garantice un permanente ciclo de agua al sistema.

1.1.3.1.1 Captación

El tipo de captación dependerá de las diferentes fuentes a disposición las más usuales son de manantiales, aguas de ríos o canales de riego y aguas subterráneas.

1.1.3.1.1.1 Captación de manantiales

Este tipo se encuentra a menudo en pequeñas poblaciones debido a que la demanda no supera los 5 l/seg. Esta se realiza mediante dos cajas de hormigón armado las cuales una tiene como función el ingreso del agua por ello se debe tener relleno de grava entre la caja y del terreno donde se ubica el manantial. La segunda caja es para las válvulas. [12]

Se debe tener mucho cuidado en este tipo de captaciones con las fluctuaciones del caudal debido a que los manantiales con el tiempo pueden llegar a desaparecer.

1.1.3.1.1.2 Captación de aguas subterráneas

Esta se da cuando se detectan acuíferos para la captación del agua se utilizan pozos artesanales si su profundidad es menor a 20 metros y pozos tubulares si la profundidad es mayor a 20 metros este sistema además consta de una caseta de bombeo que puede ser energizada por motores, paneles solares o molinos de viento y la línea de impulsión que es la tubería del pozo al reservorio. [12]

1.1.3.1.1.3 Captación de aguas de ríos o canales

1.1.3.1.1.3.1 Captación de ríos

Se utiliza usualmente con caudales de captación no muy grandes consta de una defensa ribereña, boca con compuerta, canal entre bocal y desarenador, desarenador con vertedor de excedencias y Rejilla para ingreso de tubería [12]

Para su diseño la información primordial es el área de la cuenca hidrográfica, altitud y precipitación pluvial mensual, caudales medios y extremos mensuales, Transporte de

sedimentos, fuentes de contaminación física, química y bacteriológica, geología para la cimentación de las obras, ubicación y características de agregados para las obras de concreto y acceso a la obra de construcción. [12]

1.1.3.1.1.3.2 Captación de canal

La captación del canal puede hacerse mediante un orificio en el muro lateral del canal, regulado con compuerta o válvula compuerta, para luego ingresar al agua o un desarenador y de aquí a la línea de conducción con parrilla en el ingreso al tubo. [12]

Para su diseño la información primordial será la continuidad de conducción del agua en el canal por 365 días, derecho de uso del agua para el agua potable y la calidad del agua (químico, físico y bacteriológico) / transporte de sedimentos. [12]

1.1.3.1.2 Calidad del agua

Para un suministro adecuado del líquido vital a cada una de las personas beneficiarias es necesario que la calidad del agua este a satisfacción del consumidor y sea contralada por los organismos pertinentes.

Para el presente proyecto se utilizará el método de análisis FÍSICO QUÍMICO que es el que utiliza la EMPRESA PÚBLICA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE PASTAZA “EMAPAST EP”, entidad que regulan los proyectos de alcantarillado y agua potable del cantón Pastaza [13]

Mismo ensayo se encarga se velar los siguientes parámetros:

Tabla N°1. Informe del análisis de las características de la calidad del agua

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.		
parámetro	Expresado como	Limite permisible (mg/L)
Ph.	Unidades	6.5-8.5
Color	Pt-Co	15
Turbiedad	U.N.T	5
Solidos totales disueltos	mg/l	1000
Temperatura	°C	
Conductividad	uS/cm	
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS		
Hierro Total	Fe ³⁺	0.3
Amonio	N-NH ₃	1.2

Nitratos	NO ₃ ⁻	50
Nitritos	NO ₂ ⁻	0.2
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200
Fosfatos	PO ₄ ⁻	0.3
Flúor	F ⁻	1.5
Cloro libre	Cl ₂ ⁻	0.3-1.5

Fuente: EMAPAST

1.1.3.1.3 Potabilización

Esta dependerá de las condiciones del agua cruda para el empleo de los diferentes procesos de potabilización de la misma para el consumo de los beneficiarios.

1.1.3.1.3.1 Cloración al breakpoint

Este proceso se consigue añadiendo cloro hasta alcanzar cloro residual en el agua habitualmente se requiere 0.5 ppm de cloro libre. La función del mismo es la desinfección y oxidación, con estas propiedades se logra la eliminación de sulfuros, hierro, manganeso, amoníaco y otras sustancias reductoras además de reducir sabores, microorganismos presentes y el crecimiento de algas. [14]

1.1.3.1.3.2 Coagulación – Flocculación

Estas causan un incremento del tamaño del floculo y su rápida aglomeración, disminuyendo el tiempo de sedimentación de las partículas basándose en la adición de sales químicas en la mayoría con cargas positivas (sales de aluminio, sales de hierro o polielectrolitos) las cuales disminuyen efectivamente el tamaño de la carga desplazando los iones negativos. [14]

Entre los floculantes más usados se tienen: Sulfato de Aluminio, Polielectrolitos, Cloruro férrico, Sulfato ferroso y férrico. De los cuales el más utilizado es el Polielectrolitos debido a su disminuido impacto ambiental y la calidad de floculo que produce. [14]

1.1.3.1.3.3 Decantación

Se conoce como el proceso de separación de un líquido de solidos o a su vez de un líquido de mayor densidad mediante el trasiego de la capa superior posteriormente de la sedimentación de la materia más pesada. [14]

La dirección predominante del flujo de agua desde la entrada a la salida indicara si se utilizara flujo horizontal este es el más usado a nivel de purificación de aguas o se utilizara

el flujo vertical este es únicamente utilizado en aplicación de floculación – decantación. [14]

1.1.3.1.3.4 Filtración

Para concluir el proceso de clarificación del agua esta debe ser sometida a un proceso de filtración en el cual consiste en la separación de partículas y pequeños microorganismos como virus y bacterias los cuales son retenidos en el medio filtrante de tal manera que las partículas que no han sedimentado en el decantador son retenidas en los filtros. El medio filtrante más utilizado es la arena, sobre un lecho filtrante de grava como soporte.[14]

Existen diferentes tipos de lechos filtrantes como membranas filtrantes que pueden ser de plásticos o de metal. En potabilización de agua los filtros rápidos son los más utilizados en los cuales el agua ha sido pasada previamente por un proceso de coagulación-floculación. [14]

1.1.3.1.3.5 Desinfección

Es la etapa final del proceso de tratamiento del agua los procesos básicos de desinfección son los siguientes:

Tratamientos Físicos. – Se basa en la aplicación de calor no es un método muy utilizado debido a su costo además deja un mal sabor debido a la eliminación del oxígeno en las sales presentes en el agua. A su vez otro proceso es dejar pasar el tiempo para que los gérmenes fecales se reduzcan en la concentración del agua retenida en un ambiente adverso [14]

Tratamientos Químicos. – Se utiliza agentes químicos como cloro, dióxido de cloro y el ozono. El más utilizado es el cloro debido a su costo y acción microbicida además de la capacidad de mejorar los procesos de coagulación y floculación. [14]

Radiación. – Este método posee baja eficiencia al enfrentarse a la turbidez del agua se puede utilizar radiaciones como la UV, los rayos X y los rayos Y de las mencionadas la más utilizada es de rayos UV. [14]

1.1.3.1.4 Conducción

Esta podrá ser diseñada a gravedad o bombeo dependiendo del perfil topográfico de la zona de estudio.

1.1.3.1.4.1 Conducción a gravedad

Esta nos asegura el transporte del agua desde el punto de captación de la fuente hasta el tanque de almacenamiento sin la necesidad de utilizar un bombeo mecanizado a su vez de otorgarnos condiciones seguras e higiénicas. La principal característica de este sistema es la localización de la fuente en una posición más alta de donde se encuentra la comunidad beneficiaria de la dotación de agua. [15]

Las ventajas que nos otorga este tipo de conducción son:

Un costo de mantenimiento mínimo.

Se crean pocos cambios de presión.

No se necesitan bombas, por lo que no se necesita de energía adicional o externa para su funcionamiento. [15]

Las Desventajas de este tipo de conducción son:

En tiempo de sequía el rendimiento del sistema puede verse afectado.

En zonas de aguas duras la tubería necesita ser lavadas.

El relieve y calidad del terreno pueden imposibilitar la colocación de tuberías

No siempre hay disponibilidad de fuentes de agua adecuadas que estén localizadas aguas arriba de la comunidad [15]

1.1.3.1.4.2 Conducción a Bombeo

Esta se realiza debido a las condiciones desfavorables del terreno o al consumo necesario del suministro de agua. Este sistema nos da dos opciones para su utilización uno mediante bombas más el almacenamiento del exceso de agua en un tanque elevado el cual será ocupado en tiempo de sequía el cual nos brinda un rendimiento uniforme en las bombas la segunda opción que nos brinda este sistema es el bombeo directo a la tubería el cual no es muy aconsejable debido a que este al momento de haber una avería en las bombas interrumpe completamente el suministro. [15]

1.1.3.1.5 Almacenamiento

El tanque de almacenamiento es un depósito cerrado el cual cumple dos funciones la de

satisfacer la demanda de una población debido a que cubre las variaciones horarias de consumo, la demanda para combatir incendios y la demanda de agua para una emergencia. Su segunda función es la de regular la presión adecuada en el sistema de distribución dando así un servicio eficiente. Su diseño y construcción son variados estos dependerán de las condiciones del terreno por lo cual estos pueden ser clasificados en enterrados, sedimentarios y superficiales además estos pueden estar colocados antes o después de la planta de tratamiento. [16]

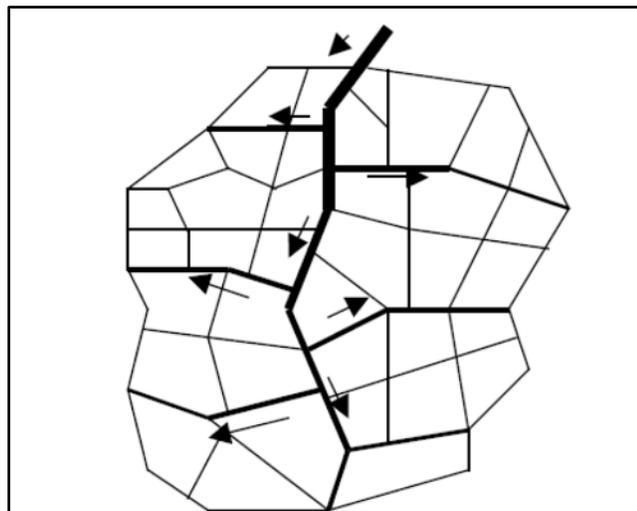
1.1.3.1.6 Red de distribución

Son aquellas que suministran el agua potable a los beneficiarios por medio de un conjunto de tuberías y accesorios desde el almacenamiento hasta sus acometidas domiciliarias.

1.1.3.1.6.1 Red de distribución abierta o ramificada

Se caracteriza por tener un ramal principal que posee un mayor diámetro a comparación de sus ramales secundarios los cuales parten desde el principal y finalizan en los puntos ciegos los cuales no poseen interconexiones con otras tuberías en la red de agua potable. [17]

Figura N°1. Red de distribución abierta



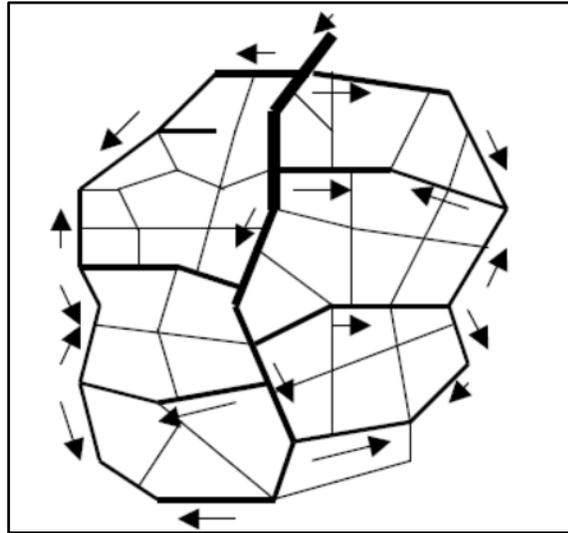
Fuente: Diseño de la red de distribución de agua potable de la parroquia el rosario del cantón san pedro de Pelileo, provincia de Tungurahua.”
Autor: María José Mena

1.1.3.1.6.2 Red de distribución cerrada o malla

Posee un circuito cerrado para el flujo de toda la red de distribución se caracteriza por

formas anillos o mallas la cual nos da la principal ventaja de obtener mejor funcionamiento hidráulicamente porque evita puntos muertos de circulación o de circulación nula y facilita regulación de presiones y caudales [17]

Figura N°2. Red de distribución cerrada o malla



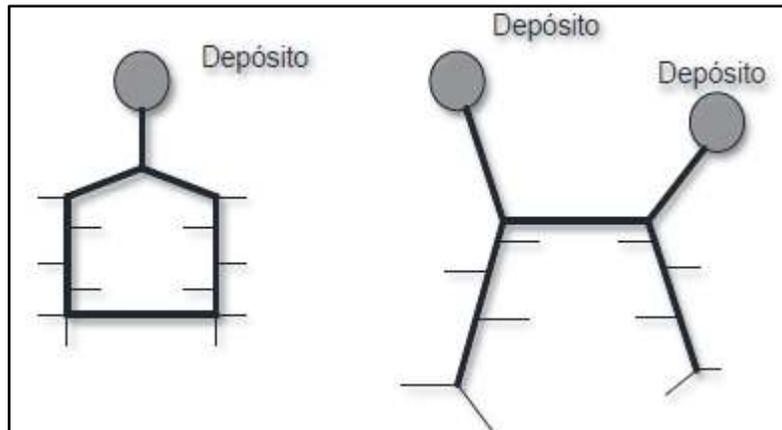
Fuente: Diseño de la red de distribución de agua potable de la parroquia el rosario del cantón san pedro de Pelileo, provincia de Tungurahua.”

Autor: María José Mena

1.1.3.1.6.3 Red de distribución mixta

Esta es la combinación de una red de distribución cerrada y una red de distribución abierta en donde el diseño de la tubería principal es diseñada por una red de tipo cerrada, mientras las tuberías secundarias conllevan un diseño de red abierta [18]

Figura N°3. Esquema de redes de distribución mixtas.



Fuente: Infraestructuras hidráulico-sanitarias I. Abastecimiento y distribución de agua

Autor: Arturo Trapote Jaume

1.1.3.2 Parámetros de diseño

1.1.3.2.1 Área del proyecto

Es la superficie sobre la cual se implementará un proyecto de abastecimiento de agua potable tanto para las condiciones actuales como también en aquellas zonas de proyección generadas en los planes maestros de desarrollo

1.1.3.2.2 Periodo de diseño.

Es el lapso de tiempo en el cual la obra tendrá un correcto funcionamiento dependiendo de varios componentes tales como: la vida útil de los materiales, mantenimiento y operación del sistema. [19]

El periodo de diseño por ningún caso debe ser menor a 15 años y el diseño de obras como máximo deben tener 3 etapas. [20]

El símbolo que se le asigna al periodo de diseño es la letra n =vida útil de los elementos del sistema de Agua Potable + (Planeación, Contratación y ejecución). [17]

Tabla N°2. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable

COMPONENTE	VIDA UTIL(años)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Condiciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	40 a 50
De Hierro Dúctil	20 a 25
De Asbesto cemento o PVC	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante
Otros materiales	

Fuente: CPE INEN 5 PARTE 9.2:1997

1.1.3.2.3 Población de diseño.

Es el número de habitantes con el cual se realizará los cálculos y dimensionamiento de los componentes del sistema.

1.1.3.2.3.2 Tasa de crecimiento poblacional

Los datos de la información censal son lo que se analizarán para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional si no existieran datos censales de la población rural de estudio se tomarán los datos de la parroquia a la que pertenece la localidad o poblaciones con características similares o se tomarán para la proyección geométrica, los índices de crecimiento de la tabla N°3. [16]

Tabla N°3. Índices de crecimiento

REGION GEOGRAFICA	r (%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Fuente: CPE INEN 5 PARTE 9.2:1997

1.1.3.2.3.3 Población Actual.

Es la población que se encuentra establecida en el área de estudio esta puede ser cambiante debido a diferentes factores como la situación económica, social, vías de acceso, servicios

básicos. La principal base de datos para tener esta información tenemos el censo poblacional del año 2010 [21]

1.1.3.2.3.4 Población Flotante

Son las personas que habitan más de 4 horas todos los días de la semana una edificación tales como gubernamentales, Municipales, Educativas, recreacionales y de servicios. Se determina mediante la suma de la población del sitio a considerar que hay población flotante la se considerara permanente.

Entonces:

$$Población\ Flotante = (15\ \% - 20\ \%) poblaci3n\ flotante\ Ec.1$$

1.1.3.2.3.5 Población Futura

Es la cual será la población de diseño que nos arrojará el número de habitantes para realizar todos los cálculos necesarios, para obtener estos datos se realizara mediante métodos estadísticos que son los siguientes.

Método Lineal o aritmético

Se considera el crecimiento de una población constante; donde el crecimiento poblacional se comporte de manera lineal [22]

$$Pf = Pa * (1 + r * n) Ec. 2$$

Donde

Pf= Población futura

Pa=Población Actual

r=Índice de crecimiento poblacional

n=Periodo de diseño

Método Geométrico

Es el método que se comporta más acorde al crecimiento real de la población, ya que se basa en un aumento proporcional para cada periodo, similar a la ley del interés compuesto representado por la siguiente ecuación [22]

$$Pf = Pa * (1 + r)^n Ec. 3$$

Donde

Pf= Población futura

Pa=Población Actual

r=Índice de crecimiento poblacional

n=Periodo de diseño

Método exponencial

Este modelo se basa en que el crecimiento de la población se produce en forma continua para cada unidad de tiempo [22]

$$Pf = Pa * (e)^{rn} \text{ Ec. 4}$$

Donde

Pf= Población futura

Pa=Población Actual

r=Índice de crecimiento poblacional

n=Periodo de diseño

e=Constante matemática

Para determinar el método a utilizar se debe realizar una comparación con el valor del coeficiente de correlación R^2 y se debe tomar el que se esté más próximo a la unidad $R^2 \approx 1$ [22]

1.1.3.2.4 Nivel de servicio.

En la siguiente tabla se presenta las tablas de servicio.

Tabla N°4. Niveles de servicio

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP EE	Sistemas Individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
la	AP EE	Grifos públicos Letrinas sin arrastre de agua
lb	AP EE	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIa	AP EE	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa Letrinas con o sin arrastre de agua
	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por

Iib	ERL	casa Sistema de alcantarillado sanitario
Simbología utilizada AP: Agua Potable EE: Eliminación de Excretas ERL: Eliminación de Residuos Líquidos		

Fuente: CPE INEN 5 PARTE 9.2:1997

1.1.3.2.5 Densidad Poblacional

La densidad poblacional equivale al número de habitantes existentes en una determinada área de terreno, y se puede limitar en valores máximos y mínimos.

1.1.3.2.5.1 Densidad Poblacional Actual

Se calcula mediante la siguiente formula.

$$D.pa = \frac{Pa}{Area} \text{ Ec.5}$$

Donde

D.pa= Densidad poblacional actual

Pa=Población Actual

1.1.3.2.5.2 Densidad Poblacional Futura

Es la cantidad de habitantes que existirá en la zona de estudio por unidad de área.

$$D.pf = \frac{Pf}{Area} \text{ Ec.6}$$

Donde

D.pf= Densidad poblacional futura

Pf=Población futura

1.1.3.2.6 Caudales de diseño (Qd)

Una red de distribución se debe diseñar con el caudal máximo diario final del periodo de diseño más el caudal requerido para incendios, y comprobar las presiones de la red, para el caudal máximo horario para el final del periodo de diseño.[22]

Basados en la norma CPE INEN 5 PARTE 9.1 para obtener el caudal de diseño de los distintos elementos del sistema de agua potable se utilizará la siguiente tabla.

Tabla N°5. Caudales de diseño para los elementos de un sistema de agua potable.

ELEMENTO	CAUDAL
Captación de aguas superficiales	Máximo diario + 20%
Captación de aguas subterráneas	Máximo diario +5%
Conducción de aguas superficiales	Máximo diario + 10%
Conducción de aguas subterráneas	Máximo diario + 5%
Red de distribución	Máximo horario + incendio
Planta de Tratamiento	Máximo diario + 10%

Fuente: CPE INEN 5 PARTE 9.1:1992

1.1.3.2.6.1 Caudal medio diario (Qmd)

Es el caudal de agua promedio diario que consume una comunidad en un año, incluyendo las perdidas por fuga.[21]

$$Qmd = \frac{f*(Pf*DMF)}{86400} \text{ Ec.7}$$

Donde

Qmd= Caudal medio diario promedio en un año

f= Factor de fugas

Pf= Población al final del periodo de diseño

DMF= Dotación futura (l/hab*día)

Fuga. – Es la cantidad de agua que se escapa en un sistema de agua, pero en el cual esta cantidad no es registrada [17]

Para el cálculo se tomará en cuenta un porcentaje de fugas que se indica en la siguiente tabla.

Tabla N°6. Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE EN FUGAS
la y lb	10 %
lla y llb	20%

Fuente: CPE INEN 5 PARTE 9.2:1997

1.1.3.2.6.2 Caudal máximo horario (QMH)

Es el caudal de agua consumida por la comunidad durante la hora de máximo consumo en un día del año. [20]

$$QMH = Qmd * K2 \quad \text{Ec.8}$$

Donde

QMH= Caudal máximo horario.

Qmd= Caudal medio diario promedio en un año

K2= Coeficiente de variación horaria

El Coeficiente K2 siempre se asumirá el valor de 3.0 este se utiliza debido a que en todo el día en algún momento varios usuarios utilizaran el líquido al mismo tiempo [20]

1.1.3.2.6.3 Caudal máximo diario (QMD)

Es el caudal de agua consumida por la comunidad durante la hora de máximo consumo en un día del año. [20]

$$QMD = Qmd * K1 \quad \text{Ec.9}$$

Donde

QMD= Caudal máximo diario.

Qmd= Caudal medio diario promedio en un año

K1= Coeficiente de mayoración

El Coeficiente K1 siempre se asumirá el valor de 1.25, para todos los niveles de servicio. [20]

1.1.3.2.6.4 Caudal de incendios

Este se calcula basado en la cantidad de beneficiarios que tendrá el sistema de agua potable.

Las bocas de fuego tendrán un diámetro mínimo de 50 mm, con rosca adaptable a las mangueras disponibles. Por su parte los hidrantes serán de un diámetro tal que permita su adecuada instalación a la red, así como a las mangueras correspondientes. La ubicación de las bocas de fuego e hidrantes deberá hacerse de manera estratégica, en atención a la configuración de la red, pero en todo caso no estarán a distancias mayores a 200m una de otra. [23]

Tabla N°7. Caudal y Dispositivos contra Incendios

Población futura (hab)	Caudal de incendio (l/s)	DESCRIPCIÓN
Menor a 3000 (costa)	No se diseña	Bocas de fuego

Menor a 5000 (sierra)	No se diseña	Bocas de fuego
3000 a 10000	5	Bocas de fuego
10000 a 20000	12	Hidrantes
20000 a 40000	24	Hidrantes
40000 a 60000	48	Hidrantes
60000 a 120000	12	Hidrantes
Mayor 120000	96	Hidrantes

Fuente: Pequeños Sistemas de Agua Potable:1996

Autor: Gerardo Nicola Garcés

1.1.3.2.7 Dotación

Es el caudal que un habitante consume en promedio en un día el cual satisface sus necesidades diarias.

Esta dependerá de los diferentes factores que afectan a la población como son la situación geográfica, condición cultural, condiciones económicas y el uso el cual puede ser residencial, comercial o industrial. Además, se incluirán las pérdidas, fugas y los desperdicios.

Tabla N°8. Dotación de agua de acuerdo al nivel de servicio

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

Fuente: CPE INEN 5 PARTE 9.2:1997

1.1.3.2.7.1 Dotación media actual (Dma)

Es el caudal de agua potable que se encuentra consumiendo diariamente cada habitante al inicio del periodo de diseño. [16]

1.1.3.2.7.2 Dotación media futura (Dmf)

Es la cantidad de agua potable, consumida diariamente, en promedio anual, por cada habitante, al inicio del periodo de diseño.[21]

Esta tiene el fin de lograr satisfacer las exigencias de consumo diario tanto domesticas

como industriales, comerciales y publicas de cada habitante.

Se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$Dmf = Dma + (1lt/hab/dia) * n \quad \text{Ec.10}$$

Donde

Dmf= Dotación media diaria futura.

Dma= Dotación media diaria actual.

n= Periodo de diseño.

1.1.3.2.8 Estimación de Diámetros

Al igual que todas las estructuras las tuberías también se encuentran sometidas a diferentes solicitaciones las mismas que pueden ser presión interna, cargas de tráfico, peso propio de la tierra, cargas de tráfico, cargas permanentes y ocasionales.

La estimación de los diámetros de la tubería es una etapa importante debido a que esta nos definirá las velocidades que tendrá el flujo ya que al existir grandes velocidades podríamos tener problemas de erosión en las paredes de las tuberías caso contrario al tener velocidades bajas tendríamos formación de sedimentos e incrustaciones. [24]

La tabla numero 9 nos indica los diámetros que se utilizan tanto la malla principal como la secundaria.

Tabla N°9. Población / Diámetro mínimo.

POBLACIÓN (hab)	DIAMETRO MINIMO (mm) Tubería principal	DIAMETRO MINIMO (mm) Tubería secundaria
Menor a 1000	25	Mínimo 19
1000-3000	50	Mínimo 25
3000-20000	75	Mínimo 50
Mayor a 20000	100	Mínimo 50

Fuente: Pequeños Sistemas de Agua Potable:1996

Autor: Gerardo Nicola Garcés

1.1.3.2.8.1 Calculo de diámetros tubería de distribución

Formula de Hazen Williams

$$Q = 0.28 * CHW * D^{2.63} * S^{0.54} \quad \text{Ec.11}$$

Donde

Q= Caudal.

CHW= Coeficiente de Hazen Williams

D= Diámetro

Para el cálculo de S que es la gradiente hidráulica J utilizamos la siguiente ecuación.

$$S = J = \frac{CS-CI}{L} \quad \text{Ec.12}$$

Donde

S= Gradiente hidráulica

CS= Cota superior

CI= Cota inferior

L= Longitud

Se despeja D de la ecuación de Hazen Williams para calcular el Diámetro “D”

$$D \text{ cal.} = \sqrt[2.63]{\left(\frac{Q * 10^{-3}}{0.28 * CHW * S^{0.54}}\right)} \quad \text{Ec. 13}$$

Tabla N°10. Coeficientes de rugosidad para Hazen Williams

COEFICIENTES DE RUGOSIDAD	
MATERIAL	Chw
Hierro Fundido	130
Hormigón o revestido de H. S	120 – 140
Hierro Galvanizado	120
PVC – Plástico	140 – 150
Acero	130
Cerámica	110
Cobre	130 – 140
Hierro Dúctil	120

Fuente: Hidráulica de Canales:1994

Autor: Ven Te Chow

1.1.3.2.9 Volúmenes de Almacenamiento

1.1.3.2.9.1 Volumen de Regulación

Si existen los datos respectivos de las variaciones horarias de consumo el proyectista

deberá realizar la estimación del volumen de regulación en base a estos, caso contrario el podrá tomar los siguientes valores [21]

Para poblaciones menores a 5 000 habitantes, se tomará para el volumen de regulación el 30% del volumen consumido en un día, considerando la demanda media diaria final del período de diseño.

Para poblaciones mayores a 5 000 habitantes, se tomará para el volumen de regulación el 25% del volumen consumido en un día, considerando la demanda media diaria al final del período de diseño.

1.1.3.2.9.2 Volumen contra incendios

Se tomarán los siguientes valores en caso de no tener las variaciones horarias de consumo.[21]

Para poblaciones de hasta 3 000 habitantes futuros en la costa y 5 000 en la sierra, no se considera almacenamiento para incendios.

Para poblaciones de hasta 20 000 habitantes futuros se aplicará la fórmula:

$$Vi = 50 \sqrt{p} \quad \text{Ec.14}$$

Para poblaciones de más de 20 000 habitantes futuros se aplicará la fórmula:

$$Vi = 100 \sqrt{p} \quad \text{Ec.15}$$

Donde

p= Población en miles de habitantes.

Vi= Volúmenes para protección contra incendios, en m³

1.1.3.2.9.3 Volumen de emergencia.

Para poblaciones mayores de 5 000 habitantes, se tomará el 25% del volumen de regulación como base para cubrir situaciones de emergencia. Para comunidades con menos de 5 000 habitantes no se calculará ningún dato para emergencias. [21]

1.1.3.2.9.4 Volumen en la planta de tratamiento.

Es el volumen de agua que la misma utilizara para sus necesidades este debe calcularse teniendo en cuenta el número de filtros que se lavan simultáneamente además del agua que va a ser utilizada para la etapa de clorado y para consumo interno de la planta. [21]

1.1.3.2.9.5 Volumen total

Es la suma del volumen de regulación, volumen contra incendios, volumen en la planta

de tratamiento y este será el volumen total de almacenamiento.

1.1.3.2.10 Rango de velocidades y presiones en redes de distribución.

1.1.3.2.10.1 Velocidades

La velocidad del flujo dependerá de la zona de estudio si esta se encuentra en una zona rural la velocidad estará en el rango de $0,6 \text{ m/s} < V < \text{rango que permita la tubería}$, esto dependerá del tipo de tubería que ocupemos en nuestro. [24]

Tabla N°11. Límites máximos de velocidades para conductos a presión

MATERIALES DE LAS PAREDES	VELOCIDAD MÁXIMA m/s
Hormigón	4.5 a 5
Hierro fundido y hierro dúctil	4 a 5
Asbesto – cemento	4.5 a 5
Acero	6
Cerámica vitrificada	4 a 6
Plástico	4.5

Fuente: CPE INEN 5 PARTE 9.2:1997

1.1.3.2.10.2 Presión

La presión mínima que debe existir en la red por Norma es igual a 0.1 Mpa y la máxima 0.7 Mpa. [25]

Este rango asegurara que no exista daños en los elementos del sistema dependiendo de los materiales que estos estén constituidos además que asegura que el líquido llegara a todas las casas de un piso y a las casas que tengan dos pisos.

1.1.3.2.11 Válvulas

Estas son necesarias en toda la red debido a que con estas se puede dividir la red por sectores que a su vez ayudara a las reparaciones o ampliaciones que exista en la misma estas no tendrán un diámetro mayor a 350 mm si estas llegaran a tener un diámetro de 350 mm serán alojadas en estructuras especiales para su protección. [26]

Las válvulas de cierre serán las utilizadas para aislar los sectores estas serán colocadas estratégicamente, serán como máximo 8. Tanto los hidrantes como las válvulas de desagüe serán las utilizados para el vaciado de los sectores se colocarán en lugares estratégicos.

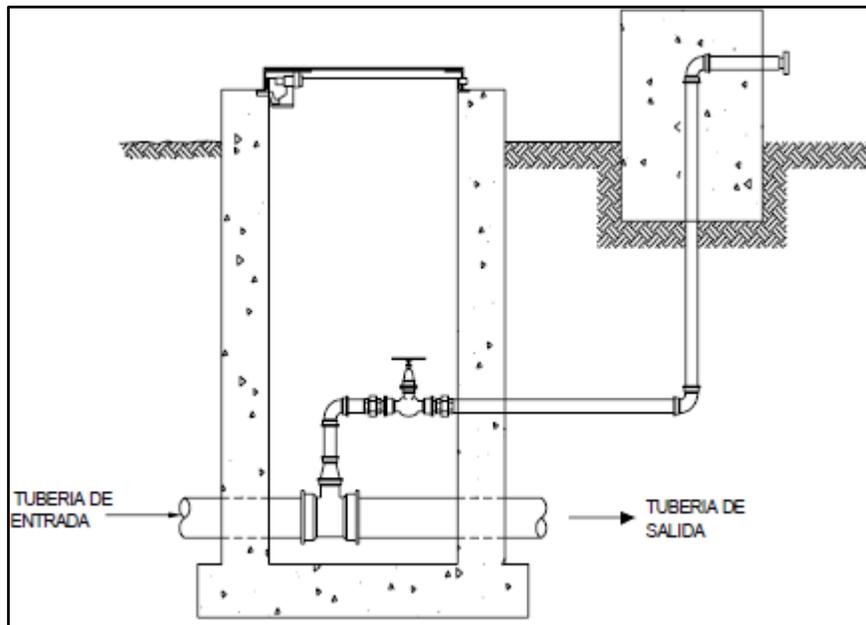
[26]

1.1.3.2.11.1 Válvula de aire o ventosa.

Tiene como función eliminar el aire que existe en la tubería de la red de distribución.

Se recomienda colocar estas válvulas en puntos altos de la red de distribución además de colocarlos junto a válvulas importantes, en grandes tramos con pendiente uniforme se recomienda instalarlos cada 500 – 100 m. [26]

Figura N°4. Válvula de aire



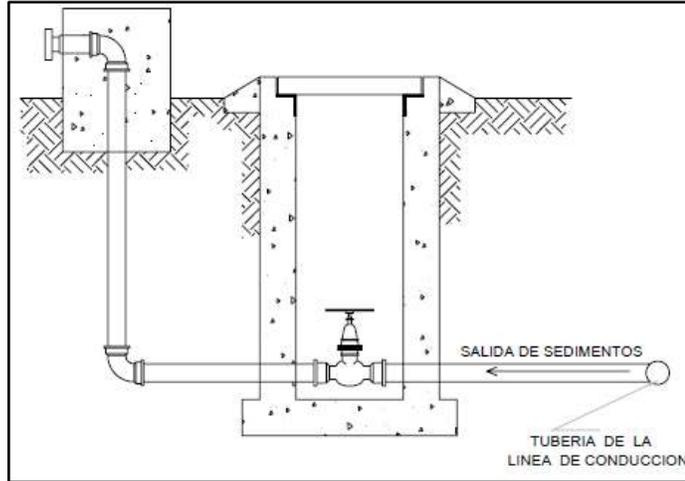
Fuente: Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural

Autor: OPS

1.1.3.2.11.2 Válvula de desagüe

Se colocan debido a que en los puntos bajos de la tubería de conducción se acumulan sedimentos que disminuyen gradualmente la sección de flujo y es necesario realizar limpieza. [15]

Figura N°5. Válvula de desagüe



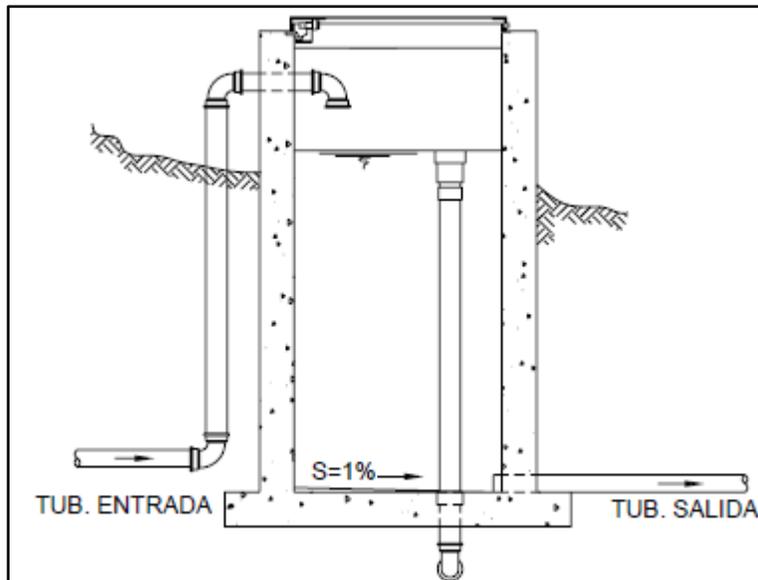
Fuente: Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural

Autor: OPS

1.1.3.2.11.3 Cámara rompe presión

Al existir fuerte desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar la tubería. En este caso se sugiere la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel. [26]

Figura N°6. Cámara rompe presión



Fuente: Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural

Autor: OPS

1.1.3.2.11.4 Válvulas de control.

Esta sirve para cerrar el paso del fluido para poder realizar reparaciones o mantenimientos en las diferentes redes de distribución.

1.1.3.2.11.5 Válvulas reguladoras de presión.

Esta como su nombre lo indica es la encargada de regular la presión que viene aguas arriba reduciéndola aguas abajo sin afectar las fluctuaciones en la demanda.

1.1.3.2.12 Golpe de ariete

Este se define como la sobrepresión que reciben las tuberías por la estrangulación de la vena líquida debido al cierre brusco del flujo de agua. [26]

Las sobrepresiones producidas por el golpe de ariete deben determinarse en base a cálculos hidráulicos, para condiciones normales y críticas de funcionamiento. En base a estos resultados se asumirá los medios de defensa, que garantice la tubería elegida, para las presiones normales de trabajo. [20]

1.1.3.2.13 Conexiones Domiciliarias

Se realizará por cada domicilio beneficiario del proyecto una sola conexión la misma que se encontrara en un lugar seguro libre de vandalismo esta constará de los elementos necesarios que aseguren un acoplamiento perfecto a la tubería matriz, el medidor puede ser excluido por razones plenamente justificadas y siempre que sea aprobado por el IEOS. [23]

1.1.3.2.14 Programa EPANET

Es un programa desarrollado por la EPA (Environmental Protection Agency) este es principalmente utilizado en la rama de la ingeniería civil su principal virtud es las simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la evolución de la calidad del agua en redes a presión.

El programa arroja resultados en varias formas tanto en tablas numéricas como a su vez en mapas de red codificados por colores, graficas de evolución y mapas de isolíneas.

1.1.3.2.15 Pases aéreo o cruce en suspensión

Estas pueden requerirse para tuberías suspendidas que cruce un río ancho o terreno inestable sujeto a erosiones o deslizamientos. Para un diseño especial de ingeniería se considera lo siguiente. [26]

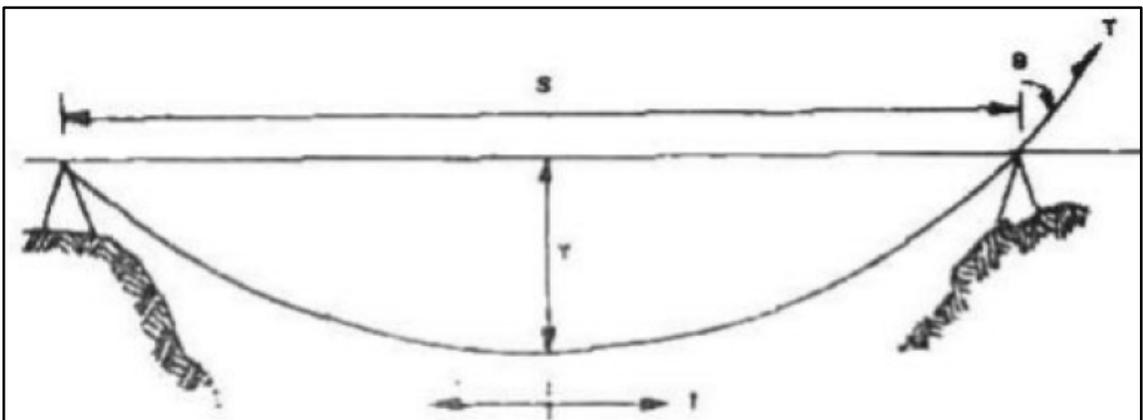
- Para evitar el daño de la tubería por influencia de la crecida del río o a su vez por rocas, palos o pedregones desprendidos, la tubería debe ser colocada lo suficientemente alta para que no sufra estos altercados.
- Debe existir un correcto anclaje del cable que sujeta la tubería en ambos extremos con el terreno firme.
- La tubería soportara fuerzas generadas por el viento, el balanceo y la carga de montaje. Es por eso que el cable que sujeta la tubería debe ser lo suficientemente resistente para soportarlo además de soportar su propio peso, el peso de la tubería y el peso del agua que transporta.
- La tubería debe ser correctamente asegurada al cable suspendido, ya sea con varillas o péndolas con grapas.
- Se necesita uniones de tubería flexible para que estas puedan soportar los cambios de temperatura además para garantizar su alineamiento.

Cálculos básicos para cruces elevados.

Se explicará como calcular la tensión del cable además las dimensiones del mismo con sus respectivos anclajes en ambos extremos. [22]

Variables que se ocuparan en el cálculo.

Figura N°7. Cruce suspendido y sus variables.



Fuente: Pequeños Sistemas de Agua Potable:1996

Autor: Gerardo Nicola Garcés

W_c = Peso por longitud del cable (kg/m)

W_t = Peso por longitud de la tubería (kg/m)

W_a = Peso del agua por longitud de tubería (kg/m)

W = Peso total por longitud del cruce (Kg/m)

$W = W_c + W_t + W_a$

S = Longitud de pandeo (entre anclajes) (m)

Y = Pandeo vertical del cable (m)

L = Longitud total del cable (incluyendo anclajes) (m)

t = Tensión horizontal en el cable en la mitad de la luz

T = Tensión total del cable en los anclajes (kg)

B = Ángulo entre la horizontal y el vector de tensión (grados)

Paso 1:

Seleccionar el valor de la flecha de diseño, Es bueno un pandeo del 8% -10 % siempre que haya espacio suficiente y no debe ser de forma excesiva. Se debe tomar el diámetro de un cable de manera arbitraria en el cual se recomienda empezar con uno de 8 mm. [24]

Paso 2:

Determinar el W_c (del fabricante)

Determinar el W_t (de las tablas de especificaciones para el tipo de tubería)

Determinar el W_a (de las tablas de especificaciones para el tipo de tubería)

Determinar la fuerza eólica mediante la fórmula:

$$F_v = 15\%(W_c + W_t + W_a) \quad \text{Ec.16}$$

Calcular el peso total con la fórmula:

$$W = (W_c + W_t + W_a + F_v) \quad \text{Ec.17}$$

Paso 3:

Calcular la tensión Horizontal t :

$$W = \frac{W * S^2}{8 Y} \text{ (Kg)} \quad \text{Ec.18}$$

Paso 4:

Calcular el ángulo de tensión B:

$$B = \text{arctg} \frac{4Y}{S} \text{ (grados)} \quad \text{Ec.19}$$

Paso 5:

Calcular la tensión total T:

$$T = \frac{4t}{\text{Cos } B} \text{ (kg, el factor de seguridad es 4)} \quad \text{Ec.20}$$

Paso 6:

Realizar el chequeo de la tensión T con la tensión del cable que se tomó para el cálculo de ser el caso de no cumplir repetir el cálculo.

Paso 7:

Calcular la longitud del cable L:

$$L = S * \left(1 + \frac{8Y^2}{3S^2}\right) + \text{extra para los anclajes} \quad \text{Ec.21}$$

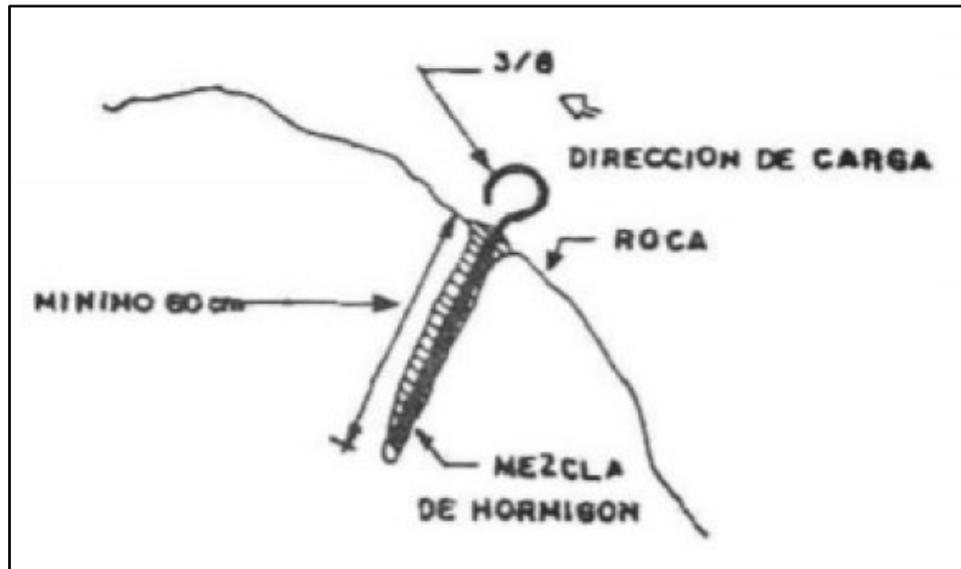
Diseño de anclajes

Dependiendo las necesidades del diseñador se escogerá el método a utilizar.

1. Anclaje en Roca:

Para este se utilizará un taladro el con el cual realizaremos una perforación en la roca maciza o risco la misma que tendrá una profundidad de 60 cm, en el orificio obtenido se verterá hasta saturar una mezcla de hormigón y se introducirá una varilla. La tensión máxima para una varilla de 8mm es de 800kg y para una varilla de 12 mm es 1583 kg. [22]

Figura N°8. Anclaje en Roca



Fuente: Pequeños Sistemas de Agua Potable:1996

Autor: Gerardo Nicola Garcés

2. Postes HG:

El anclaje de tubería HG, empotrado en un bloque de hormigón en el suelo, es un punto bastante seguro para el efecto. Si fuera necesario se pueden usar los siguientes postes. [23]

La tensión horizontal máxima admisible t:

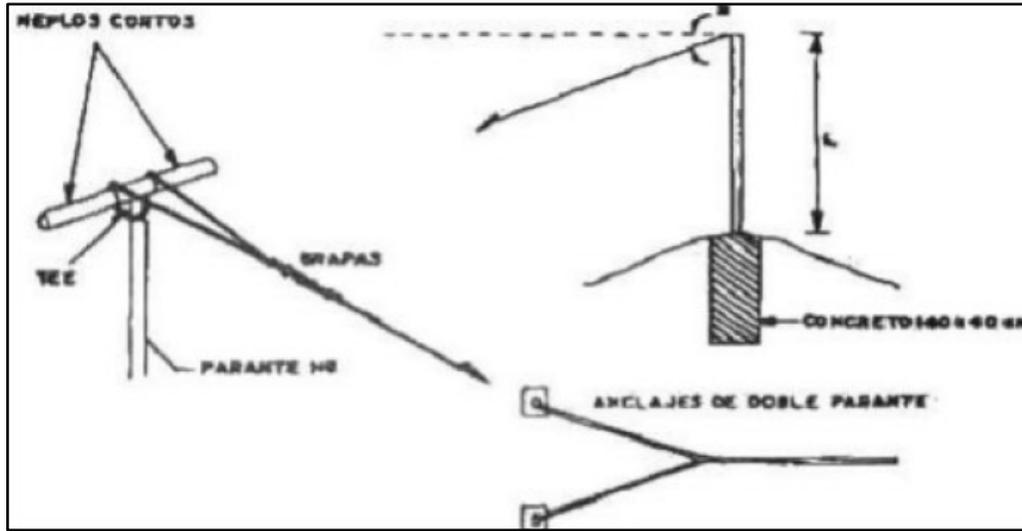
Tubería de HG de 1": 68 Kg

Tubería de HG de 1 ½": 151 Kg

Tubería de HG de 2": 270 Kg

Tubería de HG de 3": 678 Kg

Figura N°9. Anclaje de postes H.G



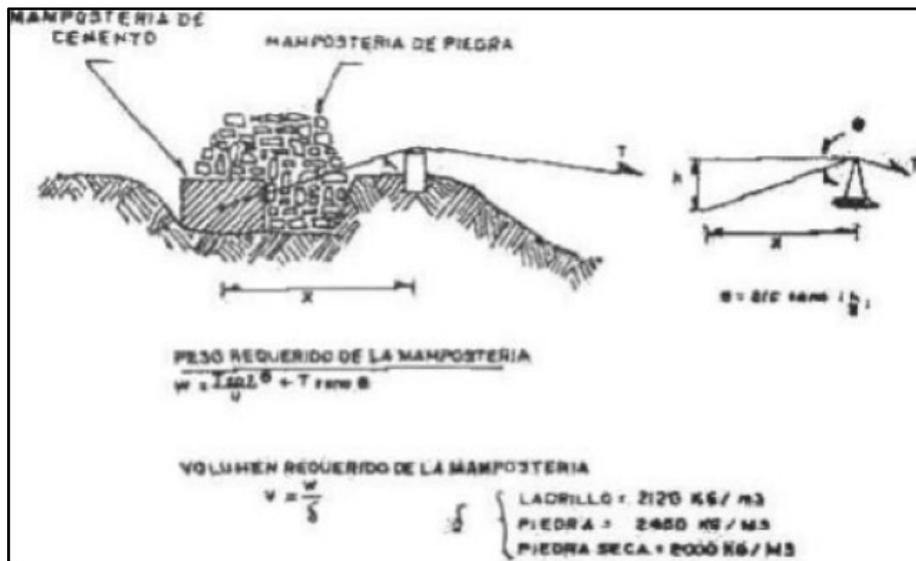
Fuente: Pequeños Sistemas de Agua Potable:1996

Autor: Gerardo Nicola Garcés

3. Anclajes de mampostería:

Donde no sea posible excavar lo suficiente para la colocación de postes de HG, entonces se utilizará anclajes de hormigón y mampostería este tipo de anclaje ayuda a la resistencia de fricción por deslizamiento. Este se debe hacer en una excavación profunda como sea posible. La varilla de 8 mm debe estar enganchada a la tubería de HG de 12mm y colocada como se indica a continuación. [22]

Figura N°10. Anclaje de mampostería



Fuente: Pequeños Sistemas de Agua Potable:1996

Autor: Gerardo Nicola Garcés

Dependiendo del tipo de suelo en el cual el cable está embebido y el ángulo de suspensión del cable obtendremos el peso total requerido. Diferentes tipos de suelo tendrán diferentes características friccionales. [22]

Tipo de suelo M(u)

Grano grueso (no arcilloso) 0.55

Grano grueso (arcilloso) 0.45

Arcilla o barro 0.35

Roca firme (superficie rugosa) 0.60

El peso total requerido puede ser calculado con la siguiente expresión.

$$V = \frac{W}{\delta} \quad \text{Ec.22}$$

Engrapamiento

La tubería debe estar fuertemente fijada al cable soportante y esta fijeza debe mantenerse inclusive para trabajar durante el balanceo de la tubería. Los soportes de fijación pueden ser varilla común o varilla de 8 mm, cortada y trabajada o grapas ya prefabricadas. [22]

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Evaluar el sistema de agua potable y la red de distribución existente además del diseño del nuevo sistema de agua potable y la red de distribución para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad las Peñas, perteneciente a la Parroquia Veracruz, Cantón Pastaza, provincia de Pastaza.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento topográfico georreferenciado de la captación, línea de conducción, lugar de la planta de tratamiento y red de distribución.
- Evaluar la infraestructura existente captación, conducción y red de distribución.
- Proponer la utilización de la estructura existente en el nuevo diseño del agua potable.
- Diseñar la planta de potabilización del sistema.
- Diseñar el tanque de compensación o almacenamiento del sistema de agua potable.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales y Equipo

Para el desarrollo correcto del proyecto técnico de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de la comunidad las Peñas, perteneciente a la parroquia Veracruz, cantón Pastaza, provincia de Pastaza son primordiales los siguientes materiales y equipos.

2.1.1 Cuaderno de Apuntes

Utilizado principalmente en el campo para la toma de datos o anotaciones importantes para el desarrollo del proyecto también se manipulará en el trabajo de escritorio.

Figura N°11. Ejemplo de cuaderno de apuntes

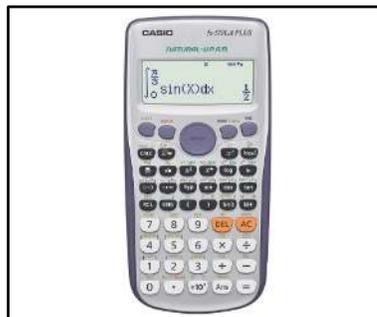


Fuente: <https://www.gettyimages.es/fotos/cuaderno-de-apuntes>

2.1.2 Calculadora

Esta es necesaria en el trabajo de oficina para la resolución de cálculos complejos, la utilizada será de marca CASIO fx-570LA PLUS

Figura N°12. Calculadora CASIO fx-570LA PLUS

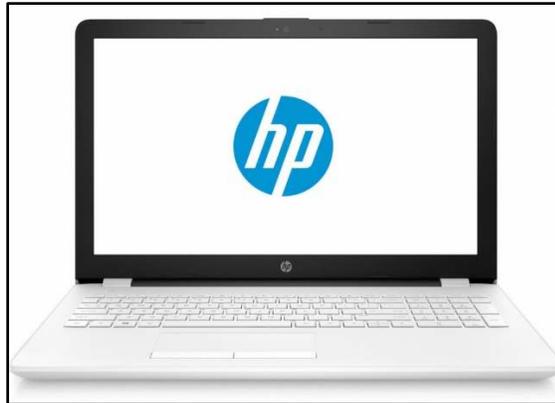


Fuente: www.casio-intl.com/latin/es/calc/products/fx-570LAPLUS/

2.1.3 Computadora Portátil

Indispensable en el trabajo de oficina para el desarrollo del proyecto en el diseño del agua potable, precios unitarios, planos además de cálculos aplicados en los diferentes programas utilizados este equipo es de marca HP Notebook 15-BS019LA un microprocesador Intel Core i7-7500 U, 2 núcleos con un sistema operativo Windows 10.

Figura N°13. Computadora Portátil HP



Fuente: <https://www.magitech.pe/laptop-hp-15-bs019la-up-intel-coretm-i7-7500u-2-7ghz-ram-16gb-hdd-1tb-video-4gb-amd-radeon-530-dvd-led-15-6-hd.html>

2.1.4 Radio de comunicación

Necesario en el levantamiento topográfico para que exista comunicación clara entre el topógrafo encargado de manejar la estación total y los cadeneros encargados de utilizar los prismas.

Figura N°14. Radio de comunicación



Fuente: www.maxitec.com.ec/motorola-radio-de-comunicacion-de-2-vias-cobertura-de-56km-mtrt402/p

2.1.5 Estacas de Madera

Generalmente son utilizadas para marcar puntos importantes en el levantamiento topográfico además de cambios de estación generalmente son de 5*5*30 cm estas tienen su parte inferior afilada en forma de punta para facilitar su colocación en el suelo.

Figura N°15. Estacas de madera



Fuente: <https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviviendas/4-equipo/estacas>

2.1.6 Pintura

Necesaria para marcar las estacas y así ayudar a localizar las mismas de manera más rápida en el terreno además de ser utilizada para dejar referencias.

Figura N°16. Pintura



Fuente: sp.depositphotos.com/14735557/stock-photo-can-with-red-paint-and.html

2.1.7 Cinta métrica

Necesaria en el levantamiento topográfico su longitud debe estar ligada a la necesidad del operador.

Figura N°17. Cinta métrica



Fuente: <https://www.globalmediterranea.es/equipo-topografico-medir-distancias/>

2.1.8 Flexómetro

Utilizado en el levantamiento topográfico para medir distancias cortas y a su vez ayudar a tomar la altura de los prismas además de la distancia que existe entre el suelo al nivel de la estación total.

Figura N°18. flexómetro



Fuente: kywitiendaenlinea.com/product/flexometro-5mt-global-stanley-c-protecto/

2.1.9 Estación Total

Esta confirmado por un lente telescópico con objetivo laser, un teclado, una pantalla y un procesador interno para cálculos y almacenamiento de datos. estos son capaces de medir distancias inclinadas además de ángulos horizontales, así como verticales. [24]

Figura N°19. Estación total



Fuente: <http://www.topoequipos.com/dem/que-es/terminologia/que-es-una-estacion-total>

2.1.10 Prisma Topográfico

Son encargados de proyectar la señal EMD la cual nos ayuda a calcular la distancia por medio del distanciómetro que incluye la estación total es conocido como el objetivo target se puede realizar levantamientos con un solo prisma, pero para tener una mayor eficiencia se recomienda usar por lo menos dos de ellos. [24]

Figura N°20. Prisma Topográfico



Fuente: geobax.com/topografia/prisma-topografico/

2.1.11 Bastón porta prisma

Este es metálico y cuenta con un nivel circular para ubicarlo con precisión sobre un punto del terreno tiene forma de bastón metálico con altura ajustable. [24]

Figura N°21. Bastón porta prisma



Fuente: geobax.com/topografia/baston-para-prisma-topografico/

2.1.12 Trípode

Estructura sobre la cual se monta la estación total esta como su nombre lo indica consta de 3 pies con los cuales se fija la estructura al suelo por lo general son compuestos de aluminio.

Figura N°22. Trípode



Fuente: geotop.com.pe/producto/accesorios/tripodes/tripode-de-aluminio-pentax/

2.1.13 Programas computacionales

- **Excel:** Su función principal es la creación, manejo y modificación de hojas de cálculo. pertenece al paquete de Microsoft Office.
- **Word:** Es un programa de procesamiento de texto el cual tendrá la función de plasmar toda la información obtenida en el proyecto.
- **Civil 3D:** Es un software de diseño de ingeniería civil que admite BIM con funciones integradas para mejorar el dibujo, el diseño y la documentación de construcción. Este nos ayudara a procesar los datos topográficos en el diseño del sistema de agua potable.

- **Google Earth Pro:** Proporciona datos geospaciales disponibles de manera pública e incluye imágenes de alta resolución.
- **Epanet:** Es un software libre que nos ayudara en el diseño de la red de agua potable ya que este realiza simulaciones del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tubería a presión.

2.2 Métodos

2.2.1 PRIMERA FASE: Fase Preliminar

Se realizará en el campo para conseguir los datos que se ocupará en el diseño del nuevo sistema de agua potable y en la evaluación del sistema de agua existente.

2.2.1.1 Recolección de información sistema de agua potable existente.

- Evaluación de los componentes del sistema de agua potable existente mediante fichas técnicas.

2.2.1.2 Recolección de información para el diseño del nuevo sistema de agua potable.

- Obtención de la información del lugar del proyecto Macro, meso, micro y descripción de la zona del proyecto mediante PDOT (Plan de desarrollo y ordenamiento territorial), revistas, libros y páginas web.
- Obtención de datos poblacionales: número de personas beneficiaras del proyecto, cantidad de viviendas de la zona del proyecto esto de obtendrá mediante datos censales, datos de la Junta de Agua e información existente en el Gad Parroquial de Veracruz.
- Obtención de las características del terreno para lo cual será necesario el levantamiento y estudio topográfico con la ayuda de la estación total en el cual debe contar accidentes geográficos.

2.2.2 SEGUNDA FASE: Fase de procesamiento de información.

- Basado en la norma CP INEN 5- PARTE 9-2 se determinará las Bases de Diseño: Periodo de diseño, población de diseño, tasa de crecimiento poblacional, población futura, dotación y variaciones de consumo.
- Basado en la norma CP INEN 5- PARTE 9-2 se determinará los Caudales de Diseño: caudal máximo diario (QMD), caudal medio diario (Qmd), caudal máximo horario (QMH), caudal contra incendio.

- Diseño de la captación
- Diseño de la conducción: Mediante la topografía del sector y con la ayuda de Excel se realizará la conducción teniendo en cuenta la colocación de válvulas y tanques rompe presión de ser necesario respetando las especificaciones de la norma CP INEN 5- PARTE 9-2.
- Método del tratamiento del agua.
- Diseño del tanque de almacenamiento con la ayuda del software de cálculo.
- Diseño de la red de distribución con la ayuda del software EPANET el cual simulara el comportamiento hidráulico del sistema.

2.2.3 TERCERA FASE: Fase técnica

2.2.3.1 Elaboración del Presupuesto referencial

- Se realizará el presupuesto con el análisis de precios unitarios acompañado de toda la documentación como lo son cronogramas y listas de materiales para conocer el monto aproximado de la elaboración del proyecto.

2.2.3.2 Elaboración de Especificaciones Técnicas

- Se realizarán las especificaciones técnicas basándonos en los rubros que obtendremos en los precios unitarios.

2.2.3.3 Elaboración de Planos

- Mediante el software Civil 3D y AutoCAD se realizarán los diferentes planos de los elementos que componen el sistema de agua potable.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Evaluación del sistema existente

La comunidad Las Peñas perteneciente a la Parroquia Veracruz contaba con un sistema de agua entubada la cual abastecía a más de 20 familias el mismo que fue construido de manera informal por las personas del sector por lo cual en el transcurso del tiempo los componentes del sistema terminaron obsoletos.

El sistema estaba compuesto por la capación, el tanque de almacenamiento y la tubería. En la visita de campo se constató que la capación se encuentra totalmente fuera de servicio debido a la falta de mantenimiento además que la misma la mayoría del tiempo es susceptible a sufrir deslizamientos debido a su ubicación. El tanque de almacenamiento se encontró fuera de servicio debido a que el mismo sufrió un deslizamiento de tierra el cual lo dejó obsoleto en su totalidad. La tubería en algunas partes se encontraba destruida debido a que estaba al descubierto en otros sectores se encontró conexiones de manguera de polietileno.

Algunas viviendas del sector poseen agua entubada debido a que los pobladores realizaron una acometida empírica de la tubería que se dirige a la comunidad Ventanas.

Los detalles de la ficha técnica se encuentran en el ANEXO A

3.1.2 Ubicación del Proyecto

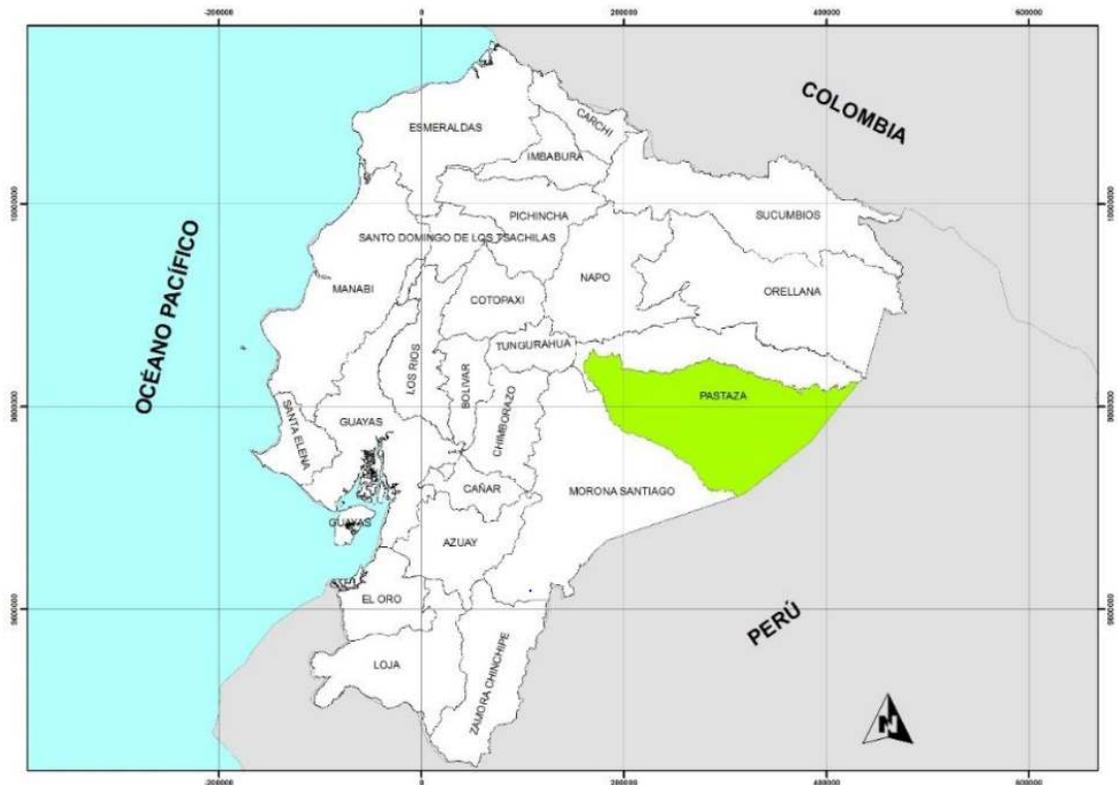
La ubicación del proyecto se encuentra en la Provincia de Pastaza, Cantón Pastaza, parroquia Veracruz en la comunidad Las Peñas.

➤ Ubicación Macro del Proyecto

El cantón Pastaza se encuentra ubicada en la región Amazónica del Ecuador en Latitud 0° 59' 1'' S Longitud 77° 49' 0'' W. En donde limita al Norte con el cantón Arajuno, al sur con la provincia de Morona Santiago, al este con la Republica del Perú y al oeste con los cantones Mera y Santa Clara. El cantón Pastaza es constituido por 14 parroquias (Puyo, Canelos, 10 de Agosto, Fátima, Montalvo, Pomona, Río Corriente, Río Tigre, Sarayacu,

Simón Bolívar, Tarqui, Tnte. Hugo Ortiz, Veracruz y El Triunfo) de las cuales 13 pertenecen al sector urbano y 1 al sector rural, su población es de aproximadamente 84.377 habitantes (Proyección 2020) donde el 59% de la población se encuentra situada en su cabecera cantonal Puyo. El cantón posee una superficie de 19.944,86 Km² los mismo que se arropan por un clima tropical muy húmedo donde la temperatura anual es de 24,26 °C y la precipitación anual registra un promedio de 3600 mm.[24]

Figura N°23. Ubicación del Cantón Pastaza a Nivel Nacional



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2030 del Cantón Pastaza

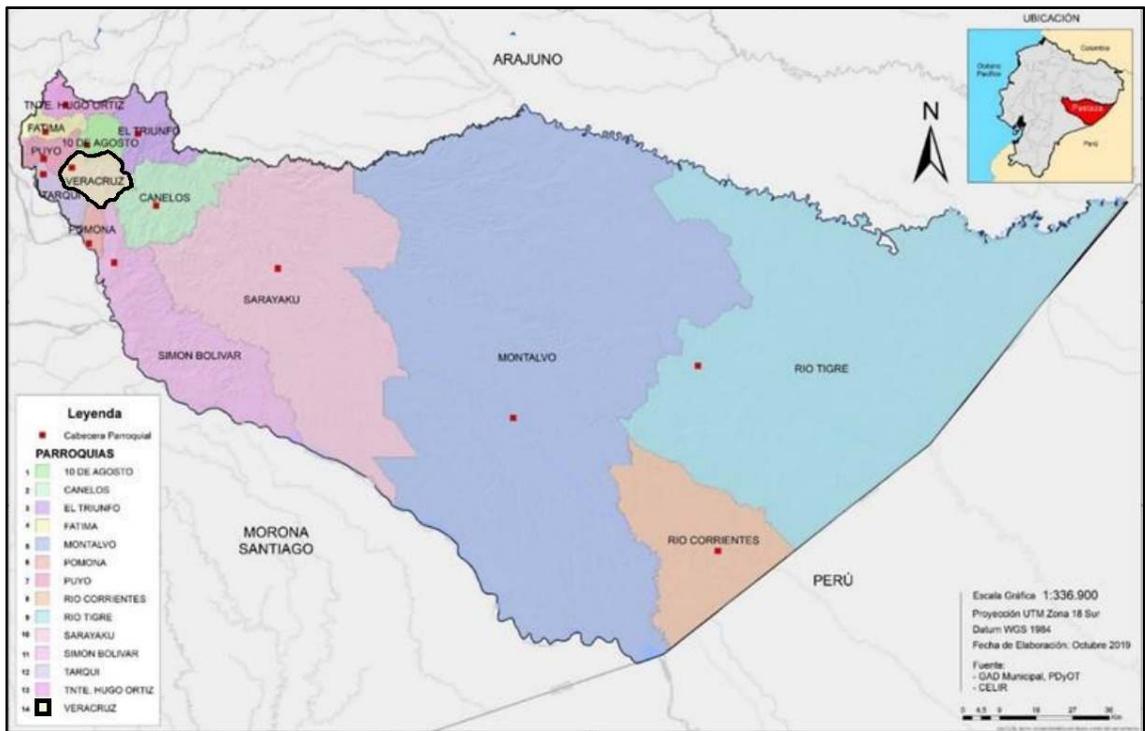
Autor: GADMP

➤ **Ubicación Meso del Proyecto**

La parroquia Veracruz se encuentra ubicada en el centro de la Amazonía Ecuatoriana, a 7 Kilómetros al sur-este de la ciudad de Puyo. La parroquia Veracruz limita al norte con la Parroquia 10 de Agosto, al sur con la parroquia Simón Bolívar y Pomona, al este con la parroquia El Triunfo y Canelos, al oeste con la parroquia Puyo y Tarqui. La parroquia Veracruz posee una superficie de 169.67 Km². Su población es aproximada es de 2392 habitantes (Proyección 2020) [24] los mismos que se arropan en una zona característica

por presentar dos tipos de climas (lluvioso subtropical y muy húmedo tropical), los mismos que presentar temperaturas máximas de 26 °C, mientras que la mínima es de 17,4 °C llegando a promediar temperaturas mensuales de 21.1 °C. Esta parroquia cuenta con una precipitación media anual de 4752.2 mm.

Figura N°24. Ubicación de la Parroquia Veracruz



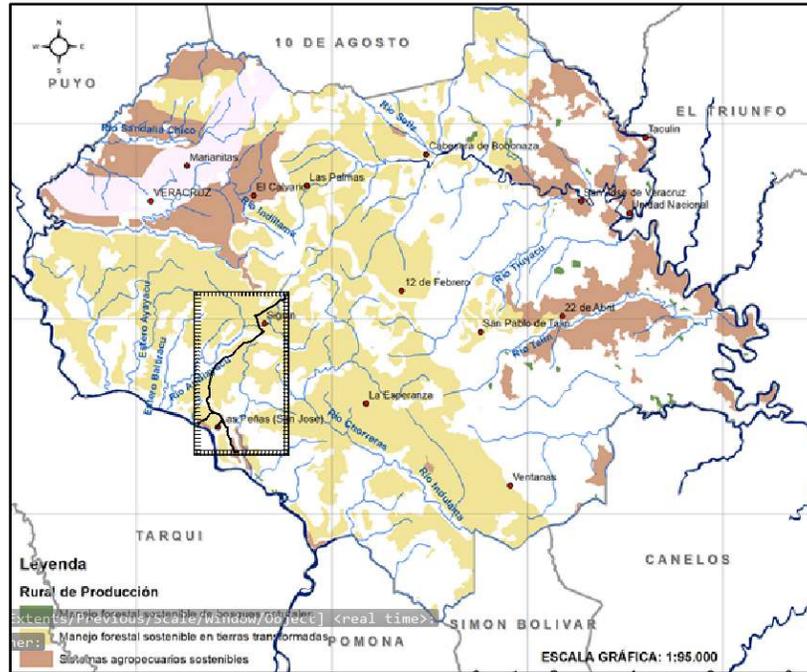
Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2030 del Cantón Pastaza

Autor: GADMP

➤ Ubicación Micro del Proyecto

La comunidad las Peñas se encuentra ubicada en la parroquia Veracruz a 12 km de la ciudad del Puyo en dirección sureste. Las Comunidad las Peñas Limita al norte con las comunidades de Siguin, al sur con la comunidad Chorreras perteneciente a la Parroquia Tarqui, al este con el Río Andiyacu, al oeste con la comunidad La Esperanza.

Figura N°25. Ubicación de la Comunidad Las Peñas



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020-2030 del Cantón Pastaza

Autor: GADMP

SERVICIOS BASICOS

Alcantarillo Sanitario

La comunidad las Peñas no posee alcantarillado sanitario. en algunas viviendas solo existen sistemas de letrización los cuales eliminan las aguas residuales por medio de pozos sépticos, pozos ciegos los mismos que se encuentran en pésimas condiciones. Este problema no tiene una solución a corto plazo debido a la dispersión de los asentamientos de la población lo que dificulta la implementación de un sistema de saneamiento debido a los altos costos que este tendría.

Red Vial

La parroquia Veracruz se encuentra conectada con la ciudad de Puyo por medio de la vía Puyo-Macas la misma que está formada por una capa de rodadura de asfalto de 12 m de ancho la misma que está en buenas condiciones la cual es la principal vía que conecta la urbe de la parroquia Veracruz con las comunidades. El 100 % las vías que componen la comunidad las peñas son de lastre de aproximadamente 3-4 m de ancho y se encuentran en condiciones regulares además esta posee poca señalización.

Energía

Las Peñas cuenta con un servicio permanente de electricidad, el cual es proporcionado por la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.(EEASA) la misma que es la encargada de brindar el servicio a las provincias de Tungurahua, Pastaza, Napo y Morona Santiago.

Agua Potable

La comunidad las Peñas no cuenta con agua potable, en algunas viviendas existe agua segura pero la cual es tomada de forma autónoma debido a que en la comunidad no existe junta de agua ya que las pocas conexiones que existen son tomadas de la red de distribución que se dirige a otra comunidad.

ACTIVIDAD ECONÓMICA

Piscicultura

La acuicultura de tilapia es una de las principales fuentes de ingreso de la comunidad Las Peñas debido a que la parroquia Veracruz brinda apoyo a las distintas asociaciones de producción de tilapias las mismas que lograron obtener buenos resultados de organización y rentabilidad gracias a las distintas capacitaciones en temas de producción a las organizaciones por parte del GAD parroquial con ayuda de instituciones como el Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca (MAGAP). [5]

Ganadería

La producción ganadera en la comunidad Las Peñas es fructífera como lo es en toda la parroquia Veracruz debido a su gran cantidad de pastizales ya que el 28.87 % de toda la superficie de la parroquia está destinada a la producción ganadera. [5]

Agricultura

Gracias a su tierra que es rica en minerales se puede producir gran diversidad de productos, pero hay productos que tienen una mayor demanda como lo es la caña de azúcar, la yuca y papa china los cuales son los productos de mayor producción en la comunidad Las Peñas.

Turismo

En la comunidad Las Peñas existen dos diferentes tipos de clima el lluvioso subtropical y el muy húmedo tropical los cuales ayudan a promover el turismo. gracias a esto existen emprendimientos turísticos como los son hosterías y centros turísticos.

Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico se lo realizo en la comunidad Las Peñas perteneciente a la Parroquia Veracruz, en donde el levantamiento topográfico inicia en la captación ubicado a 1 kilometro aproximadamente del ingreso a la comunidad Las Peñas el mismo que finalizo en la comunidad Las Peñas.

3.2.1 Bases de diseño

3.2.1.1 Periodo de diseño

a) Vida útil de los materiales

Se escogerá una vida útil para los materiales basados en la Tabla N°2 donde nos dice que para tuberías principales y secundarias de asbesto cemento o PVC la vida útil tendrá un rango de 20 a 25 años. Para el presente proyecto se escogerá tuberías de PVC es por esta razón que la vida útil será:

n=25 años

b) Operación y Mantenimiento

Tomando en cuenta las fases de estudio, financiamiento y construcción el periodo de diseño será:

n=25 años

3.2.1.2 Población de diseño

Para los datos de la poblacionales de la comunidad Las Peñas se tomarán los datos proporcionados por el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Veracruz los mismo que serán utilizados para los cálculos correspondientes.

a) Tendencia Poblacional y Tasa de crecimiento

Los datos de la tasa de crecimiento poblacional se calcularán mediante métodos matemáticos.

Datos:

Tabla N°12. Datos Poblacionales

AÑO	POBLACIÓN
2010	50
2014	75
2018	90

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Veracruz

Autor: Ing. Janne Velastegui

A continuación, se calcula la tasa de crecimiento poblacional mediante el método lineal o aritmético, geométrico, exponencial.

➤ **Método lineal o aritmético**

El método lineal arroja los siguientes resultados presentados en la Tabla N°12 y la respectiva gráfica con el coeficiente de correlación R^2 mostrado en la Figura N°26.

$$Pf = Pi(1 + r(t))$$

$$r = \frac{\left(\frac{Pf}{Pi}\right) - 1}{t} * 100$$

$$r = \frac{\left(\frac{75}{50}\right) - 1}{4} * 100$$

$$r = 12.5 \%$$

Los demás cálculos para hallar r serán repetitivos.

Donde

Pf= población final

Pi= población inicial

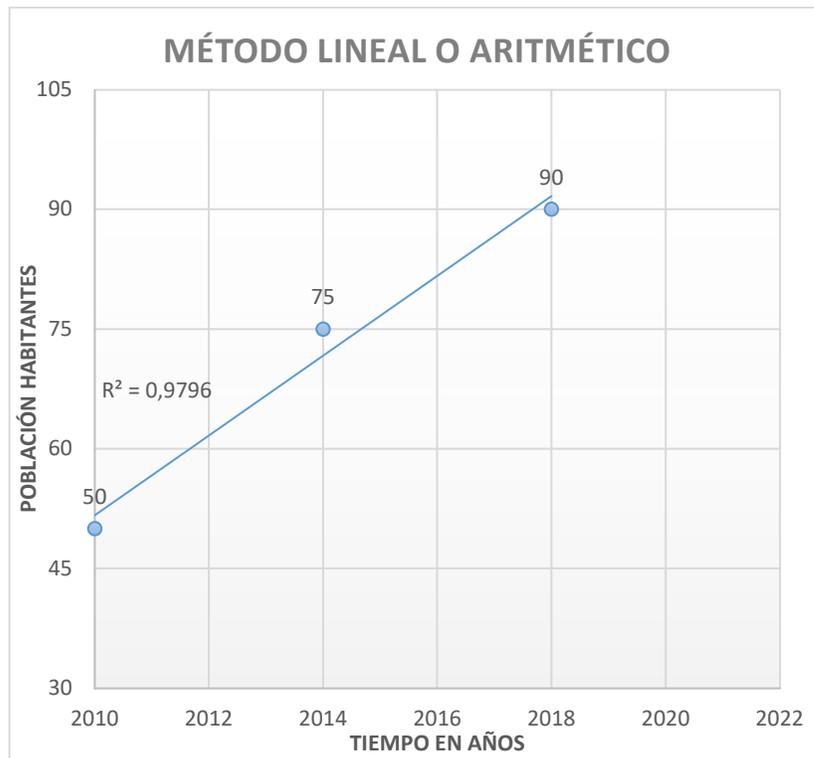
r= pendiente de la recta (Taza de crecimiento)

Tabla N°13. Proyección de la población método lineal

AÑO	POBLACIÓN	INTERVALO	TASA DE
	TOTAL	DE TIEMPO	CRECIMIENTO
	hab	Años (t)	r (%)
2010	50		
2014	75	4	12,50%
2018	90	4	5,00%
r=			8,75%

Autor: Luis Medina

Figura N°26. Proyección de la población método lineal



Autor: Luis Medina

➤ **Método Geométrico**

El método geométrico arroja los siguientes resultados presentados en la Tabla N°13 y la respectiva grafica con el coeficiente de correlación R² mostrado en la Figura N°27.

$$Pf = Pi(1 + r)^t$$

$$r = \left(\left(\frac{Pf}{Pi} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right) * 100$$

$$r = \left(\left(\frac{75}{50} \right)^{\frac{1}{4}} - 1 \right) * 100$$

$$r = 10.67 \%$$

Los demás cálculos para hallar r serán repetitivos.

Donde

Pf= población final

Pi= población inicial

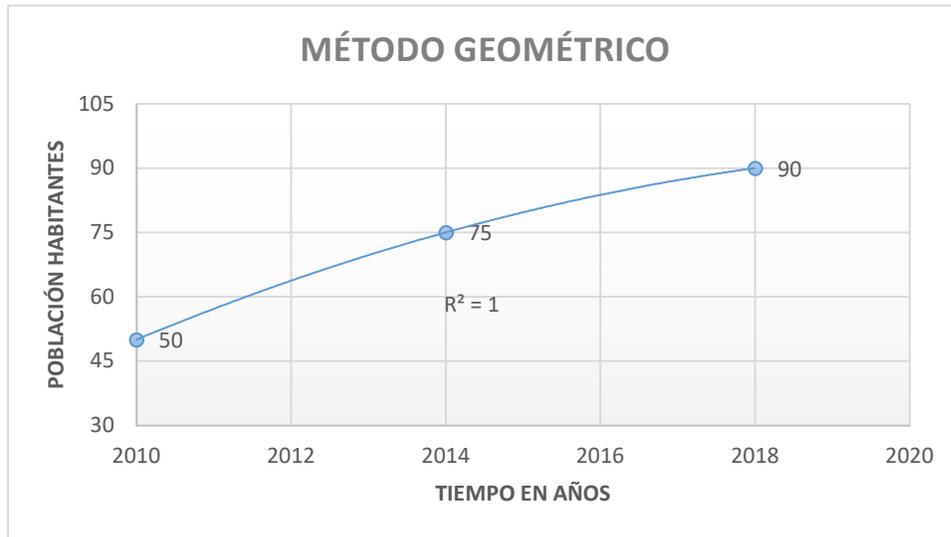
r= pendiente de la recta (Taza de crecimiento)

Tabla N°14. Proyección de la población método geométrico

AÑO	POBLACIÓN	INTERVALO	TASA DE
	TOTAL	DE TIEMPO	CRECIMIENTO
	Hab	Años (t)	r (%)
2010	50		
2014	75	4	10,67%
2018	90	4	4,66%
r=			7,67%

Autor: Luis Medina

Figura N°27. Proyección de la población método geométrico



Autor: Luis Medina

➤ **Método Exponencial**

El método exponencial arrojó los siguientes resultados presentados en la Tabla N°14 y la respectiva gráfica con el coeficiente de correlación R^2 mostrado en la Figura N°28.

$$Pf = Pi * e^{r*t}$$

$$r = \frac{\log \frac{Pf}{Pi}}{t} * 100$$

$$r = \frac{\log \frac{75}{50}}{4} * 100$$

$$r = 10,14 \%$$

Los demás cálculos para hallar r serán repetitivos.

Donde

Pf= población final

Pi= población inicial

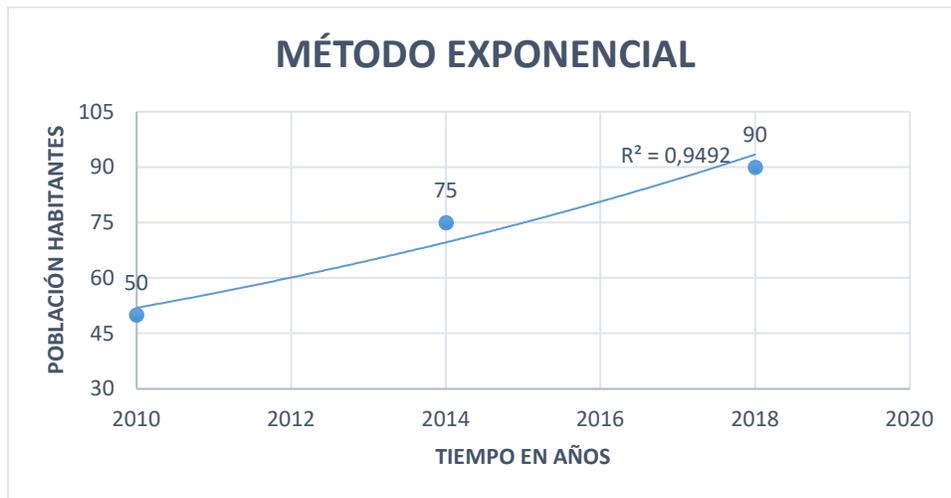
r= pendiente de la recta (Taza de crecimiento)

Tabla N°15. Proyección de la población método exponencial.

AÑO	POBLACIÓN	INTERVALO	TASA DE
	TOTAL	DE TIEMPO	CRECIMIENTO
	Hab	Años (t)	r (%)
2010	50		
2014	75	4	10,14%
2018	90	4	4,56%
r=			7,35%

Autor: Luis Medina

Figura N°28. Proyección de la población método geométrico



Autor: Luis Medina

b) Población Actual (Pa)

Para determinar la población actual se realizó en campo por medio de encuestas para conocer el número de familias que van a ser beneficiadas además de obtener el número promedio de habitantes por familia el cual fueron de 4 habitantes.

Tabla N°16. Viviendas beneficiarias del proyecto

CONTEO DE BENEFICIARIOS	
BENEFICIARIOS	Numero #
Viviendas	27
Hosterías	2
Institución (seguro social campesino)	1
Iglesia	1

Autor: Luis Medina

➤ **Población permanente (Pp)**

La población permanente es solo los habitantes de las viviendas.

$$Pp = \# \text{ Viviendas} * \text{habitantes promedios Ec.23}$$

$$Pp = 27 * 4 \text{ hab}$$

$$Pp = 108 \text{ hab}$$

➤ **Población flotante (Pfl)**

La población flotante se calculó debido a que hay una institución gubernamental y otras que prestan servicios.

-Seguro social campesino

Personal Administrativo = 8 personas

-Hostería Orquídea Longue

Personal Administrativo = 6 personas

-Finca Hostería Guambula

Personal Administrativo = 4 personas

$$\Sigma = 18 \text{ personas}$$

La población flotante se calcula ocupando la ecuación número 1

$$Pfl = (15 - 20)\% * \text{habitantes promedio}$$

$$Pfl = 20\% * 18$$

$$Pfl = 3.6$$

$$Pfl = 4 \text{ hab}$$

Para el cálculo de la población actual se tomarán los siguientes datos:

Datos:

Pa= población actual

Pp= población permanente

Pfl= población flotante

$$Pa = Pp + Pfl \text{ Ec.24}$$

$$Pa = 108 + 4$$

$$Pa = 112 \text{ hab.}$$

c) Población de diseño o población futura (Pd)

Para el cálculo de la población futura se utilizará el método geométrico dado que el coeficiente R^2 se acerca más a la unidad por esta razón ocuparemos la ecuación número 3.

$$Pd = Pa * (1 + r)^n$$

$$Pd = 112 * (1 + 0.076)^{25}$$

$$Pd = 699 \text{ hab}$$

3.2.2 Caudales de diseño

a) Dotación/Consumo (Dma)

Basados en la norma CPE INEN 5 PARTE 9.2 se decidió tomar una dotación la cual se encuentra en la Tabla N°8 debido a que la zona de estudio se encuentra en la provincia de Pastaza la cual posee un clima cálido.

$$Dma = 100 \text{ lt/hab/día}$$

b) Dotación media futura (Dmf)

Se calculará utilizando la ecuación número 10

$$Dmf = Dma + (1\text{lt/hab/día}) * n$$

$$Dmf = 100 \text{ lt/hab/día} + (1\text{lt/hab/día}) * n$$

$$Dmf = 100 \text{ lt/hab/día} + (1\text{lt/hab/día}) * 25$$

$$Dmf = 125 \text{ lt/hab/día}$$

c) Caudal medio diario (Qmd)

Se calculará utilizando la ecuación número 7 con los siguientes datos.

Datos:

Qmd= Caudal medio diario promedio en un año

f= 20 % el dato fue tomado de la Tabla N°6

Pf= 699 hab

Dmf= 125 (lt/hab*día)

$$Qmd = \frac{f * (Pf * Dmf)}{86400}$$

$$Qmd = \frac{1.20 * (699\text{hab} * 125 \text{ lt/hab/día})}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Qmd = 1.21 \text{ lt/s}$$

d) Caudal Máximo horario (QMH)

Se calculará utilizando la ecuación número 8 con los siguientes datos.

Datos:

$$Q_{md} = 1.21 \text{ lt/s}$$

$$K_2 = (2.00 - 2.3)$$

$$Q_{MH} = Q_{md} * K_2$$

$$Q_{MH} = 1.21 \text{ lt/sg} * 2.2$$

$$Q_{MH} = 2.66 \text{ lt/s}$$

e) Caudal Máximo diario (QMD)

Se calculará utilizando la ecuación número 9 con los siguientes datos.

Datos:

$$Q_{md} = 1.21 \text{ lt/s}$$

$$K_1 = (1.3 - 1.5)$$

$$Q_{MD} = Q_{md} * K_1$$

$$Q_{MD} = 1.21 \text{ lt/sg} * 1.4$$

$$Q_{MD} = 1.69 \text{ lt/s}$$

f) Caudal de diseño (Qd)

Para el cálculo del caudal de diseño de nuestro proyecto no se tomará en consideración el caudal contraincendios debido a que nuestro diseño es para una población menor a 1000 habitantes.

Datos:

$$Q_{MH} = 2.66 \text{ lt/s}$$

$$Q_d = Q_{MH} * \text{Caudal contra incendios Ec. 25}$$

$$Q_d = Q_{MH}$$

$$Q_d = 2.66 \text{ lt/s}$$

3.2.3 Diseño de la captación

3.2.3.1 Caudal de captación

Para calcular el caudal nos basaremos en la fórmula de la Tabla N°5 la cual nos indica la fórmula para el cálculo de la captación para aguas superficiales.

$$Q_{cap} = QMD * 20\%$$

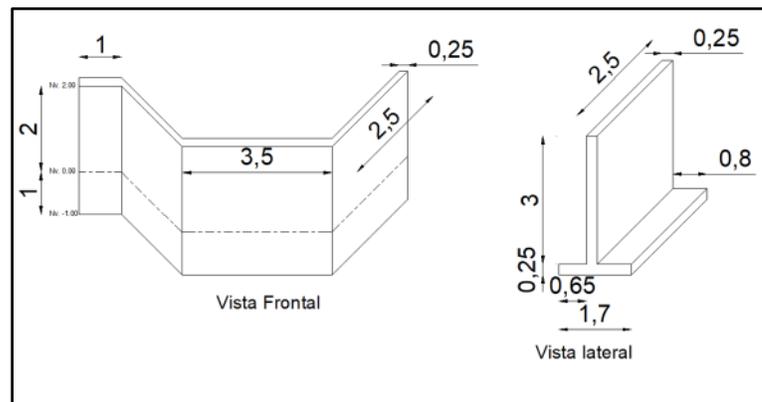
$$Q_{cap} = 1.69 \text{ lt/s} * 1.20$$

$$Q_{cap} = 2.02 \text{ lt/s}$$

3.2.3.2 Dimensiones Muro captación

Para la captación del agua en nuestro proyecto se diseñó una represa mediante un muro de hormigón armado como lo muestra en la Figura 26.

Figura N°29. Dimensiones muro captación



Autor: Luis Medina

Los detalles del diseño estructural sismo resistente del muro de contención y la modelación en el software seleccionado se encuentran en el ANEXO B

3.2.4 Diseño de la conducción

3.2.4.1 Caudal de conducción

Para el caudal de conducción se tomará la formula expresada en la Tabla N° 5 en la cual nos expresa que el caudal de conducción para aguas superficiales será igual al caudal máximo diario más el 10 %.

$$Q_{conducción} = QMD * 1.10$$

$$Q_{\text{conducción}} = 1.69 \text{ lt/s} * 1.10$$

$$Q_{\text{conducción}} = 1.86 \text{ lt/s}$$

3.2.4.2 Conducción Tanque de almacenamiento – TRP 1

Datos conducción Tanque de almacenamiento – TRP1

Tabla N°17. Datos Tramo N°1

Caudal (lt/seg)	1.86
Longitud horizontal (m)	340.46
Desnivel topográfico (m)	7.2
Pérdida asumida (m)	2.5
Temperatura (°C)	22
Cota Proyecto (m)	1033.21
Abscisa (m)	0+360.45

Autor: Luis Medina

Coefficiente de rugosidad

Para nuestro estudio se decidió utilizar tubería de PVC por esta razón en los cálculos se tomará un coeficiente de Hazen Williams de 140 como nos muestra la Tabla N°10.

Gradiente hidráulica

$$S = \frac{\text{Pérdida Asumida}}{\text{Longitud}} \text{ Ec. 26}$$

$$S = \frac{2.5 \text{ m}}{340.46 \text{ m}} * 100\%$$

$$S = 0.73 \%$$

Diámetro calculado

Para calcular el diámetro utilizaremos la ecuación número 13 la cual es la de Hazen Williams en donde despejamos el diámetro.

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{Q \text{ m}^3/\text{s}}{0.28 * CHW * S^{0.54}}}$$

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{1.86E - 3 \text{ m}^3/\text{s}}{0.28*140*0.0073^{0.54}}}$$

$$D = 0.062 \text{ m} \rightarrow 62 \text{ mm}$$

Selección de Tubería

Se tomará una tubería de PVC de 63mm para el diseño con los siguientes datos:

Tabla N°18. Datos de la tubería seleccionada para el diseño del tramo N°1

Diámetro nominal (mm)	Espesar de pared (mm)	Diámetro interior (mm)	Presión de trabajo (MPa)
63	2.4	58.2	1.00

Fuente: Catalogo de tubería PVC

Autor: Luis Medina

Velocidad Media

La velocidad media no deberá ser mayor a 4.5 m/s como nos muestra en la Tabla N° ni menor a 0.6 m/s como nos indica la norma.

$$Vm = \frac{Q}{A} \text{ Ec. 27}$$

$$Vm = \frac{1.86E - 3 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi*(0.0582 \text{ m})^2}{4}}$$

$$Vm = 0.7 \text{ m/s}$$

$$0.6 \text{ m/s} \leq 0.7 \text{ m/s} \leq 4.5 \text{ m/s}$$

Numero de Reynolds

Para el cálculo necesitamos el valor de la viscosidad cinemática la cual es 9,630E-07m²/s dado a que tenemos una temperatura de 22 °C.

$$Re = Vm * \frac{D}{\nu} \text{ Ec. 28}$$

$$Re = 0.7 \text{ m/s} * \frac{0.0582 \text{ m}}{9.630E-0.7 \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$Re = 42305$$

42305 > 10000 Flujo turbulento

Cálculo de f según Colebrook - White

Asumimos un valor de f mediante la siguiente formula.

$$f_{asum} = \frac{64}{Re} \text{ Ec. 29}$$

$$f_{asum} = \frac{64}{42305}$$

$$f_{asum} = 0.00151$$

Asumimos el valor del $\xi=0.0015\text{mm}$ para el coeficiente de Darcy Weisbach debido a que la tubería que utilizaremos es PVC.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \sqrt{f}} + \frac{\xi}{371 * D} \right) \text{ Ec. 30}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{42305 * \sqrt{f}} + \frac{0.0015}{371 * 0.0582} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 5.593$$

$$f = \left(\frac{1}{5.593} \right)^2$$

$$f = 0.031$$

Los cálculos serán repetitivos hasta que el valor de f adoptado sea igual al f calculado como se muestra en la Tabla N°19

Tabla N°19. f calculado tramo N°1

CHW	140
ξ	0.0015
f Adoptado	f Calculado
0,00151	0,03156
0,03156	0,02079
0,02079	0,02190
0,02190	0,02176

0,02176	0,02178
0,02178	0,02178

Autor: Luis Medina

Pérdida por fricción (hf)

$$hf = f^* \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g} \quad Ec. 31$$

$$hf = 0.02178 * \frac{340.46 \text{ m}}{0.0582 \text{ m}} * \frac{(0.7 \text{ m/s})^2}{2*(9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$hf = 3.18 \text{ m}$$

Cálculo de perdidas menores por accesorios

Tabla N°20. Perdida por accesorios tramo N°1

PERDIDA POR ACCESORIOS			
Tipo de Accesorio	N°	Ki	N°*Ki
Salida brusca	1	1.00	1.00
Entrada brusca	1	0.50	0.50
Válvula de control	1	0.20	0.20
Codos de radio largo	5	0.60	3.00
Codo de 90	1	0.90	0.90
Codo de 45	2	0.40	0.80
		$\Sigma N^{\circ} * K_i$	6.40

Autor: Luis Medina

Perdidas menores (hm)

$$hm = k * \frac{V^2}{2 * g} \quad Ec. 32$$

$$hm = 6.40 * \frac{(0.7 \text{ m/s})^2}{2 * (9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$hm = 0.16 \text{ m}$$

Pérdida Total Energía (PE)

$$PE = hf + hm \quad Ec. 33$$

$$PE = 3.18 \text{ m} + 0.16 \text{ m}$$

$$PE = 3.34 \text{ m}$$

Presión Dinámica (Pd)

$$Pd = \Delta N - PE \quad Ec.34$$

$$Pd = 7.2 \text{ m} - 3.34 \text{ m}$$

$$Pd = 3.86 \text{ m.c.a.}$$

Gradiente Hidráulica Real

$$S = \frac{\text{Pérdida Total}}{\text{Longitud}}$$

$$S = \frac{3.34 \text{ m}}{340.46 \text{ m}} * 100\%$$

$$S = 0.98 \%$$

Datos Cálculo del Golpe de Ariete

Datos:

Tabla N°21. Datos para el cálculo del golpe de ariete tramo N°1

Longitud horizontal L (m)		340.46
Desnivel	Cota Superior (m)	1040.41
	Cota Inferior (m)	1033.21
Tubería	Diámetro (mm)	58.2
	Espesor (mm)	2.40
Caudal (lt/seg)		1.86
Desnivel (m)		7.20

Autor: Luis Medina

Velocidad de propagación (Celeridad “a”)

Al ser la tubería de PVC tendremos un módulo de elasticidad $3E+8 \text{ Kg/m}^2$ y un coeficiente K de 33.3

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad Ec. 35$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3 \frac{0.0582 \text{ m}}{0.0024 \text{ m}}}}$$

$$a = 338.41 \text{ m/s}$$

Tiempo de oscilación de la onda (To)

$$T_c = 2 * \frac{L}{a} \quad \text{Ec. 36}$$

$$T_c = 2 * \frac{340.46 \text{ m}}{338.41 \text{ m/s}}$$

$$T_c = 2.01 \text{ s}$$

Tiempo de cierre (Tc)

Asumimos un tiempo de cierre de 12 s para comprobar si el cierre es rápido o lento.

$$T_c > 2 * \frac{L}{a}$$

$$12 > 2 * \frac{340.46}{338.41 \text{ m/s}}$$

$$12 > 2.01 \text{ s}$$

Se determinó que el cierre es lento

Sobre presión golpe de ariete para cierre lento (ΔH)

$$\Delta H = 2 * \frac{L * V_m}{g * T_c} \quad \text{Ec. 37}$$

$$\Delta H = 2 * \frac{340.46 * \text{m} * 0.70 \text{ m/s}}{(9.81 \text{ m/s}^2) * 12 \text{ s}}$$

$$\Delta H = 4.05 \text{ m.}$$

Presión Total

$$P.TOTAL = P_d + \Delta H \quad \text{Ec. 38}$$

$$P.TOTAL = 3.86 \text{ m} + 4.05 \text{ m}$$

$$P.TOTAL = 7.91 \text{ m.c.a.}$$

$$P_d = 0.079 \text{ MPa}$$

Considerando que la tubería que se escogió soporta 1 MPa de presión y gracias a los cálculos realizados hallamos que la presión total que existe en la tubería es 0.079 MPa esto nos indica que la tubería soportara la demanda establecida.

3.2.4.3 Conducción TRP 1 – TRP 2

Datos conducción TRP1 – TRP2

Tabla N°22. Datos Tramo N°2

Caudal (lt/seg)	1.86
Longitud horizontal (m)	3653.74
Desnivel topográfico (m)	68.87
Pérdida asumida (m)	25
Temperatura (°C)	22
Cota Proyecto (m)	964.34
Abscisa (m)	4+013.74

Autor: Luis Medina

Coefficiente de rugosidad

Para nuestro estudio se decidió utilizar tubería de PVC por esta razón en los cálculos se tomará un coeficiente de Hazen Williams de 140 como nos muestra la Tabla N°10.

Gradiente hidráulica

$$S = \frac{\text{Pérdida Asumida}}{\text{Longitud}} \text{ Ec. 26}$$

$$S = \frac{25 \text{ m}}{3653.74 \text{ m}} * 100\%$$

$$S = 0.68 \%$$

Diámetro calculado

Para calcular el diámetro utilizaremos la ecuación número 13 la cual es la de Hazen Williams en donde despejamos el diámetro.

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{Q \text{ m}^3/\text{s}}{0.28 * CHW * S^{0.54}}}$$

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{1.86E - 3 \text{ m}^3/\text{s}}{0.28 * 140 * 0.0068^{0.54}}}$$

$$D = 0.063 \text{ m} \rightarrow 63 \text{ mm}$$

Selección de Tubería

Se tomará una tubería de PVC de 63mm para el diseño con los siguientes datos:

Tabla N°23. Datos de la tubería seleccionada para el diseño del tramo N°2

Diámetro nominal (mm)	Espesor de pared (mm)	Diámetro interior (mm)	Presión de trabajo (MPa)
63	2.4	58.2	1.00

Fuente: Catalogo de tubería PVC

Autor: Luis Medina

Velocidad Media

La velocidad media no deberá ser mayor a 4.5 m/s como nos muestra en la Tabla N° ni menor a 0.6 m/s como nos indica la norma.

$$Vm = \frac{Q}{A} \text{ Ec. 27}$$

$$Vm = \frac{1.86E - 3 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi*(0.0582 \text{ m})^2}{4}}$$

$$Vm = 0.7 \text{ m/s}$$

$$0.6 \text{ m/s} \leq 0.7 \text{ m/s} \leq 4.5 \text{ m/s}$$

Numero de Reynolds

Para el cálculo necesitamos el valor de la viscosidad cinemática la cual es $9,630E-07 \text{ m}^2/\text{s}$ dado a que tenemos una temperatura de $22 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$Re = Vm * \frac{D}{\nu} \text{ Ec. 28}$$

$$Re = 0.7 \text{ m/s} * \frac{0.0582 \text{ m}}{9.630E-07 \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$Re = 42305$$

$$42305 > 10000 \text{ Flujo turbulento}$$

Cálculo de f según Colebrook - White

Asumimos un valor de f mediante la siguiente formula.

$$f_{asum} = \frac{64}{Re} \text{ Ec. 29}$$

$$f_{sum} = \frac{64}{42305}$$

$$f_{sum} = 0.00151$$

Asumimos el valor del $\xi=0.0015$ mm para el coeficiente de Darcy Weisbach debido a que la tubería que utilizaremos es PVC.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} + \frac{\xi}{371 \cdot D} \right) \quad Ec.30$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{42305 \cdot \sqrt{f}} + \frac{0.0015}{371 \cdot 0.0582} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 5.593$$

$$f = \left(\frac{1}{5.593} \right)^2$$

$$f = 0.031$$

Los cálculos serán repetitivos hasta que el valor de f adoptado sea igual al f calculado como se muestra en la Tabla N°19

Tabla N°24. f calculado tramo N°2

CHW	140
ξ	0.0015
f Adoptado	f Calculado
0,00151	0,03156
0,03156	0,02079
0,02079	0,02190
0,02190	0,02176
0,02176	0,02178
0,02178	0,02178

Autor: Luis Medina

Pérdida por fricción (hf)

$$hf = f^* \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g} \quad Ec. 31$$

$$hf = 0.02178 * \frac{3653.74 \text{ m}}{0.0582 \text{ m}} * \frac{(0.7 \text{ m/s})^2}{2 * (9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$hf = 34.09 \text{ m}$$

Cálculo de pérdidas menores por accesorios

Tabla N°25. Perdida por accesorios tramo N°2.

PERDIDA POR ACCESORIOS			
Tipo de Accesorio	N°	Ki	N°*Ki
Salida brusca	1	1.00	1.00
Entrada brusca	1	0.50	0.50
Válvula de control	7	0.20	1.40
Codos de radio largo	9	0.60	5.40
Codo de 90	1	0.90	0.90
Codo de 45	5	0.40	2.00
		$\Sigma N^{\circ} * K_i$	11.20

Autor: Luis Medina

Perdidas menores (hm)

$$hm = k * \frac{V^2}{2 * g} \quad \text{Ec. 32}$$

$$hm = 11.20 * \frac{(0.7 \text{ m/s})^2}{2 * (9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$hm = 0.28 \text{ m}$$

Pérdida Total Energía (PE)

$$PE = hf + hm \quad \text{Ec. 33}$$

$$PE = 34.09 \text{ m} + 0.28 \text{ m}$$

$$PE = 34.37 \text{ m}$$

Presión Dinámica (Pd)

$$Pd = \Delta N - PE \quad \text{Ec. 34}$$

$$Pd = 68.87 \text{ m} - 34.37 \text{ m}$$

$$Pd = 34.5 \text{ m.c.a.}$$

Gradiente Hidráulica Real

$$S = \frac{\text{Pérdida Total}}{\text{Longitud}}$$

$$S = \frac{34.37 \text{ m}}{3653.74 \text{ m}} * 100\%$$

$$S = 0.94 \%$$

Datos Cálculo del Golpe de Ariete

Datos:

Tabla N°26. Datos para el cálculo del golpe de ariete tramo N°2

Longitud horizontal L (m)		3653.74
Desnivel	Cota Superior (m)	1033.21
	Cota Inferior (m)	964.34
Tubería	Diámetro (mm)	58.2
	Espesor (mm)	2.40
Caudal (lt/seg)		1.86
Desnivel (m)		68.87

Autor: Luis Medina

Velocidad de propagación (Celeridad “a”)

Al ser la tubería de PVC tendremos un módulo de elasticidad $3E+8 \text{ Kg/m}^2$ y un coeficiente K de 33.3

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad \text{Ec. 35}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3 \frac{0.0582 \text{ m}}{0.0024 \text{ m}}}}$$

$$a = 338.41 \text{ m/s}$$

Tiempo de oscilación de la onda (To)

$$T_o = 2 * \frac{L}{a} \quad \text{Ec. 36}$$

$$T_o = 2 * \frac{3653.74 \text{ m}}{338.41 \text{ m/s}}$$

$$T_o = 21.59 \text{ s}$$

Tiempo de cierre (Tc)

Asumimos un tiempo de cierre de 12 s para comprobar si el cierre es rápido o lento.

$$T_c > 2 * \frac{L}{a}$$

$$12 > 2 * \frac{3653.74 \text{ m}}{338.41 \text{ m/s}}$$

$$12 < 21.59 \text{ s}$$

Se determinó que el cierre es rápido

Sobre presión golpe de ariete para cierre rápido (ΔH)

$$\Delta H = \frac{a * Vm}{g} \quad \text{Ec. 39}$$

$$\Delta H = \frac{338.41 * m * 0.70 \text{ m/s}}{(9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$\Delta H = 24.15 \text{ m.}$$

Presión Total

$$P.TOTAL = Pd + \Delta H \quad \text{Ec.38}$$

$$P.TOTAL = 34.5 \text{ m} + 24.15 \text{ m}$$

$$P.TOTAL = 58.65 \text{ m.c.a.}$$

$$P.TOTAL = 0.5865 \text{ MPa}$$

Considerando que la tubería que se escogió soporta 1 MPa de presión y gracias a los cálculos realizados hallamos que la presión total que existe en la tubería es 0.58 MPa esto nos indica que la tubería soportara la demanda establecida.

3.2.4.4 Conducción TRP 2 – TRP 3

Datos conducción TRP 2 – TRP 3

Tabla N°27. Datos Tramo N°3

Caudal (lt/seg)	1.86
Longitud horizontal (m)	861.37
Desnivel topográfico (m)	43.23
Pérdida asumida (m)	6
Temperatura (°C)	22
Cota Proyecto (m)	921.11
Abscisa (m)	4+875.14

Autor: Luis Medina

Coefficiente de rugosidad

Para nuestro estudio se decidió utilizar tubería de PVC por esta razón en los cálculos se tomará un coeficiente de Hazen Williams de 140 como nos muestra la Tabla N°10.

Gradiente hidráulica

$$S = \frac{\text{Pérdida Asumida}}{\text{Longitud}} \text{ Ec. 26}$$

$$S = \frac{6 \text{ m}}{861.37 \text{ m}} * 100\%$$

$$S = 0.69 \%$$

Diámetro calculado

Para calcular el diámetro utilizaremos la ecuación número 13 la cual es la de Hazen Williams en donde despejamos el diámetro.

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{Q \text{ m}^3/\text{s}}{0.28 * CHW * S^{0.54}}}$$

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{1.86E - 3 \text{ m}^3/\text{s}}{0.28 * 140 * 0.0069^{0.54}}}$$

$$D = 0.063 \text{ m} \rightarrow 63 \text{ mm}$$

Selección de Tubería

Se tomará una tubería de PVC de 63mm para el diseño con los siguientes datos:

Tabla N°28. Datos de la tubería seleccionada para el diseño del tramo 3

Diámetro nominal (mm)	Espesor de pared (mm)	Diámetro interior (mm)	Presión de trabajo (MPa)
63	2.4	58.2	1.00

Fuente: Catalogo de tubería PVC

Autor: Luis Medina

Velocidad Media

La velocidad media no deberá ser mayor a 4.5 m/s como nos muestra en la Tabla N° ni

menor a 0.6 m/s como nos indica la norma.

$$Vm = \frac{Q}{A} \text{ Ec. 27}$$

$$Vm = \frac{1.86E - 3 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi*(0.0582 \text{ m})^2}{4}}$$

$$Vm = 0.7 \text{ m/s}$$

$$0.6 \text{ m/s} \leq 0.7 \text{ m/s} \leq 4.5 \text{ m/s}$$

Numero de Reynolds

Para el cálculo necesitamos el valor de la viscosidad cinemática la cual es $9,630E-07\text{m}^2/\text{s}$ dado a que tenemos una temperatura de $22 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$Re = Vm * \frac{D}{\nu} \text{ Ec. 28}$$

$$Re = 0.7 \text{ m/s} * \frac{0.0582 \text{ m}}{9.630E-07\text{m}^2/\text{s}}$$

$$Re = 42305$$

$$42305 > 10000 \text{ Flujo turbulento}$$

Cálculo de f según Colebrook - White

Asumimos un valor de f mediante la siguiente formula.

$$f_{asum} = \frac{64}{Re} \text{ Ec. 29}$$

$$f_{asum} = \frac{64}{42305}$$

$$f_{asum} = 0.00151$$

Asumimos el valor del $\xi=0.0015\text{mm}$ para el coeficiente de Darcy Weisbach debido a que la tubería que utilizaremos es PVC.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re * \sqrt{f}} + \frac{\xi}{371 * D} \right) \text{ Ec.30}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -212g \left(\frac{2.51}{42305 \cdot \sqrt{f}} + \frac{0.0015}{371 \cdot 0.0582} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 5.593$$

$$f = \left(\frac{1}{5.593} \right)^2$$

$$f = 0.031$$

Los cálculos serán repetitivos hasta que el valor de f adoptado sea igual al f calculado como se muestra en la Tabla N°19

Tabla N°29. f calculado tramo N°3

CHW	140
ξ	0.0015
f Adoptado	f Calculado
0,00151	0,03156
0,03156	0,02079
0,02079	0,02190
0,02190	0,02176
0,02176	0,02178
0,02178	0,02178

Autor: Luis Medina

Pérdida por fricción (hf)

$$hf = f^* \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g} \quad Ec. 31$$

$$hf = 0.02178 * \frac{861.37 \text{ m}}{0.0582 \text{ m}} * \frac{(0.7 \text{ m/s})^2}{2 * (9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$hf = 8.04 \text{ m}$$

Cálculo de pérdidas menores por accesorios

Tabla N°30. Pérdida por accesorios tramo N°3

PERDIDA POR ACCESORIOS			
Tipo de Accesorio	N°	Ki	N°*Ki
Salida brusca	1	1.00	1.00
Entrada brusca	1	0.50	0.50
Válvula de control	1	0.20	0.20

Codos de radio largo	3	0.60	1.80
Codo de 90	1	0.90	0.90
Codo de 45	2	0.40	0.80
		$\Sigma N^{\circ} \cdot KI$	5.20

Autor: Luis Medina

Perdidas menores (hm)

$$hm = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad \text{Ec. 32}$$

$$hm = 5.20 \cdot \frac{(0.7 \text{ m/s})^2}{2 \cdot (9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$hm = 0.13 \text{ m}$$

Pérdida Total Energía (PE)

$$PE = hf + hm \quad \text{Ec. 33}$$

$$PE = 8.04 \text{ m} + 0.13 \text{ m}$$

$$PE = 8.17 \text{ m}$$

Presión Dinámica (Pd)

$$Pd = \Delta N - PE \quad \text{Ec. 34}$$

$$Pd = 43.23 \text{ m} - 8.17 \text{ m}$$

$$Pd = 35.06 \text{ m.c.a.}$$

Gradiente Hidráulica Real

$$S = \frac{\text{Pérdida Total}}{L \text{ longitud}}$$

$$S = \frac{35.06 \text{ m}}{861.37 \text{ m}} \cdot 100\%$$

$$S = 4 \%$$

Datos Cálculo del Golpe de Ariete

Datos:

Tabla N°31. Datos para el cálculo del golpe de ariete tramo N°3

Longitud horizontal L (m)		861.37
Desnivel	Cota Superior (m)	964.34
	Cota Inferior (m)	921.11
Tubería	Diámetro (mm)	58.2
	Espesor (mm)	2.40
Caudal (lt/seg)		1.86
Desnivel (m)		43.23

Autor: Luis Medina

Velocidad de propagación (Celeridad “a”)

Al ser la tubería de PVC tendremos un módulo de elasticidad $3E+8 \text{ Kg/m}^2$ y un coeficiente K de 33.3

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad \text{Ec. 35}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3 \frac{0.0582 \text{ m}}{0.0024 \text{ m}}}}$$

$$a = 338.41 \text{ m/s}$$

Tiempo de oscilación de la onda (To)

$$T_o = 2 * \frac{L}{a} \quad \text{Ec. 36}$$

$$T_o = 2 * \frac{861.37 \text{ m}}{338.41 \text{ m/s}}$$

$$T_o = 5.09 \text{ s}$$

Tiempo de cierre (Tc)

Asumimos un tiempo de cierre de 12 s para comprobar si el cierre es rápido o lento.

$$T_c > 2 * \frac{L}{a}$$

$$12 > 2 * \frac{861.37 \text{ m}}{338.41 \text{ m/s}}$$

$$12 > 5.09 \text{ s}$$

Se determinó que el cierre es lento

Sobre presión golpe de ariete para cierre lento (ΔH)

$$\Delta H = 2 * \frac{L * Vm}{g * Tc} \quad Ec. 37$$

$$\Delta H = 2 * \frac{861.37 * m * 0.70 \text{ m/s}}{(9.81 \text{ m/s}^2) * 12s}$$

$$\Delta H = 10.24 \text{ m.}$$

Presión Total

$$P.TOTAL = Pd + \Delta H \quad Ec.38$$

$$P.TOTAL = 35.06 \text{ m} + 10.24 \text{ m}$$

$$P.TOTAL = 45.3 \text{ m.c.a.}$$

$$P.TOTAL = 0.453 \text{ MPa}$$

Considerando que la tubería que se escogió soporta 1 MPa de presión y gracias a los cálculos realizados hallamos que la presión total que existe en la tubería es 0.453 MPa esto nos indica que la tubería soportara la demanda establecida.

3.2.4.5 Conducción TRP 3 – Válvula de Compuerta

Datos conducción TRP 3 - Válvula de Compuerta

Tabla N°32. Datos Tramo N°4

Caudal (lt/seg)	1.86
Longitud horizontal (m)	1044.91
Desnivel topográfico (m)	54.58
Pérdida asumida (m)	7
Temperatura (°C)	22
Cota Proyecto (m)	866.52
Abscisa (m)	4+874.12

Autor: Luis Medina

Coefficiente de rugosidad

Para nuestro estudio se decidió utilizar tubería de PVC por esta razón en los cálculos se tomará un coeficiente de Hazen Williams de 140 como nos muestra la Tabla N°10.

Gradiente hidráulica

$$S = \frac{\text{Pérdida Asumida}}{\text{Longitud}} \quad Ec. 26$$

$$S = \frac{7m}{1044.91m} * 100\%$$

$$S = 0.67\%$$

Diámetro calculado

Para calcular el diámetro utilizaremos la ecuación número 13 la cual es la de Hazen Williams en donde despejamos el diámetro.

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{Q \text{ m}^3/\text{s}}{0.28 * CHW * S^{0.54}}}$$

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{1.86E - 3 \text{ m}^3/\text{s}}{0.28 * 140 * 0.0067^{0.54}}}$$

$$D = 0.063 \text{ m} \rightarrow 63 \text{ mm}$$

Selección de Tubería

Se tomará una tubería de PVC de 63mm para el diseño con los siguientes datos:

Tabla N°33. Datos de la tubería seleccionada para el diseño del tramo N°4

Diámetro nominal (mm)	Espesor de pared (mm)	Diámetro interior (mm)	Presión de trabajo (MPa)
63	2.4	58.2	1.00

Fuente: Catalogo de tubería PVC

Autor: Luis Medina

Velocidad Media

La velocidad media no deberá ser mayor a 4.5 m/s como nos muestra en la Tabla N° ni menor a 0.6 m/s como nos indica la norma.

$$Vm = \frac{Q}{A} \text{ Ec. 27}$$

$$Vm = \frac{1.86E - 3 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi * (0.0582 \text{ m})^2}{4}}$$

$$V_m = 0.7 \text{ m/s}$$

$$0.6 \text{ m/s} \leq 0.7 \text{ m/s} \leq 4.5 \text{ m/s}$$

Numero de Reynolds

Para el cálculo necesitamos el valor de la viscosidad cinemática la cual es $9,630E-07 \text{ m}^2/\text{s}$ dado a que tenemos una temperatura de $22 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$Re = V_m * \frac{D}{\nu} \text{ Ec. 28}$$

$$Re = 0.7 \text{ m/s} * \frac{0.0582 \text{ m}}{9.630E-07 \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$Re = 42305$$

$$42305 > 10000 \text{ Flujo turbulento}$$

Cálculo de f según Colebrook - White

Asumimos un valor de f mediante la siguiente formula.

$$f_{\text{asum}} = \frac{64}{Re} \text{ Ec. 29}$$

$$f_{\text{asum}} = \frac{64}{42305}$$

$$f_{\text{asum}} = 0.00151$$

Asumimos el valor del $\xi = 0.0015 \text{ mm}$ para el coeficiente de Darcy Weisbach debido a que la tubería que utilizaremos es PVC.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re * \sqrt{f}} + \frac{\xi}{371 * D} \right) \text{ Ec. 30}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{42305 * \sqrt{f}} + \frac{0.0015}{371 * 0.0582} \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 5.593$$

$$f = \left(\frac{1}{5.593} \right)^2$$

$$f = 0.031$$

Los cálculos serán repetitivos hasta que el valor de f adoptado sea igual al f calculado como se muestra en la Tabla N°19

Tabla N°34. f calculado tramo N°4

CHW	140
ξ	0.0015
f Adoptado	f Calculado
0,00151	0,03156
0,03156	0,02079
0,02079	0,02190
0,02190	0,02176
0,02176	0,02178
0,02178	0,02178

Autor: Luis Medina

Pérdida por fricción (hf)

$$hf = f^* \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g} \quad Ec. 31$$

$$hf = 0.02178 * \frac{1044.91 \text{ m}}{0.0582 \text{ m}} * \frac{(0.7 \text{ m/s})^2}{2 * (9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$hf = 9.75 \text{ m}$$

Cálculo de pérdidas menores por accesorios

Tabla N°35. Perdida por accesorios tramo N°4

PERDIDA POR ACCESORIOS			
Tipo de Accesorio	N°	Ki	N°*Ki
Salida brusca	1	1.00	1.00
Entrada brusca	1	0.50	0.50
Válvula de control	1	0.20	0.20
Codos de radio largo	6	0.60	3.60
Codo de 90	2	0.90	1.80
Codo de 45	2	0.40	0.80
		$\Sigma N^{\circ} * K_i$	7.90

Autor: Luis Medina

Pérdidas menores (hm)

$$hm = k * \frac{V^2}{2 * g} \quad Ec. 32$$

$$hm = 7.90 * \frac{(0.7 \text{ m/s})^2}{2 * (9.81 \text{ m/s}^2)}$$

$$hm = 0.20 \text{ m}$$

Pérdida Total Energía (PE)

$$PE = hf + hm \text{ Ec. 33}$$

$$PE = 9.75 \text{ m} + 0.2 \text{ m}$$

$$PE = 9.95 \text{ m}$$

Presión Dinámica (Pd)

$$Pd = \Delta N - PE \text{ Ec. 34}$$

$$Pd = 54.58 \text{ m} - 9.95 \text{ m}$$

$$Pd = 44.63 \text{ m.c.a.}$$

Gradiente Hidráulica Real

$$S = \frac{\text{Pérdida Total}}{\text{Longitud}}$$

$$S = \frac{9.95 \text{ m}}{1044.91 \text{ m}} * 100\%$$

$$S = 0.95 \%$$

Datos Cálculo del Golpe de Ariete

Datos:

Tabla N°36. Datos para el cálculo del golpe de ariete tramo N°4

Longitud horizontal L (m)		1044.91
Desnivel	Cota Superior (m)	921.11
	Cota Inferior (m)	866.52
Tubería	Diámetro (mm)	58.2
	Espesor (mm)	2.40
Caudal (lt/seg)		1.86
Desnivel (m)		54.59

Autor: Luis Medina

Velocidad de propagación (Celeridad “a”)

Al ser la tubería de PVC tendremos un módulo de elasticidad $3E+8 \text{ Kg/m}^2$ y un coeficiente K de 33.3

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}} \quad \text{Ec. 35}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.3 \frac{0.0582 \text{ m}}{0.0024 \text{ m}}}}$$

$$a = 338.41 \text{ m/s}$$

Tiempo de oscilación de la onda (To)

$$T_o = 2 * \frac{L}{a} \quad \text{Ec. 36}$$

$$T_o = 2 * \frac{1044.91 \text{ m}}{338.41 \text{ m/s}}$$

$$T_o = 6.18 \text{ s}$$

Tiempo de cierre (Tc)

Asumimos un tiempo de cierre de 12 s para comprobar si el cierre es rápido o lento.

$$T_c > 2 * \frac{L}{a}$$

$$12 > 2 * \frac{1044.91 \text{ m}}{338.41 \text{ m/s}}$$

$$12 > 6.18 \text{ s}$$

Se determinó que el cierre es lento

Sobre presión golpe de ariete para cierre lento (ΔH)

$$\Delta H = 2 * \frac{L * V_m}{g * T_c} \quad \text{Ec. 37}$$

$$\Delta H = 2 * \frac{1044.91 * \text{m} * 0.70 \text{ m/s}}{(9.81 \text{ m/s}^2) * 12 \text{ s}}$$

$$\Delta H = 12.43 \text{ m.}$$

Presión Total

$$P.TOTAL = P_d + \Delta H \quad \text{Ec. 38}$$

$$P.TOTAL = 44.63 \text{ m} + 12.43 \text{ m}$$

$$P.TOTAL = 57.06 \text{ m.c.a.}$$

$$P_d = 0.57 \text{ MPa}$$

Considerando que la tubería que se escogió soporta 1 MPa de presión y gracias a los cálculos realizados hallamos que la presión total que existe en la tubería es 0.57 MPa esto nos indica que la tubería soportara la demanda establecida en el diseño del nuevo sistema de agua potable.

El cuadro de resumen de los cálculos se encuentran en el ANEXO C

3.2.5 Planta de potabilización

Como nos indica la norma de la calidad del agua gracias a los datos aportados por EMAPAS EP donde nos indica que los análisis físicos, químicos y bacteriológicos demuestran que el agua que va a ser captada puede ser utilizar para dotar a la población.

Donde las muestras demostraron no tener sustancias perjudiciales para el ser humano como nos indican los límites permisibles establecidos en el TULSMA LIBRO VI.

Como nos indica la Norma CPE INEN 5 Parte 9.2:1997 que al ser nuestra captación de aguas superficiales debe de constar de una prefiltración, filtración lenta y desinfección para lo cual en nuestro proyecto se incluyó un sedimentador, tanque de filtro y un clorador.

3.2.6 Diseño del tanque de almacenamiento

Volumen de Almacenamiento

En nuestro proyecto debido a que no tenemos los datos sobre las variaciones horarias de consumo nos basaremos en lo que nos dice la Norma INEN 5 Parte 9-1:1992.

Volumen de regulación

Datos

Pd= 699 hab

Dmf= 125 lt/hab/día

$$Vr = 30\% * Qmd \quad Ec.40$$

$$Vr = 30\% * \frac{Pd * Dmf}{1000lt} * m^3$$

$$Vr = 30\% * \frac{699 \text{ hab} * \frac{125 \text{ lt}}{\text{hab}} / \text{dia}}{1000lt} * m^3$$

$$Vr = 26.21 \text{ m}^3/d$$

Volumen contra incendios

Al ser una población menor a 5000 habitantes para nuestro proyecto el volumen contra

incendios será igual a cero

$$V_{ci} = 0$$

Volumen de emergencia

Al ser una población menor a 5000 habitantes para nuestro proyecto el volumen de emergencia será igual a cero

$$V_e = 0$$

$$V_{alm} = V_r + V_{ci} + V_e \quad Ec. 41$$

$$V_{alm} = 26.21 \text{ m}^3/d$$

Basándonos en la Norma INEN 5 Parte 9-2:1992 para el cálculo del volumen de almacenamiento obtenemos el siguiente resultado.

Datos

$Q_{md} = 1.21 \text{ lt/s}$

$$V_{alm} = 50\% * Q_{md} \quad Ec. 42$$

$$V_{alm} = 50\% * 1.21 \frac{\text{lt}}{\text{s}} * \frac{86400}{1000}$$

$$V_{alm} = 52.27 \frac{\text{m}^3}{d} \approx 55 \frac{\text{m}^3}{d}$$

Para el diseño del tanque de almacenamiento tomaremos lo citado en la Norma INEN 5 Parte 9-2:1992 la cual nos da como resultado un volumen de almacenamiento de $52.27 \text{ m}^3/\text{día} \approx 55 \text{ m}^3/\text{día}$

Cálculo del Tanque de almacenamiento

Datos

$V_{alm} = 55 \text{ m}^3/\text{día}$

Material= Hormigón Armado

Tipo= Tanque Circular

Altura "h" = 3m (Asumido)

Altura de seguridad "S" =?

Altura Total "H" =?

Diámetro “D” =?

Cálculo del diámetro del tanque

$$Valm = A * h \quad Ec. 43$$

$$Valm = \frac{\pi * D^2}{4} * h$$

$$D = \sqrt{\frac{Valm * 4}{\pi * h}}$$

$$D = \sqrt{\frac{55 \text{ m}^3 * 4}{\pi * 4 \text{ m}}}$$

$$D = 4.18 \text{ m}$$

$$D \approx 4.20 \text{ m}$$

Cálculo de la Altura Real

$$Valm = A * h$$

$$Valm = \frac{\pi * D^2}{4} * h$$

$$h = \frac{Valm * 4}{\pi * D^2}$$

$$h = \frac{4 * 55 \text{ m}^3}{\pi * (4.20 \text{ m})^2}$$

$$h = 3.96 \text{ m}$$

Altura de seguridad (S)

$$5\% h \leq S \leq 30\% \quad Ec. 44$$

$$0.05 * 3.96 \leq S \leq 0.3 * 3.96$$

$$0.19 \text{ m} \leq 0.24 \text{ m} \leq 1.18 \text{ m}$$

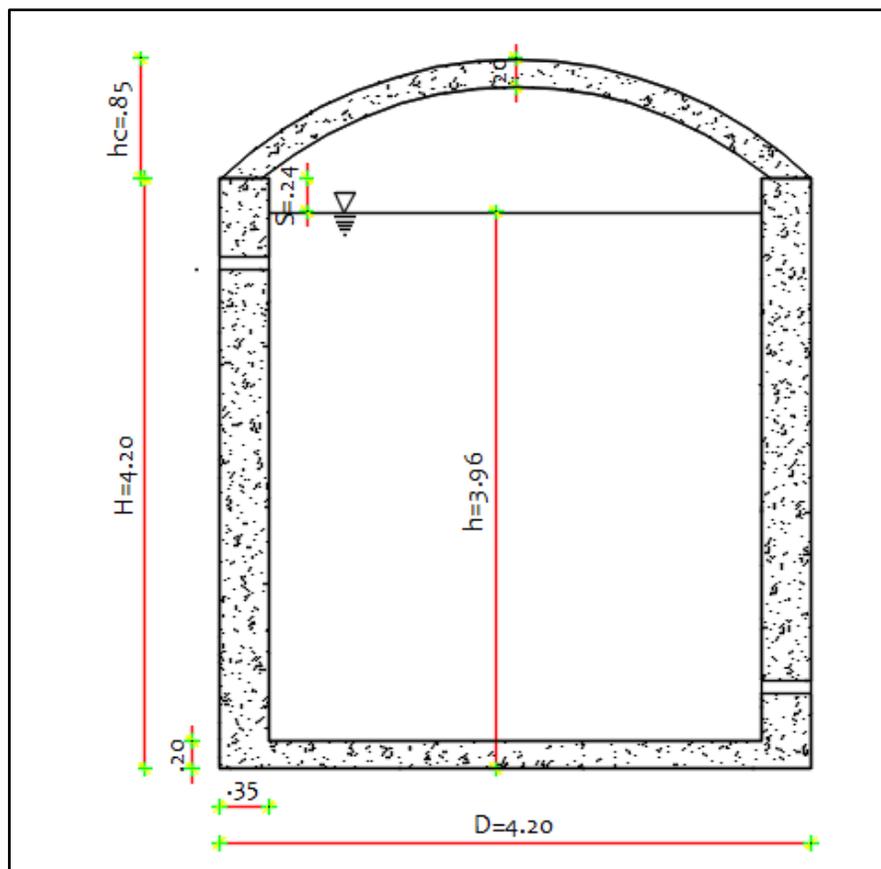
Altura total asumida "H"

$$H = h + S \quad \text{Ec. 45}$$

$$H = 3.96 \text{ m} + 0.24 \text{ m}$$

$$H = 4.20 \text{ m}$$

Figura N°30. Dimensiones del tanque



Autor: Luis Medina

Los detalles del diseño estructural sismo resistente del muro de contención y la modelación en el software seleccionado se encuentran en el ANEXO D

3.1.7 Distribución

El caudal de diseño para nuestro proyecto es de 2.66 lt/s.

La población de diseño que obtuvimos en nuestro proyecto es de 699 habitantes nuestra

dotación actual será distribuida para 27 familias las cuales constan de 4 habitantes por familia además de la existencia de 3 hosterías.

Caudal de distribución

Datos:

Pa= 112 hab

Qd=2.66 lt/s

$$Qh = \frac{Qd}{Pa}$$

$$Qh = \frac{2.66 \text{ lt/s}}{112 \text{ hab}}$$

$$Qh = 0.0238 \frac{\text{lt}}{\text{s}} / \text{hab}$$

Esta dotación es para cada habitante ahora calcularemos la dotación para cada domicilio para lo cual será necesario conocer que por cada domicilio existen 4 habitantes además que también existirán 4 habitantes más debido a la población flotante para lo cual en este caso se lo tomara como otro domicilio.

$$Qf = \text{Dotación } h * \# \text{Domicilios}$$

$$Qf = 0.0238 \frac{\text{lt}}{\text{s}} / \text{hab} * 4$$

$$Qf = 0.0952 \text{ lt/s}$$

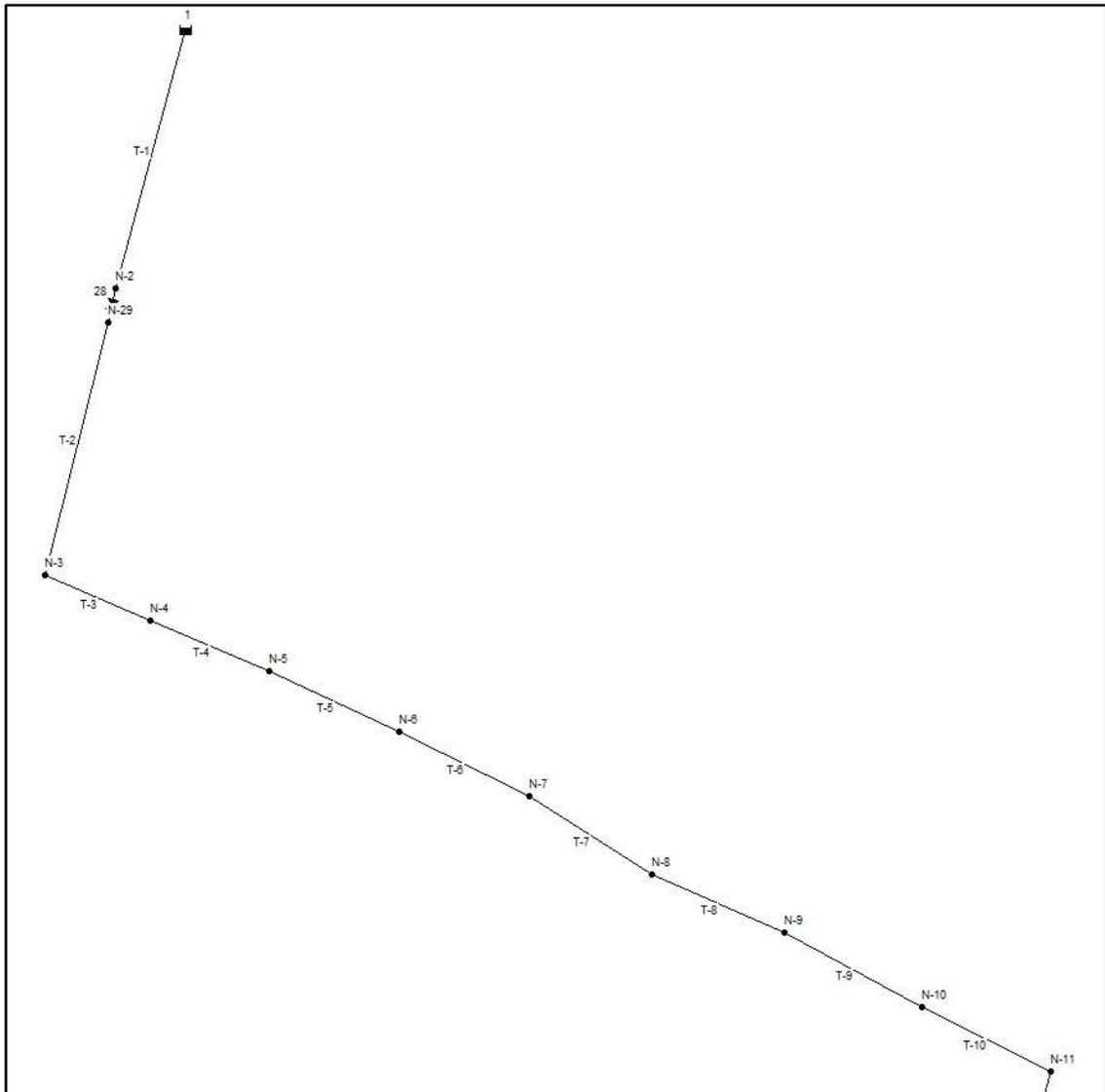
Determinación del caudal de cada nudo

Tabla N°37. Demanda Base

NUDO	COTA (msnm)	# DE DOMICILIOS	Caudal por Domicilio
1	1041.42	0	0
2	1035	0	0
3	986.72	1	0,0952
4	977.05	1	0,0952
5	974.96	1	0,0952
6	973.36	1	0,0952
7	973.97	1	0,0952
8	976.45	1	0,0952
9	980.24	1	0,0952
10	982.96	1	0,0952
11	989.99	1	0,0952
12	974.28	1	0,0952
13	972.54	1	0,0952
14	971.53	1	0,0952
15	957.32	1	0,0952
16	965.40	0	0
17	962.75	1	0,0952
18	955.34	1	0,0952
19	940.76	1	0,0952
20	930.45	1	0,0952
21	914.34	1	0,0952
22	913.58	5	0,476
23	914.22	1	0,0952
24	921.68	1	0,0952
25	922.11	0	0
26	899.32	1	0,0952
27	868.42	1	0,0952
28	867.52	1	0,0952
29	1035	0	0
TOTAL=		28	2,6656

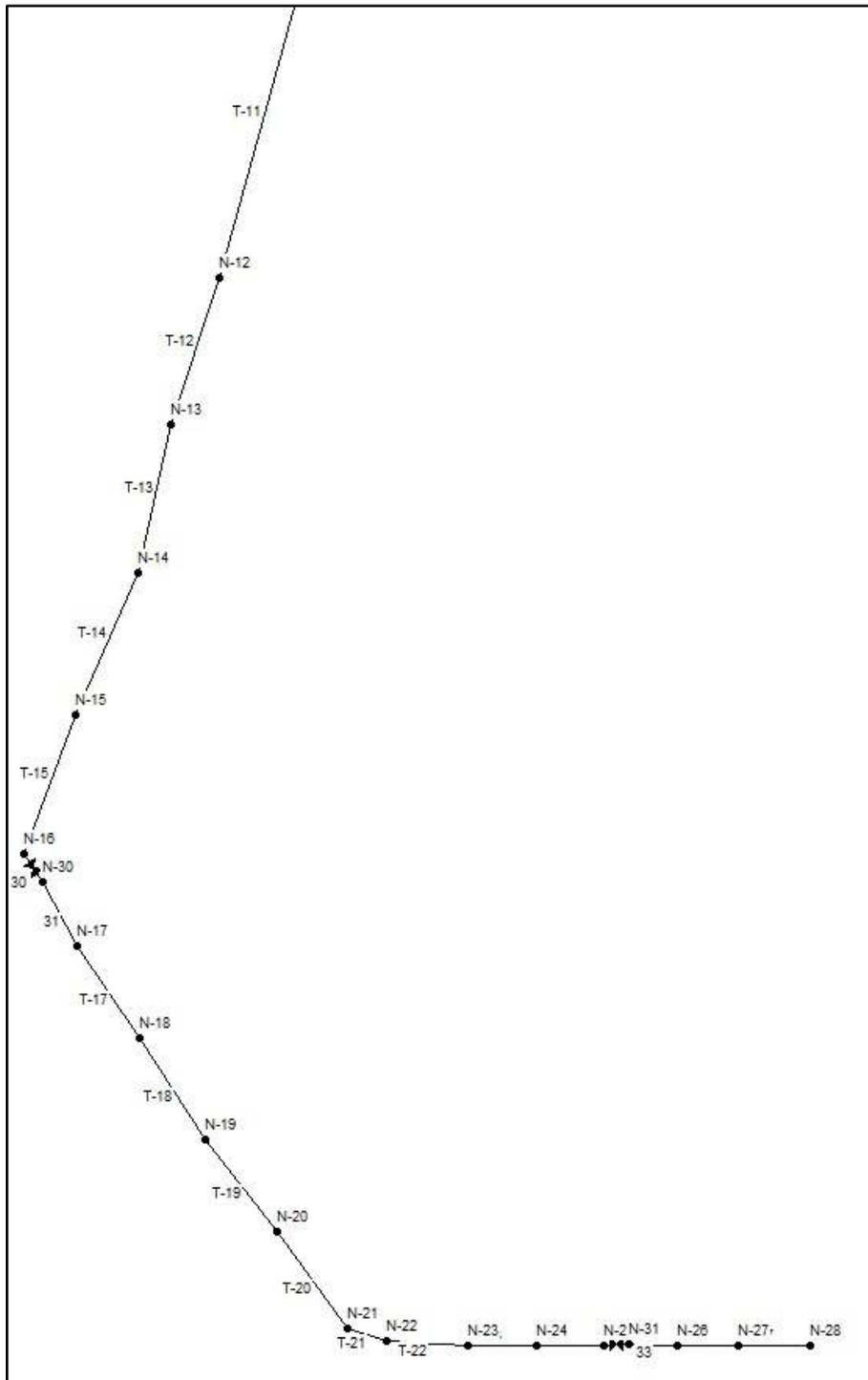
Autor: Luis Median

Figura N°32. Red de distribución, identificación nodos y tuberías tramo 1



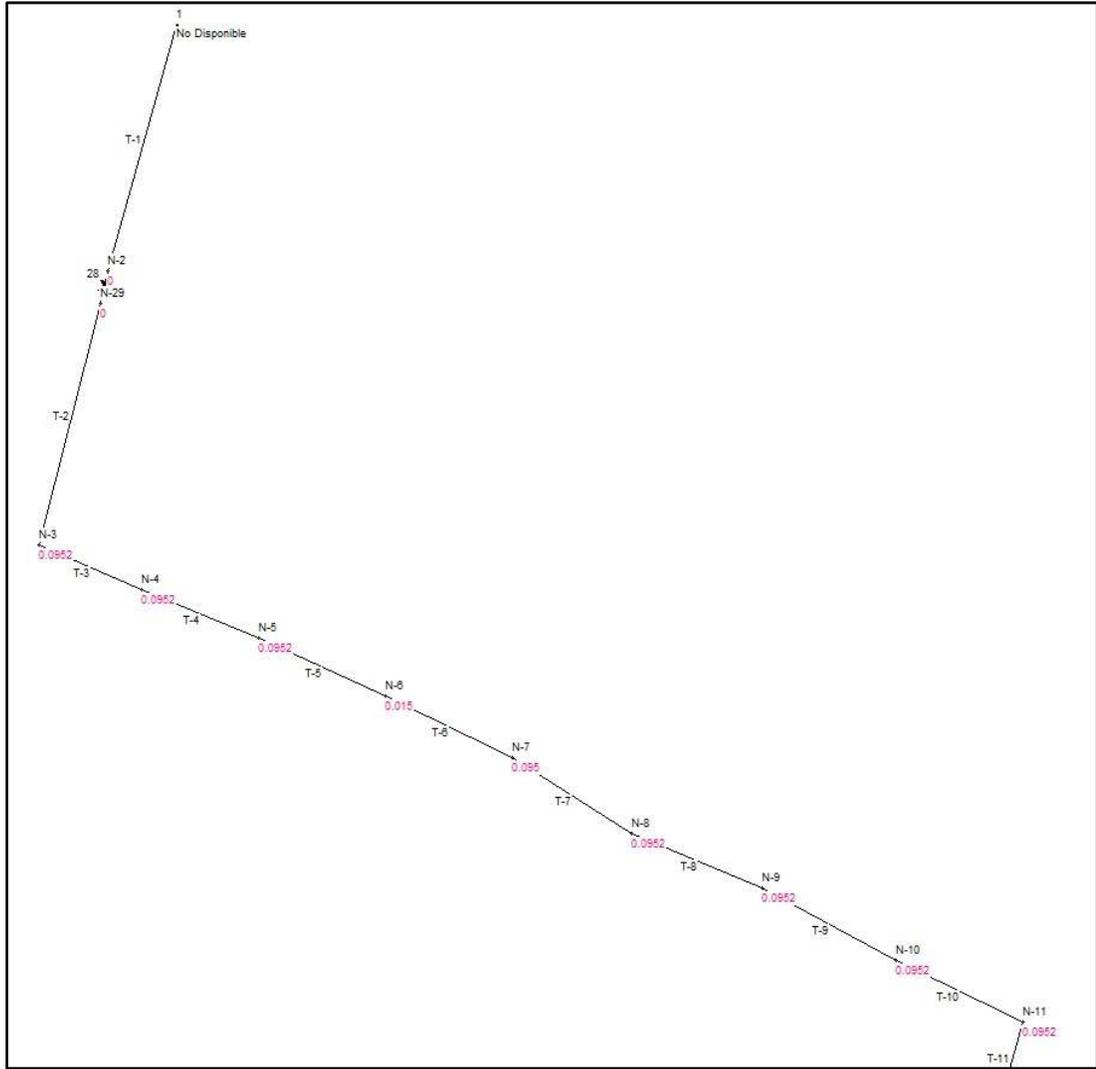
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°33. Red de distribución, identificación nodos y tuberías tramo 2



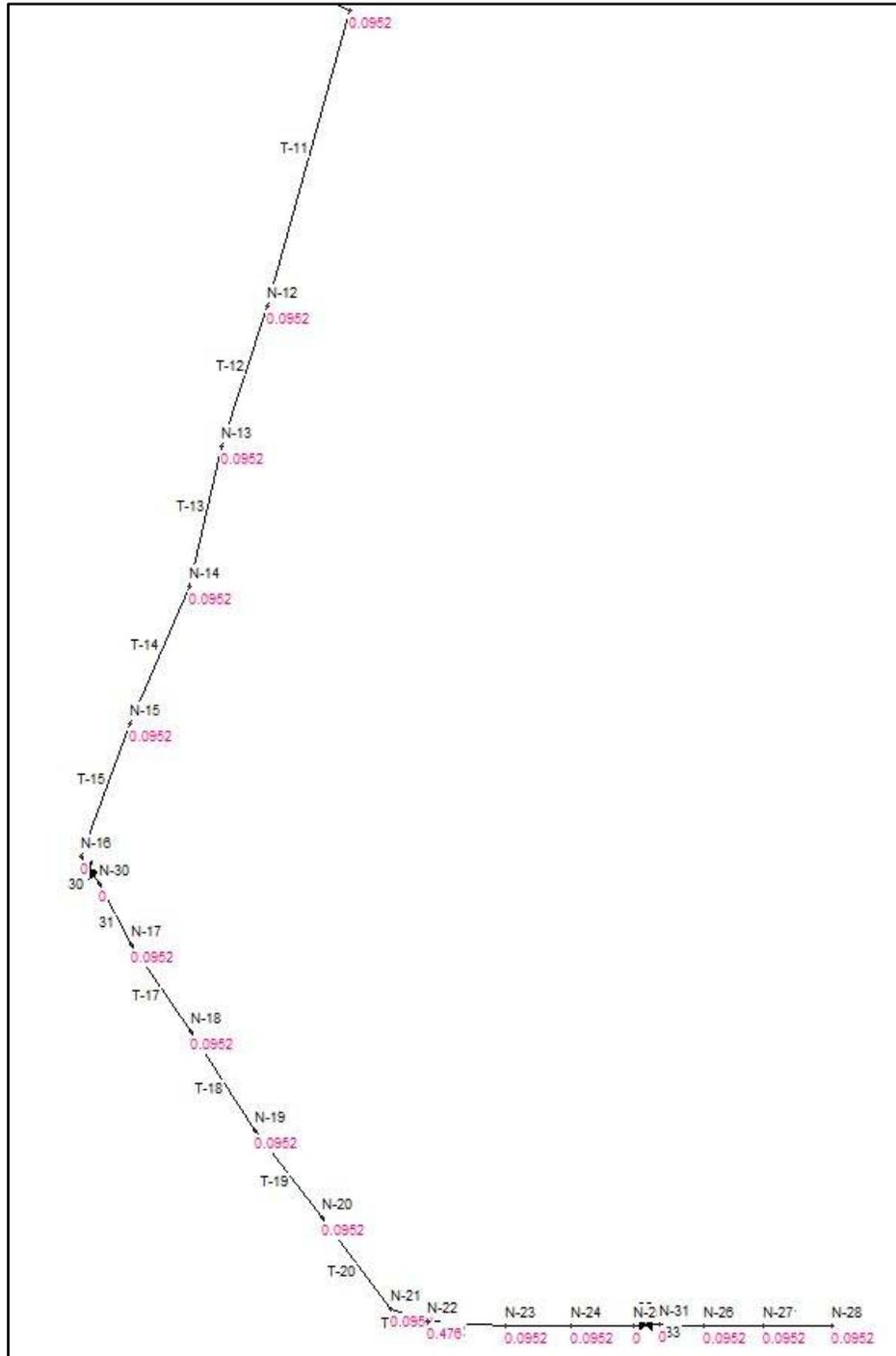
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°34. Red de distribución, demanda base tramo 1



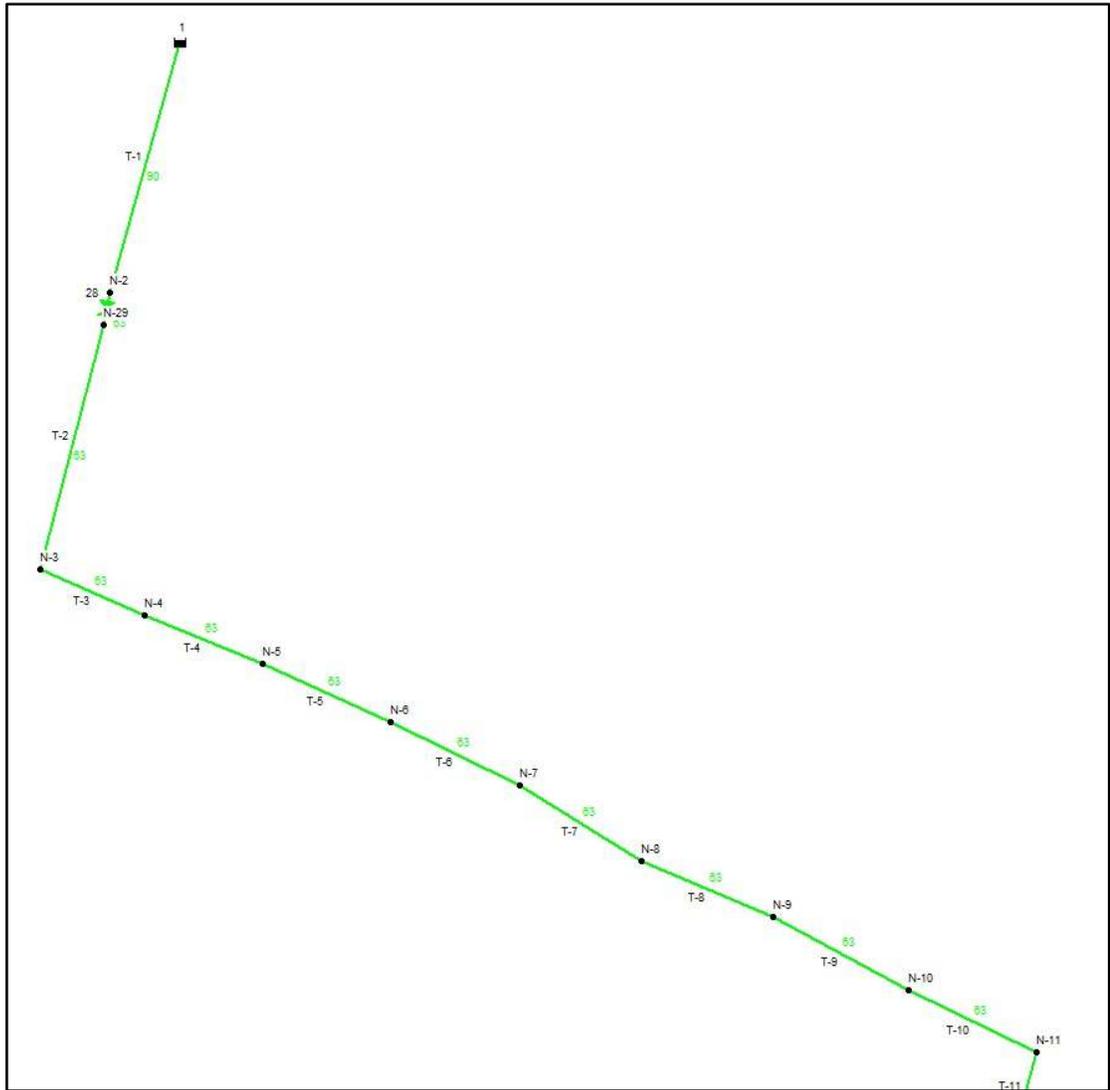
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°35. Red de distribución, demanda base tramo 2



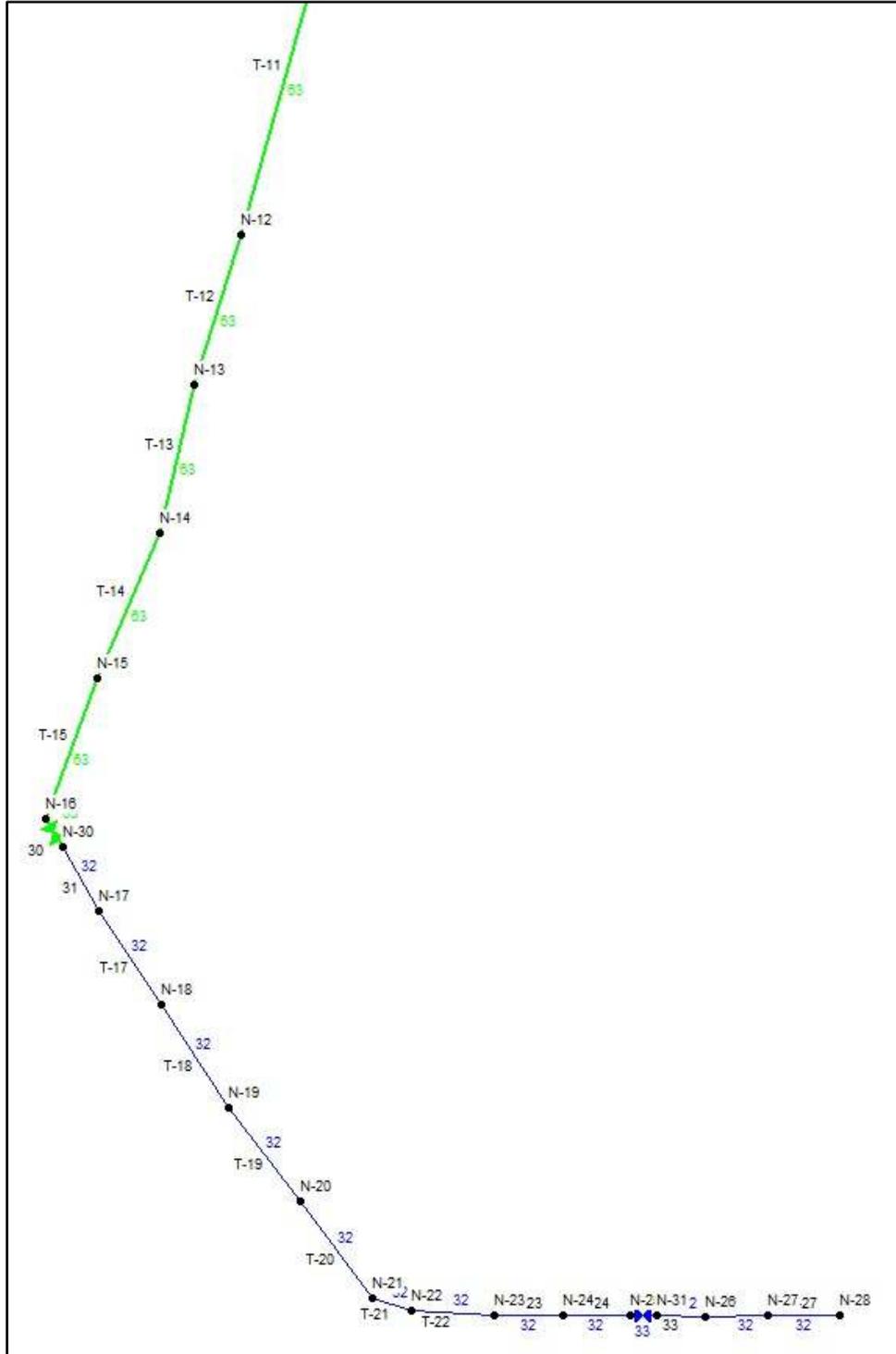
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°36. Red de distribución, diámetros tramo 1



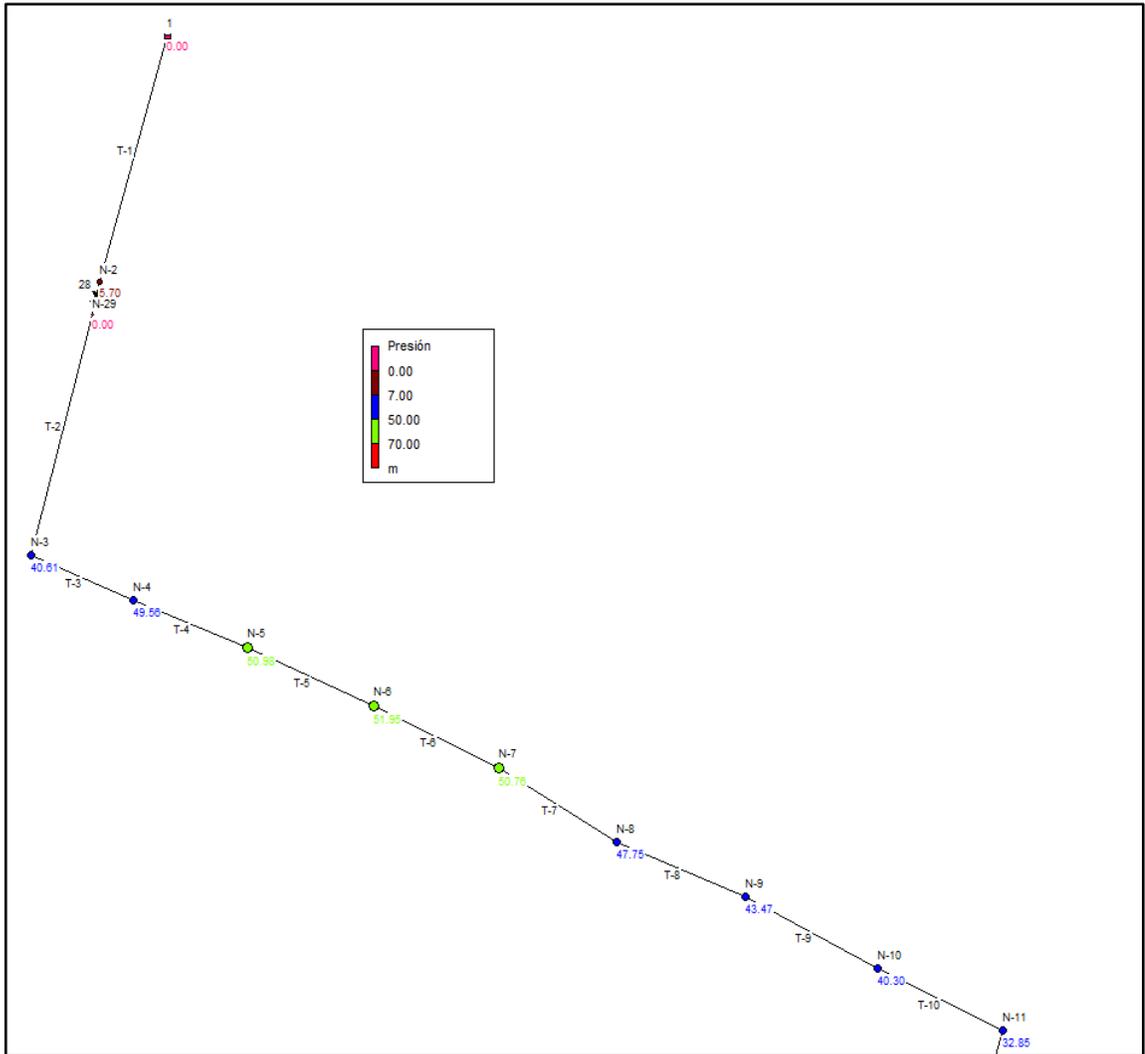
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°37. Red de distribución, diámetros tramo 2



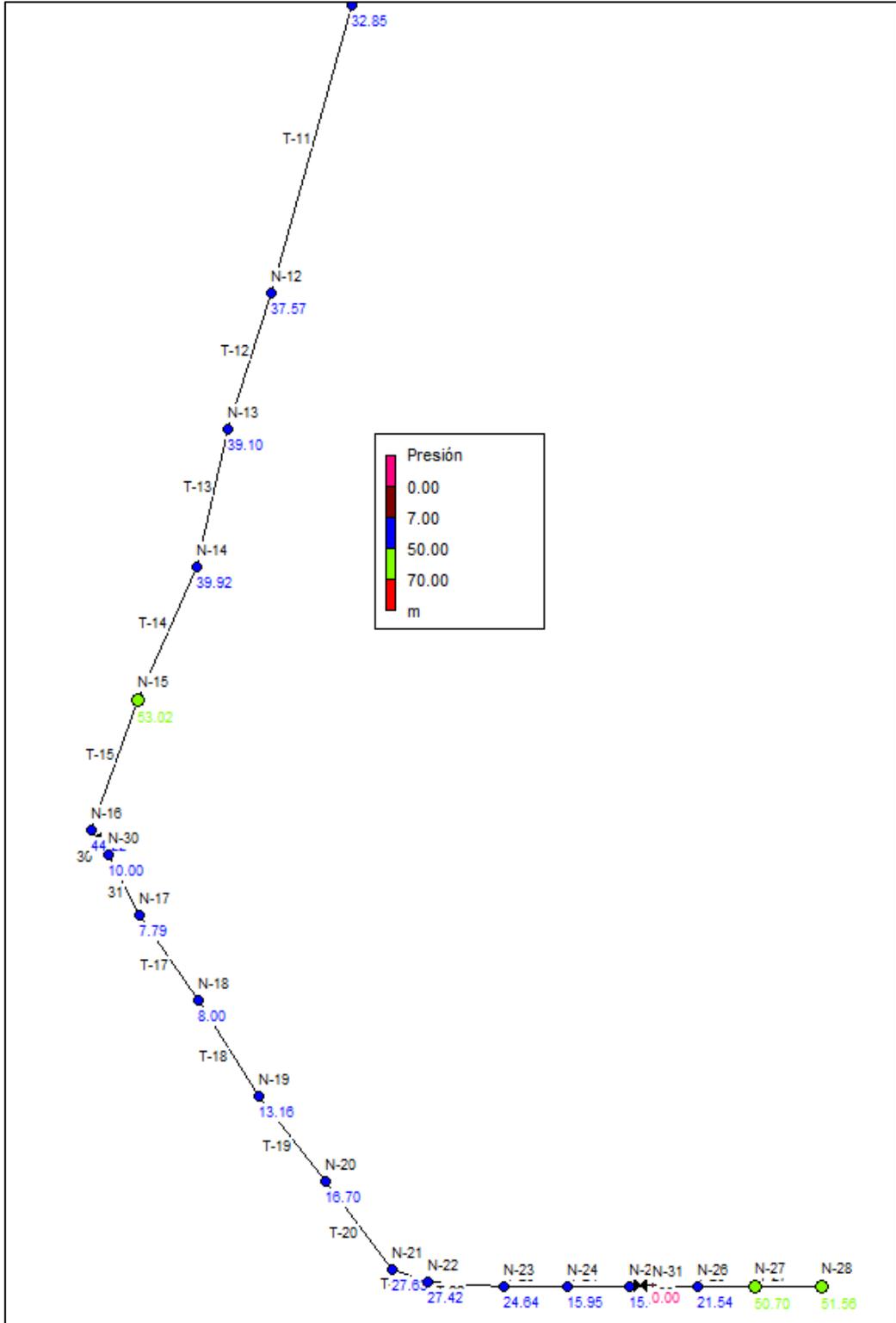
Fuente: Software EPANET

Figura N°38. Red de distribución, Presión tramo 1



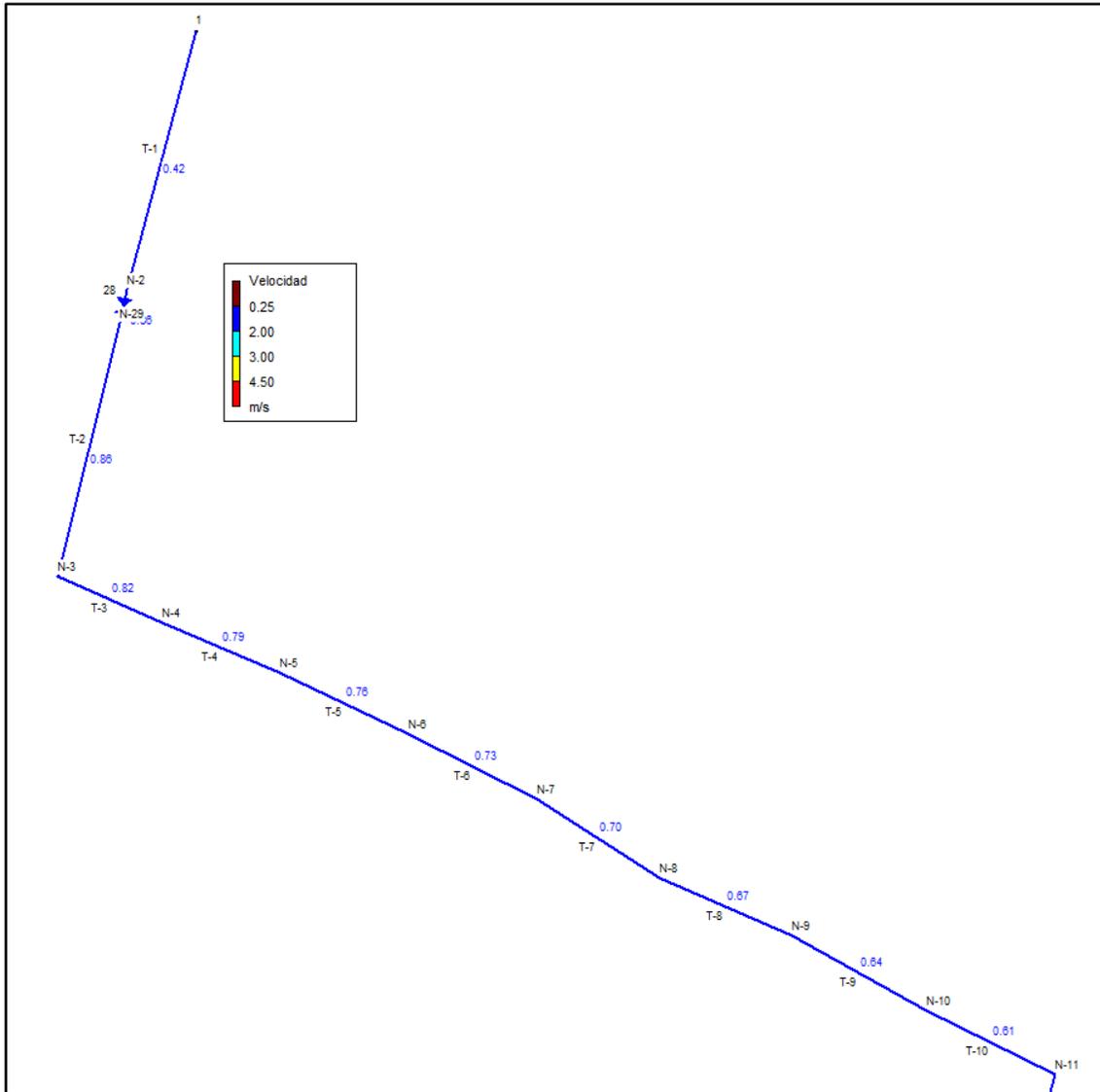
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°39. Red de distribución, presión tramo 2



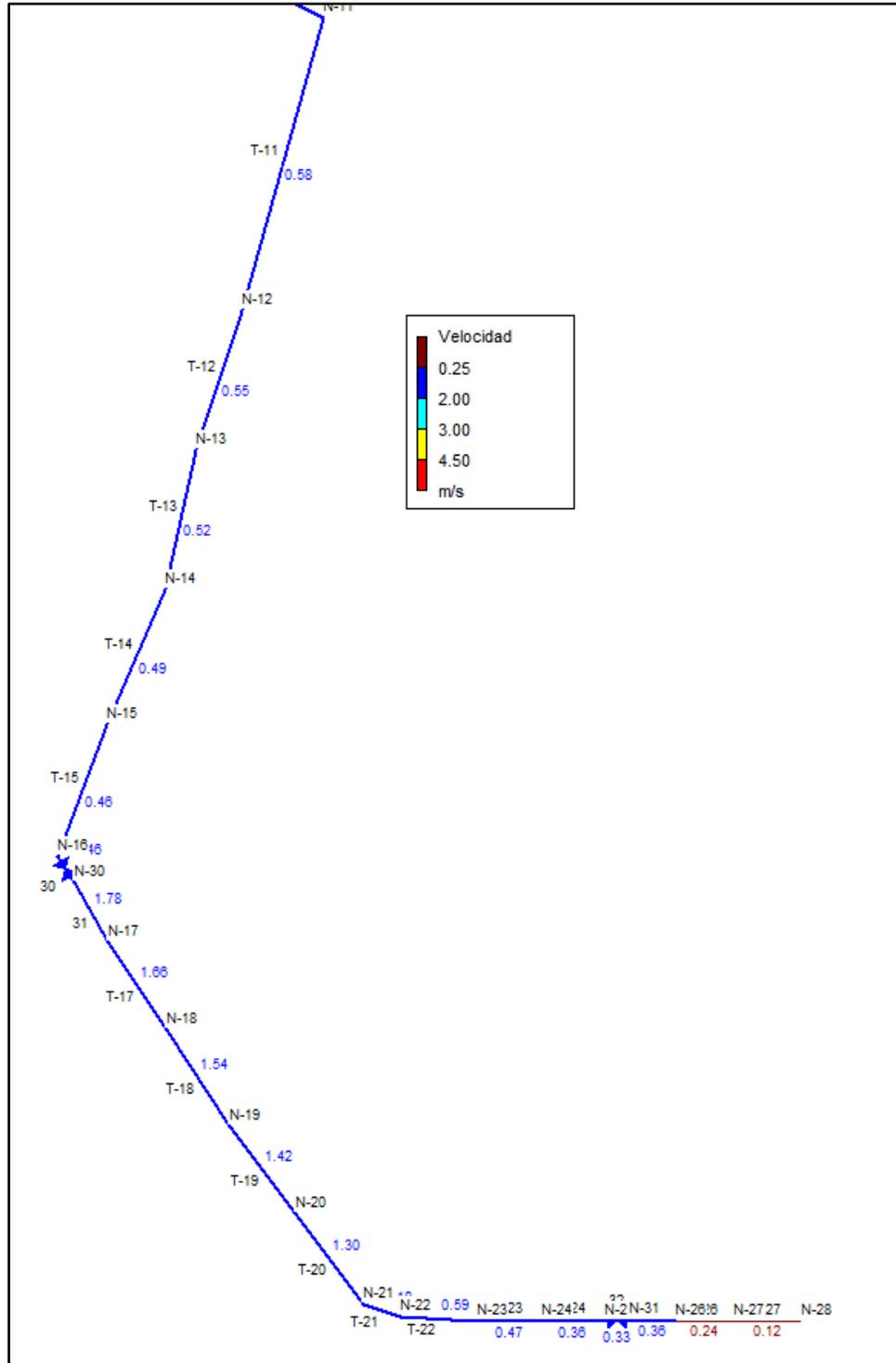
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°40. Red de distribución, velocidad tramo 1



Fuente: Software EPANET 2

Figura N°41. Red de distribución, velocidad tramo 2



Fuente: Software EPANET 2

Tabla N°38. Tabla de Resultados en Nudos – Modelación Estática

ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m	Demanda Base LPS
Conexión N-2	1035	1040.7	5.7	0
Conexión N-3	986.72	1027.33	40.61	0.0952
Conexión N-4	977.05	1026.61	49.56	0.0952
Conexión N-5	974.96	1025.94	50.98	0.0952
Conexión N-6	973.36	1025.31	51.95	0.0952
Conexión N-7	973.97	1024.73	50.76	0.095
Conexión N-8	976.45	1024.2	47.75	0.0952
Conexión N-9	980.24	1023.71	43.47	0.0952
Conexión N-10	982.96	1023.26	40.3	0.0952
Conexión N-11	989.99	1022.84	32.85	0.0952
Conexión N-12	974.28	1011.85	37.57	0.0952
Conexión N-13	972.54	1011.64	39.1	0.0952
Conexión N-14	971.53	1011.45	39.92	0.0952
Conexión N-15	957.32	1010.34	53.02	0.0952
Conexión N-16	965.4	1009.62	44.22	0
Conexión N-17	962.75	970.54	7.79	0.0952
Conexión N-18	955.34	963.34	8	0.0952
Conexión N-19	940.76	953.92	13.16	0.0952
Conexión N-20	930.45	947.15	16.7	0.0952
Conexión N-21	914.34	941.97	27.63	0.0952
Conexión N-22	913.58	941	27.42	0.476
Conexión N-23	914.22	938.86	24.64	0.0952
Conexión N-24	921.68	937.63	15.95	0.0952
Conexión N-25	922.11	937.57	15.46	0
Conexión N-26	899.32	920.86	21.54	0.0952
Conexión N-27	868.42	919.12	50.7	0.0952
Conexión N-28	867.52	919.08	51.56	0.0952
Conexión N-29	1035	1035	0	0
Conexión N-30	965.4	975.4	10	0
Conexión N-31	922.11	922.11	0	0
Embalse 1	1041.42	1041.42	0	0
Total=				2.665

Fuente: Software EPANET 2

Tabla N°39. Tabla de Resultados en Nudos – Modelación Estática

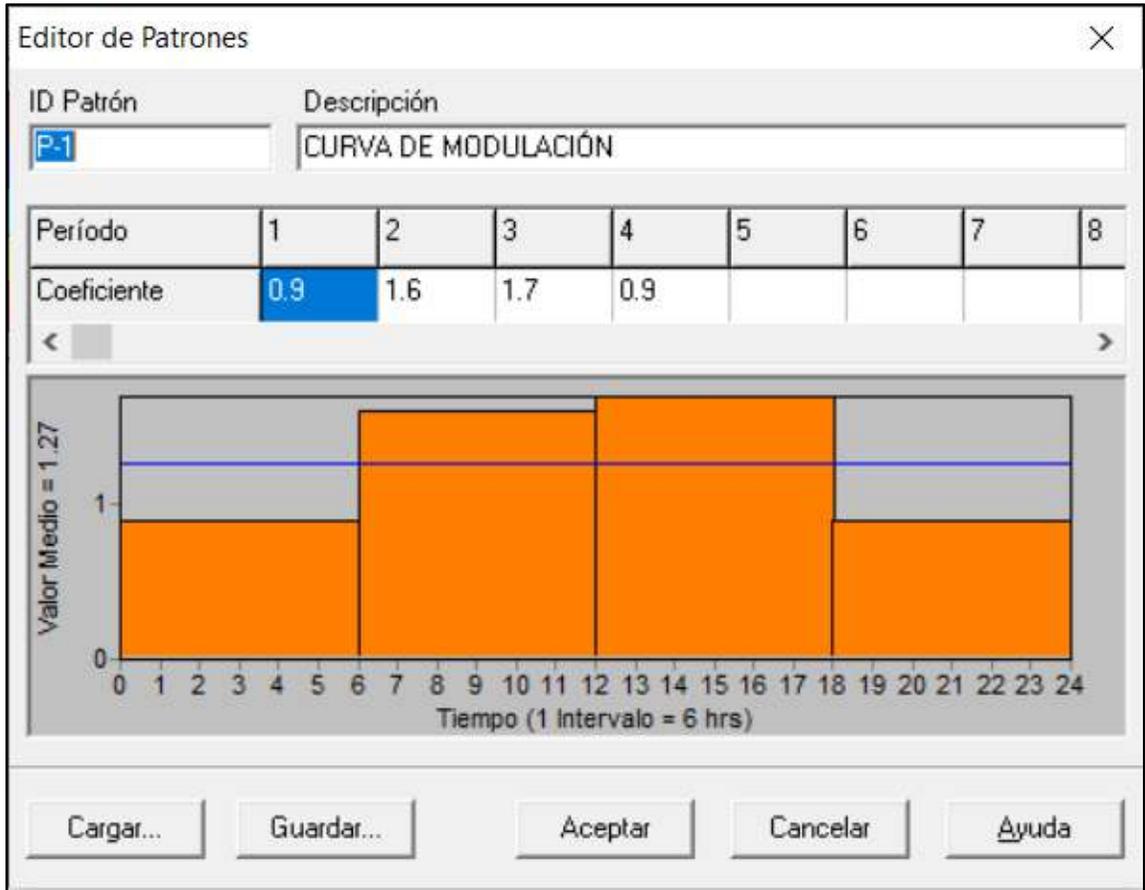
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COMUNIDAD LAS PEÑAS							
Tabla de Red – Líneas							
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
Tubería T-1	340	90	150	2.67	0.42	2.11	Abierto
Tubería T-3	64.15	63	150	2.57	0.82	11.21	Abierto
Tubería T-4	64.15	63	150	2.47	0.79	10.45	Abierto
Tubería T-5	64.15	63	150	2.38	0.76	9.72	Abierto
Tubería T-6	64.15	63	150	2.28	0.73	9.01	Abierto
Tubería T-7	64.15	63	150	2.19	0.7	8.33	Abierto
Tubería T-8	64.15	63	150	2.09	0.67	7.67	Abierto
Tubería T-9	64.15	63	150	2	0.64	7.04	Abierto
Tubería T-10	64.15	63	150	1.9	0.61	6.43	Abierto
Tubería T-11	1880	63	150	1.81	0.58	5.85	Abierto
Tubería T-12	40	63	150	1.71	0.55	5.29	Abierto
Tubería T-13	40	63	150	1.62	0.52	4.76	Abierto
Tubería T-14	260	63	150	1.52	0.49	4.25	Abierto
Tubería T-15	192.5	63	150	1.43	0.46	3.77	Abierto
Tubería T-17	80	32	150	1.33	1.66	90.03	Abierto
Tubería T-18	120	32	150	1.24	1.54	78.48	Abierto
Tubería T-19	100	32	150	1.14	1.42	67.67	Abierto
Tubería T-20	90	32	150	1.05	1.3	57.6	Abierto
Tubería T-21	20	32	150	0.95	1.18	48.28	Abierto
Tubería T-22	160	32	150	0.48	0.59	13.37	Abierto
Tubería T-23	140	32	150	0.38	0.47	8.85	Abierto
Tubería T-24	10	32	150	0.29	0.36	5.19	Abierto
Tubería T-26	710	32	150	0.19	0.24	2.45	Abierto
Tubería T-27	70	32	150	0.1	0.12	0.68	Abierto
Tubería T-2	640	63	150	2.67	0.86	11.99	Abierto
Tubería 31	47.5	32	150	1.43	1.78	102.3	Abierto
Tubería 33	240	32	150	0.29	0.36	5.19	Abierto
Válvula 28	NoDisponible	63	NoDisponible	2.67	0.86	5.7	Activo
Válvula 30	NoDisponible	63	NoDisponible	1.43	0.46	34.22	Activo
Válvula 32	NoDisponible	33	NoDisponible	0.29	0.33	15.46	Activo

Fuente: Software EPANET 2

3.2.7.1.2 Resultados de la Modelación Estática

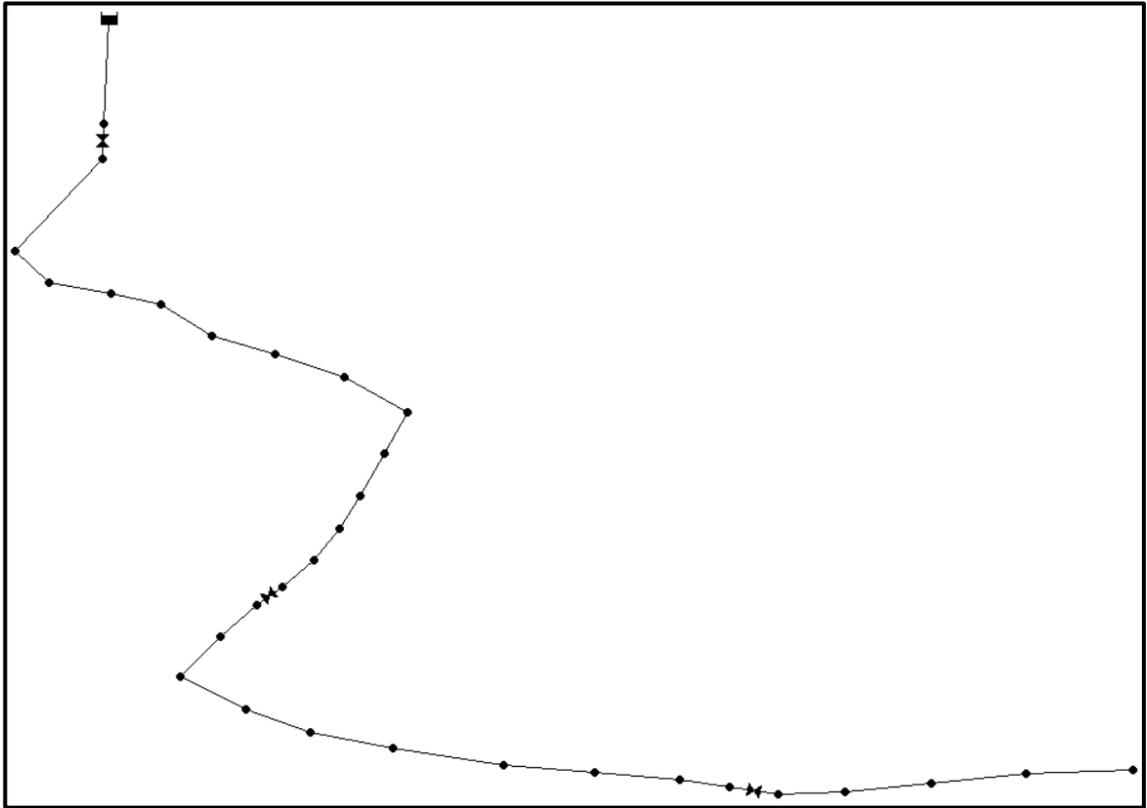
Para nuestro proyecto se realizó generando una curva de modulación con los siguientes valores en intervalos de 6 horas:

Figura N°42. Curva de Modulación



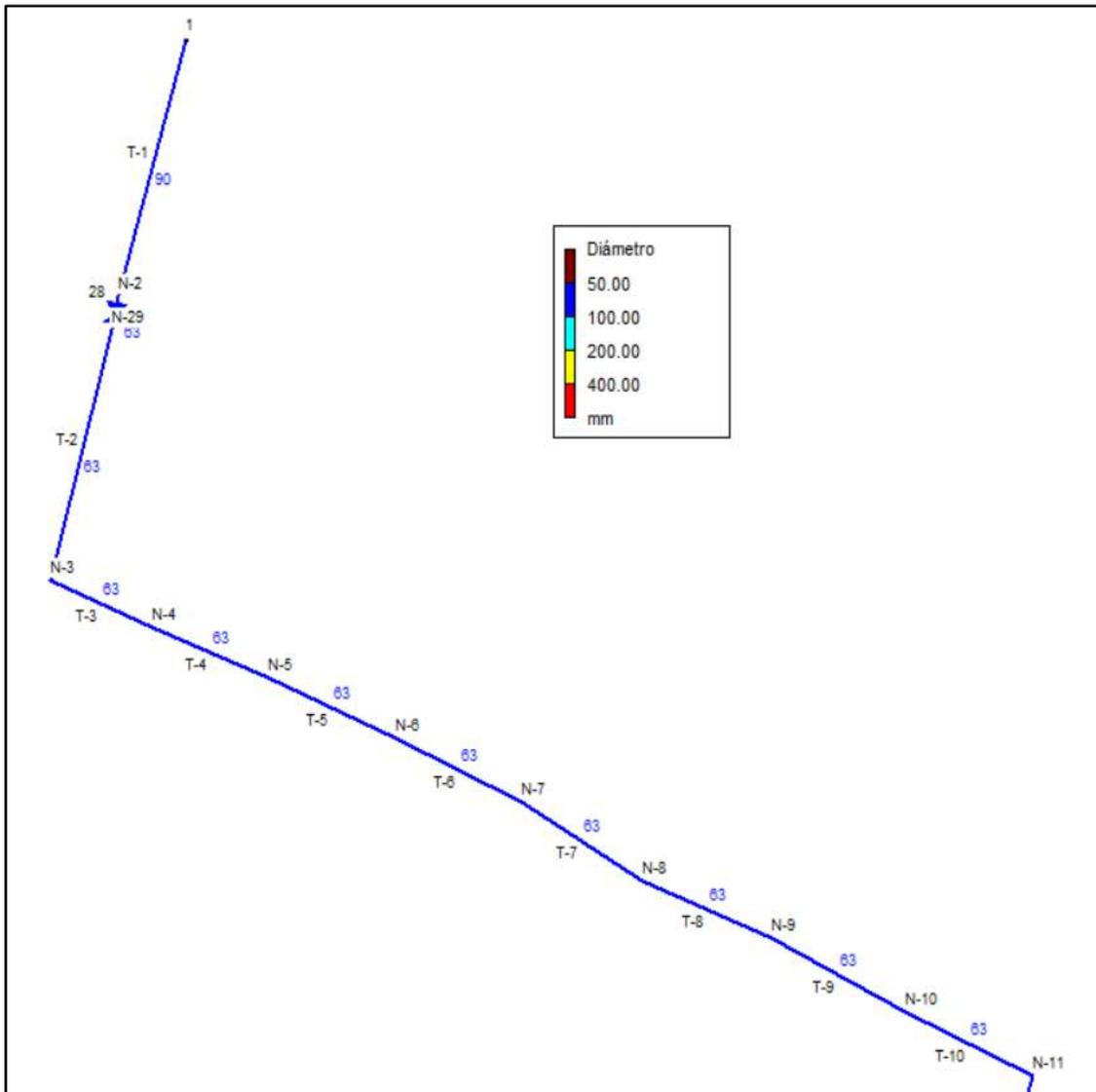
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°43. Red de distribución total modelo dinámico.



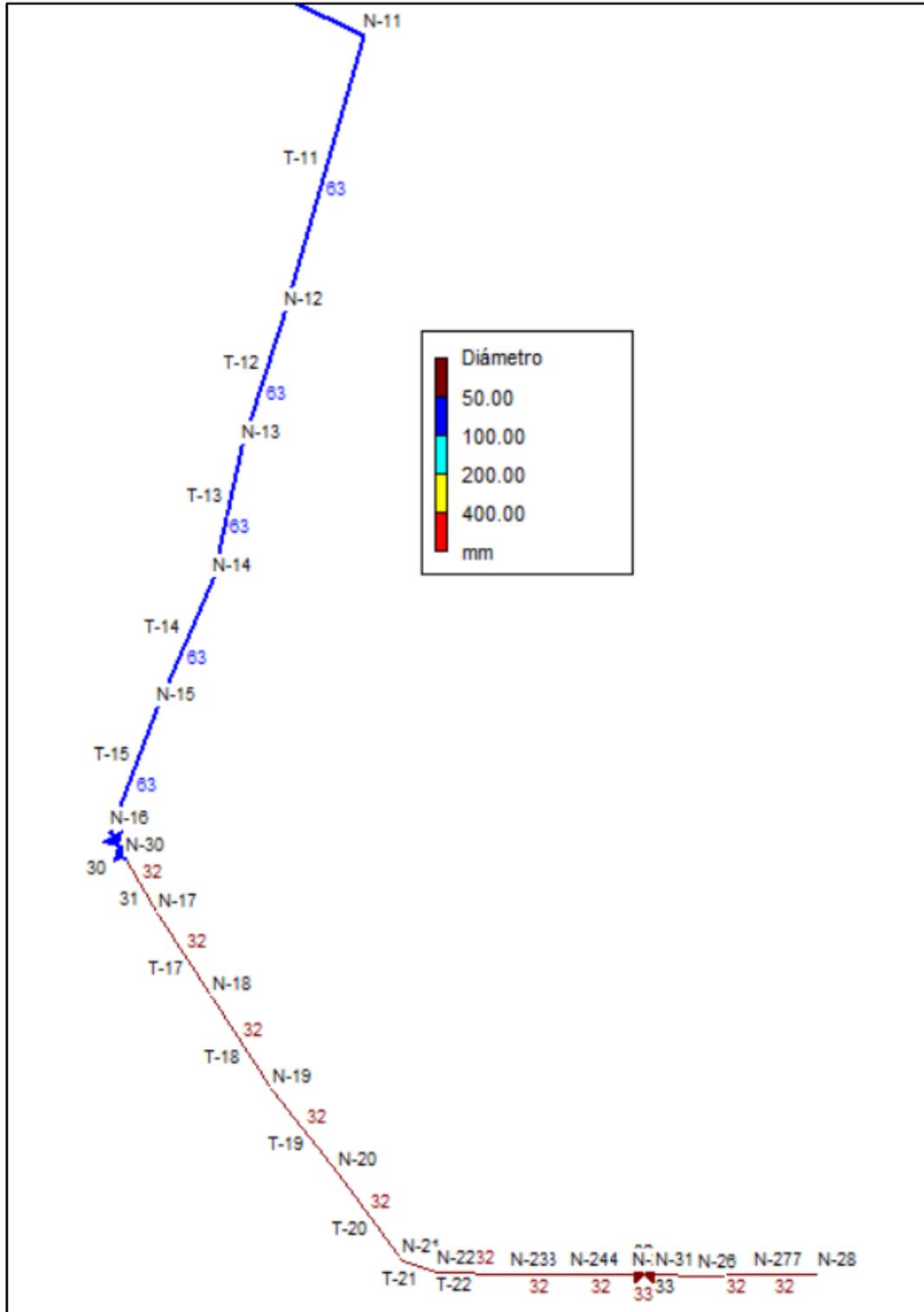
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°44. Red de distribución, diámetros tramo 1



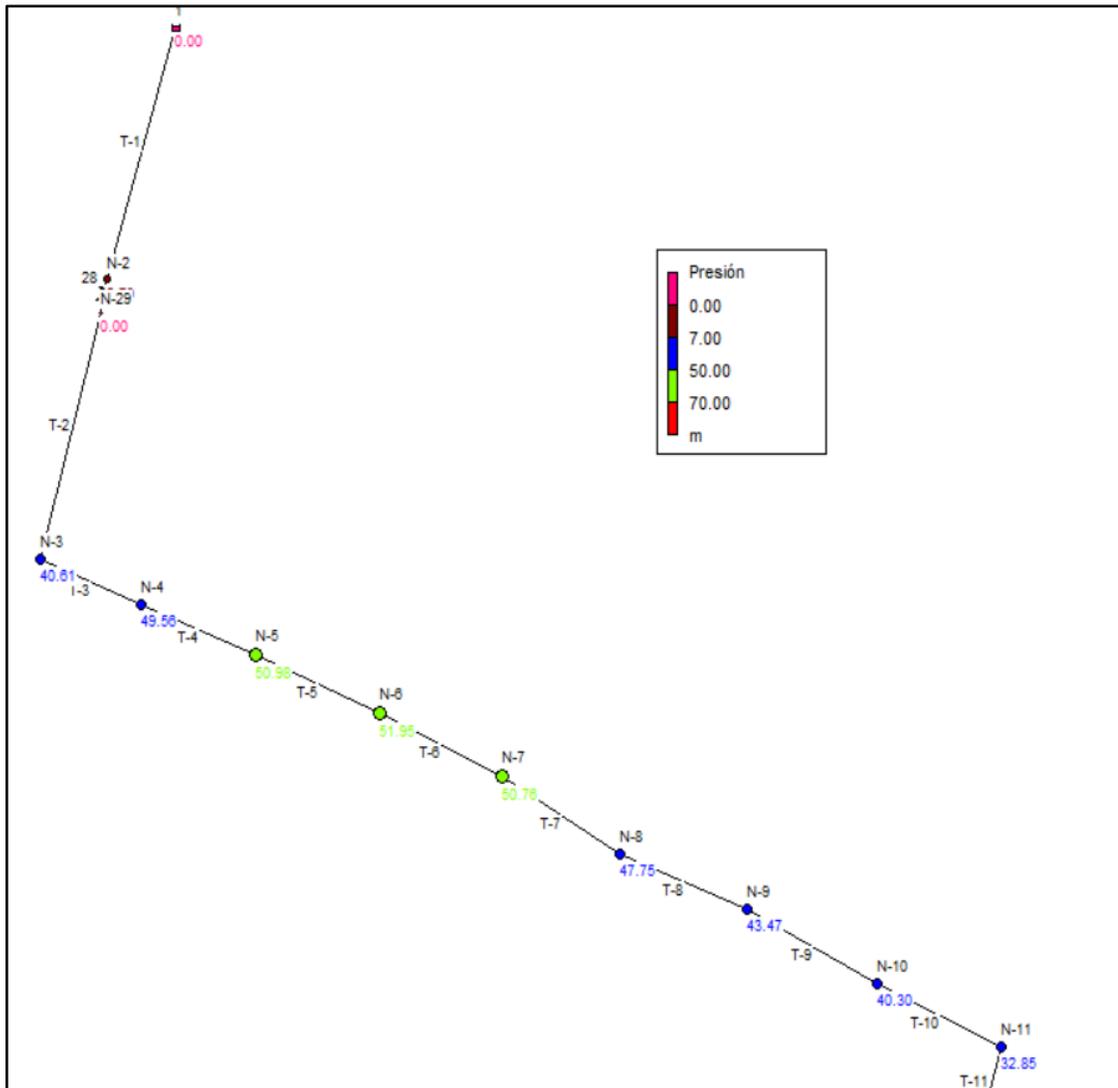
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°45. Red de distribución, diámetros tramo 2



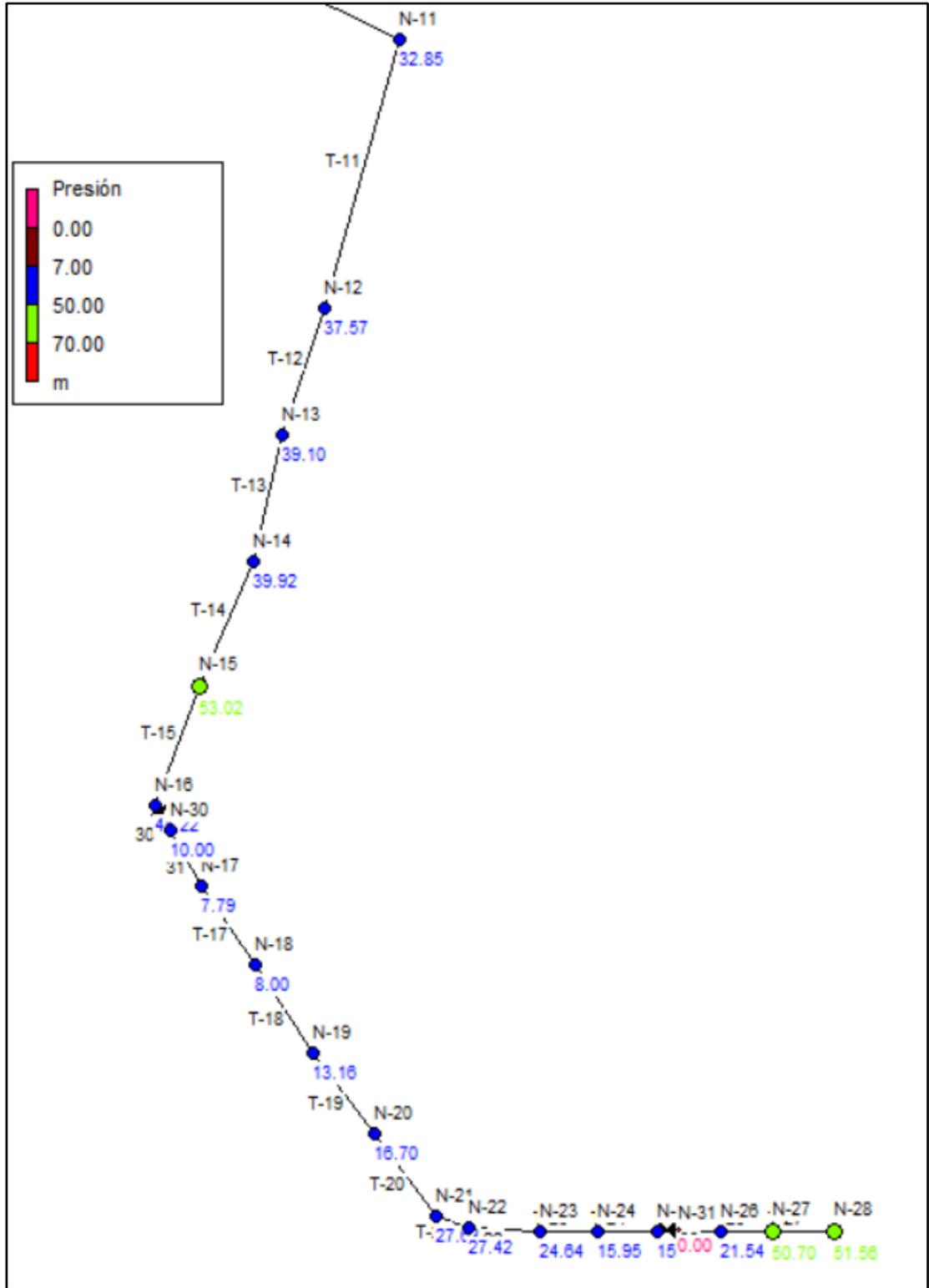
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°46. Red de distribución, Presiones tramo 1



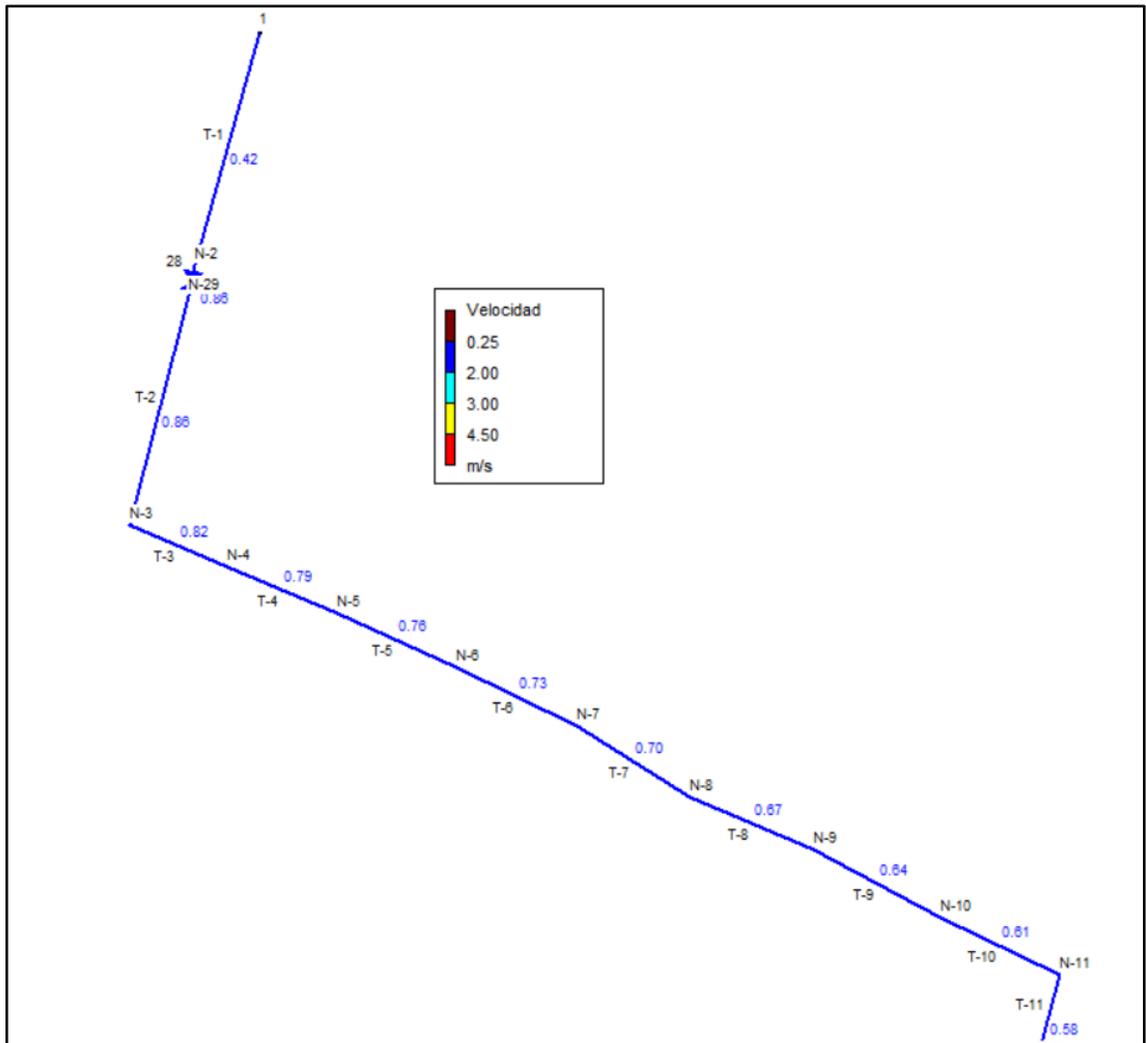
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°47. Red de distribución, Presiones tramo 2



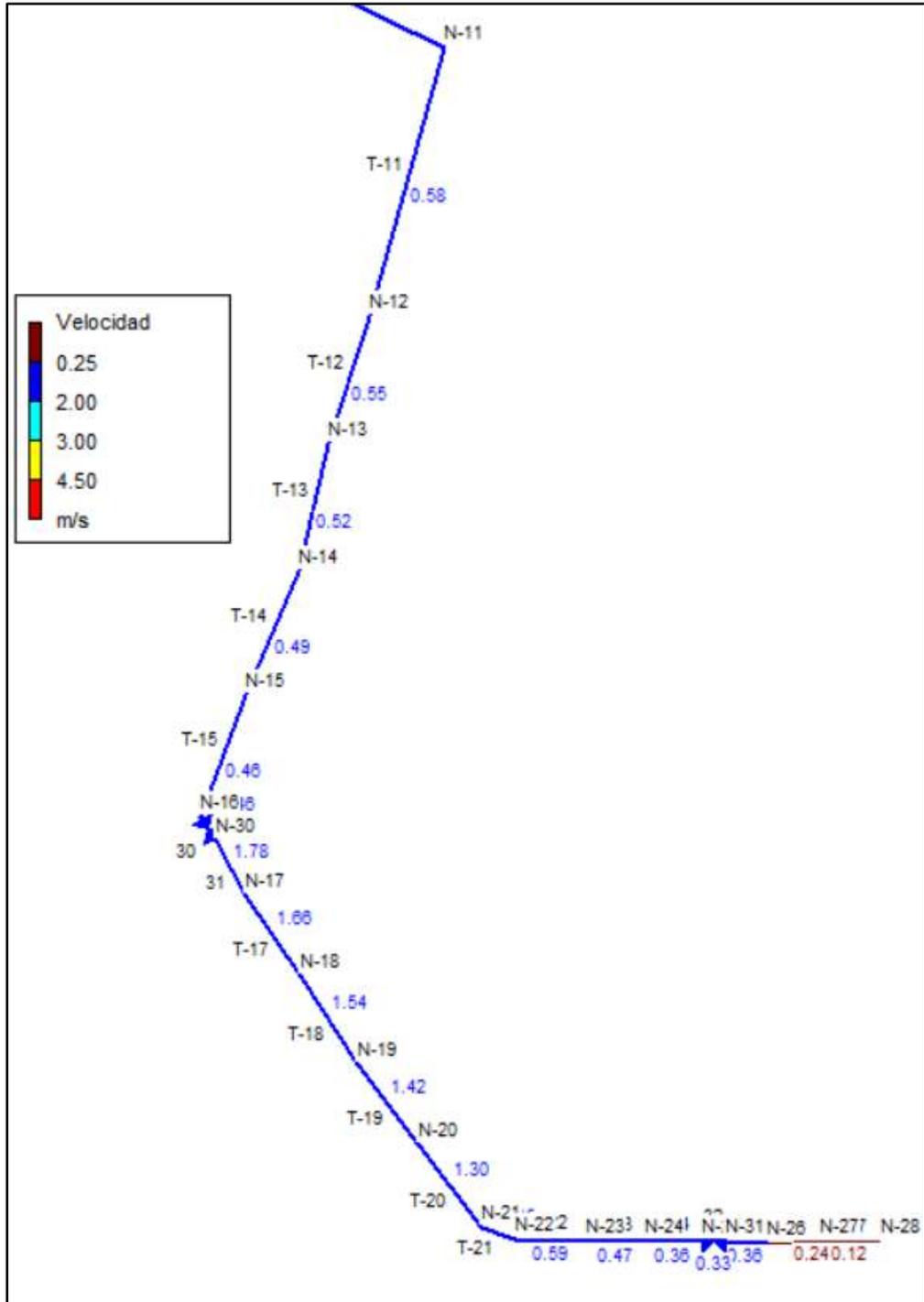
Fuente: Software EPANET 2

Figura N°48. Red de distribución, Velocidades tramo 1



Fuente: Software EPANET 2

Figura N°49. Red de distribución, Velocidades tramo 2



Fuente: Software EPANET 2

Tabla N°40. Tabla de Resultados en Nudos – Modelación Dinámico

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COMUNIDAD LAS PEÑAS			
Tabla de Red			
Nudos en 12:00 Hrs	Cota	Demanda Base	Altura
ID Nudo	m	LPS	m
Conexión N-2	1035	0	1040.70
Conexión N-3	986.72	0.0952	1027.33
Conexión N-4	977.05	0.0952	1026.61
Conexión N-5	974.96	0.0952	1025.94
Conexión N-6	973.36	0.0952	1025.31
Conexión N-7	973.97	0.095	1024.73
Conexión N-8	976.45	0.0952	1024.20
Conexión N-9	980.24	0.0952	1023.71
Conexión N-10	982.96	0.0952	1023.26
Conexión N-11	989.99	0.0952	1022.84
Conexión N-12	974.28	0.0952	1011.85
Conexión N-13	972.54	0.0952	1011.64
Conexión N-14	971.53	0.0952	1011.45
Conexión N-15	957.32	0.0952	1010.34
Conexión N-16	965.40	0	1009.62
Conexión N-17	962.75	0.0952	970.54
Conexión N-18	955.34	0.0952	963.34
Conexión N-19	940.76	0.0952	953.92
Conexión N-20	930.45	0.0952	947.15
Conexión N-21	914.34	0.0952	941.97
Conexión N-22	913.58	0.476	941.00
Conexión N-23	914.22	0.0952	938.86
Conexión N-24	921.68	0.0952	937.63
Conexión N-25	922.11	0	937.57
Conexión N-26	899.32	0.0952	920.86
Conexión N-27	868.42	0.0952	919.12
Conexión N-28	867.52	0.0952	919.08
Conexión N-29	1035	0	1035.00
Conexión N-30	965.40	0	975.40
Conexión N-31	922.11	0	922.11
Embalse 1	1041.42	No Disponible	1041.42

Fuente: Software EPANET 2

Tabla N°41. Tabla de Resultados en Líneas – Modelación Dinámico

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COMUNIDAD LAS PEÑAS							
Tabla de Red							
Líneas en 12:00 Hrs	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Estado
ID Línea	m	mm		LPS	m/s	m/km	
Tubería T-1	340	90	150	2.67	0.42	2.11	Abierto
Tubería T-3	64.15	63	150	2.57	0.82	11.21	Abierto
Tubería T-4	64.15	63	150	2.47	0.79	10.45	Abierto
Tubería T-5	64.15	63	150	2.38	0.76	9.72	Abierto
Tubería T-6	64.15	63	150	2.28	0.73	9.01	Abierto
Tubería T-7	64.15	63	150	2.19	0.70	8.33	Abierto
Tubería T-8	64.15	63	150	2.09	0.67	7.67	Abierto
Tubería T-9	64.15	63	150	2.00	0.64	7.04	Abierto
Tubería T-10	64.15	63	150	1.90	0.61	6.43	Abierto
Tubería T-11	1880	63	150	1.81	0.58	5.85	Abierto
Tubería T-12	40	63	150	1.71	0.55	5.29	Abierto
Tubería T-13	40	63	150	1.62	0.52	4.76	Abierto
Tubería T-14	260	63	150	1.52	0.49	4.25	Abierto
Tubería T-15	192.50	63	150	1.43	0.46	3.77	Abierto
Tubería T-17	80	32	150	1.33	1.66	90.03	Abierto
Tubería T-18	120	32	150	1.24	1.54	78.48	Abierto
Tubería T-19	100	32	150	1.14	1.42	67.67	Abierto
Tubería T-20	90	32	150	1.05	1.30	57.60	Abierto
Tubería T-21	20	32	150	0.95	1.18	48.28	Abierto
Tubería T-22	160	32	150	0.48	0.59	13.37	Abierto
Tubería T-23	140	32	150	0.38	0.47	8.85	Abierto
Tubería T-24	10	32	150	0.29	0.36	5.19	Abierto
Tubería T-26	710	32	150	0.19	0.24	2.45	Abierto
Tubería T-27	70	32	150	0.10	0.12	0.68	Abierto
Tubería T-2	640	63	150	2.67	0.86	11.99	Abierto
Tubería 31	47.50	32	150	1.43	1.78	102.30	Abierto
Tubería 33	240	32	150	0.29	0.36	5.19	Abierto
Válvula 28	No Disponible	63	No Disponible	2.67	0.86	5.70	Activo
Válvula 30	No Disponible	63	No Disponible	1.43	0.46	34.22	Activo
Válvula 32	No Disponible	33	No Disponible	0.29	0.33	15.46	Activo

Fuente: Software EPANET 2

Nota: para nuestro proyecto se tomarán los valores obtenidos en la modelación estática ya que los resultados arrojados en la simulación dinámica se acercaron a los de la modelación estática.

3.3.1 Presupuesto

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
	Linea de conduccion				
1	Replanteo y nivelacion para agua potable	m	8.125,89	0,46	3.737,91
2	Excavacion con maquina, zanja 0-2m, material sin clasificar	m3	5.688,12	3,55	20.192,83
3	Sum. instal. tuberia pvc d= 90mm 1.00 mpa	m	587,32	7,84	4.604,59
4	Sum. instal. tuberia pvc d= 63mm 1.00 mpa	m	5.169,52	5,62	29.052,70
5	Sum. instal. tuberia pvc d= 32mm 1.00 mpa	m	2.369,05	5,51	13.053,47
6	Relleno a maquina con suelo granular - kilo (inc. compactacion)	m3	831,59	21,05	17.504,97
7	Relleno a maquina con suelo natural	m3	1.706,44	5,17	8.822,29
8	S.c sub-base clase 3	m3	3.128,47	22,20	69.452,03
9	Caja de hormigon 0.80*0.50*1.00m	u	38,00	84,88	3.225,44
10	Sum. instal. caja valvula hf110 mm	u	1,00	39,06	39,06
11	Sum. instal. caja valvula hf 63mm	u	1,00	33,06	33,06
12	Valvula de compuerta hf 110mm	u	1,00	223,31	223,31
13	Valvula de compuerta h.f d=90mm (inc. accesorios)	u	1,00	175,31	175,31
14	Valvula de aire d=90mm	u	1,00	139,31	139,31
15	Valvula de purga hf d=90mm	u	1,00	151,31	151,31
16	Valvula reductora de presion de 63mm a 32mm (hierro)	u	1,00	727,14	727,14
17	Valvula de compuerta hf 63 mm	u	6,00	152,69	916,14
18	Valvula de aire d=63mm	u	10,00	107,69	1.076,90
19	Valvula de purga hf d=63mm	u	11,00	114,89	1.263,79
20	Valvula de compuerta hf 32 mm	u	2,00	98,51	197,02
21	Valvula de aire d=90mm	u	2,00	86,51	173,02
22	Valvula de purga hf d=32mm	u	2,00	94,74	189,48
23	Sum. instal tapon hembra pvc d=63 mm	u	5,00	8,64	43,20
24	Acometida intradomiciliaria aa.pp 1/2"	u	30,00	93,68	2.810,40
25	Tanque rompe presion según diseño (0.80*1.20)	u	2,00	1.068,06	2.136,12
26	Tee de 63mm	u	1,00	72,46	72,46
			SUBTOTAL 1:		180.013,26
	Tanque de reserva				
27	Desbrosque, desbroce y limpieza	m2	21,62	1,91	41,29
28	Replanteo y nivelacion (entre ejes de construccion)	m2	21,62	2,33	50,37
29	Excavacion suelo natural	m3	43,25	7,51	324,81
30	Relleno compactado/mejoramiento de suelo	m3	38,92	16,04	624,28
31	S.c sub-base clase 3	m3	4,32	22,20	95,90
32	Replantillo de hormigon simple f'c=180kg/cm2	m3	1,51	139,60	210,80
33	Encofrado paredes circulares	m2	44,77	16,60	743,18
34	Encofrado cupula	m2	7,00	16,60	116,20
35	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	2.193,64	1,62	3.553,70
36	Revestimiento de h.s en tanque f'c=280kg/cm2	m3	22,74	244,26	5.554,47
37	Hormigon simple en cupula de tanque f'c=210kg/cm2	m3	0,91	281,78	256,42
38	Enlucido mas impermeabilizante e=2-3cm	m2	28,73	14,71	422,62
39	Enlucido liso exterior e=1-3cm	m2	30,92	13,13	405,98
40	Malla electrosoldada 8mm a 15cm	m2	22,00	6,24	137,28
41	Malla de corral 5/8"	m2	59,36	6,12	363,28
42	Escalera tubo redondo 1 1/2"	m	9,50	22,68	215,46
43	Tapa de tol 1.50mm de 60*60cm	u	1,00	140,32	140,32
44	Pintura de caucho dos manos	m2	16,12	5,35	86,24
45	Accesorios de tanque de reserva inc. by pass	u	1,00	3.366,91	3.366,91
46	Caja de hormigon 0.80*0.50*1.00m	u	2,00	84,88	169,76
47	Valvula de compuerta h.f d=90mm (inc. accesorios)	u	1,00	175,31	175,31
48	Sum. instal. tuberia pvc d=110 mm 1.00mpa	m	20,00	13,31	266,20
49	Aireador de 150mm (tubo h.g)	m	2,00	17,98	35,96
50	Nepto de 150mm	u	1,00	30,46	30,46
			SUBTOTAL 2:		17.387,20
	Captacion				
51	Replanteo y nivelacion	m2	23,34	2,93	68,39
52	Desbrosque, desbroce y limpieza	m2	23,34	1,91	44,58
53	Excavacion suelo natural	m3	15,13	7,51	113,63
54	Relleno compactado/mejoramiento de suelo	m3	12,24	16,04	196,33

55	S.c sub-base clase 3	m3	3,06	22,20	67,93
56	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	953,41	1,79	1.706,60
57	Malla electrosoldada 8mm a 15cm	m2	34,53	6,24	215,47
58	Hormigon simple f'c=180kg/cm2	m3	5,18	139,60	723,13
59	Caja de hormigon 0.80*0.50*1.00m	u	1,00	84,88	84,88
60	Valvula de mariposa (paso) 110mm	u	1,00	218,51	218,51
61	Enlucido horizontal paleteado mortero 1:5	m2	37,80	13,12	495,94
62	Hormigon simple f'c=280kf/cm2 en muros inc. encofrado	m3	10,58	626,82	6.631,76
63	Relleno de mejoramiento capas de 20 de piedra bola y lastre	m3	6,90	19,32	133,31
64	Union universal 110mm pvc 1mpa	u	1,00	66,56	66,56
65	Canastilla de bronce 6 a 110mm	u	1,00	163,28	163,28
66	Valvula de compuerta h.f d=110mm (inc. accesorios)	u	1,00	253,73	253,73
67	Compuerta acero inoxidable de 40*35	u	1,00	300,71	300,71
68	Sum. instal. caja valvula hf110 mm (purga)	u	1,00	39,06	39,06
			SUBTOTAL 3:		11.523,80
	Potabilizacion				
69	Replanteo y nivelacion	m2	225,04	2,93	659,37
70	Desbroque, desbroce y limpieza	m2	225,04	1,91	429,83
71	Excavacion suelo natural	m3	27,91	7,51	209,60
72	Relleno compactado/mejoramiento de suelo	m3	24,19	16,04	388,01
73	S.c sub-base clase 3	m3	3,72	22,20	82,58
74	Replantillo de hormigon simple f'c=180kg/cm2	m3	1,86	139,60	259,66
75	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1.684,46	1,79	3.015,18
76	Hormigon simple f'c=210kg/cm2	m3	18,89	253,07	4.780,49
77	Hormigon simple f'c=180kg/cm2, en vigas	m3	1,05	139,60	146,58
78	Clorador	u	1,00	328,57	328,57
79	Caja de hormigon 0.80*0.50*1.00m	u	6,00	84,88	509,28
80	Valvula de compuerta h.f d=110mm (inc. accesorios)	u	3,00	253,73	761,19
81	Valvula de compuerta h.f d=90mm (inc. accesorios)	u	2,00	175,31	350,62
82	Sum. instal. tuberia pvc d= 90mm 1.00 mpa	m	42,73	7,84	335,00
83	Sum. instal. tuberia pvc d=110 mm 1.00mpa	m	20,00	13,31	266,20
84	Enlucido horizontal paleteado mortero 1:5	m2	109,84	13,12	1.441,10
85	Arena efectiva para tratamiento	m3	4,05	47,47	192,25
86	Triturado 3/4"	m3	2,03	15,83	32,13
87	Triturado 1" a 2"	m3	0,50	57,98	28,99
			SUBTOTAL 4:		14.216,63
			TOTAL:		223.140,89

SON: DOSCIENTOS VEINTE Y TRES MIL CIENTO CUARENTA DOLARES, 89/100 CENTAVOS

3.3.1.1 Cronogramas

El Cronograma Valorado de trabajo, mano de obra, materiales, cuadrilla tipo y la formula polinómica se encuentran en el Anexo E

3.3.1.2 Precios Unitarios

Los precios unitarios se encuentran en el Anexo F

3.3.2 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas se encuentran en el ANEXO G

3.3.2 Planos

Los planos del sistema se encuentran en el ANEXO H

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

- El sistema de agua potable existente no prestaba las condiciones necesarias para realizar una repotenciación por lo que se realizó un diseño de un nuevo sistema de agua potable para la población.
- Mediante el levantamiento topográfico se determinó que el diseño de la nueva red de agua potable será de ramales abiertos.
- El sistema de distribución tuvo un rediseño debido a que las presiones en los nudos no eran las óptimas al ser modeladas en el programa EPANET por lo que se realizó un nuevo dimensionamiento de las tuberías además de la colocación de una válvula reductora.
- El presupuesto referencial elaborado para nuestro proyecto arroja un valor de doscientos veinte y tres mil ciento cuarenta dólares, 89/100 centavos (223.140.89) correspondientes al mes de diciembre del 2021.

3.2 Recomendaciones

- Se recomienda seguir todas las especificaciones Técnicas expuestas en este proyecto al momento de su ejecución.
- Se recomienda conformar una junta de agua en la comunidad para la operación del nuevo sistema de agua potable.
- Se recomienda dar capacitaciones a las personas encargadas de las inspecciones en la potabilización acerca del uso del clorador.
- Se recomienda que al momento de la construcción se realice un análisis físico y químico del agua que se utilizará en el proyecto para mejorar el sistema de potabilización si la entidad contratante lo requiere conveniente.
- Se recomienda tener todas las instalaciones que conformar la captación y la potabilización libres de maleza.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. FUNDACIÓN, «AQUAE,» [En línea]. Available: <https://www.fundacionaquae.org/la-civilizacion-del-indo-y-el-saneamiento-en-la-antiguedad/>. [Último acceso: Lunes Mayo 2021].
- [2] M. J. Lopez Bautista, E. Portillo Huamani, A. A. Usca Sarmiento y C. A. VILCA SIVIRICHI, PROYECTO DE DISEÑO DE UN RESERVORIO PARA EL ABASTECIMIENTO CON AGUA POTABLE AL SECTOR DE NUEVA RINCONADA DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA, Lima, 2021.
- [3] A. Mendoza Vara, *Diseño de abastecimiento de agua y alcantarillado mediante sistema condominial para mejoramiento de calidad de vida*, Asociación Las Vegas Carabayllo, Lima, 2018, Lima, 2018.
- [4] «Noti Amazonia,» 13 Julio 2017. [En línea]. Available: <http://www.notiamazonia.com/regional/pastaza-para-octubre-se-preve-que-entre-en-funcionamiento-planta-de-agua-rio-blanco/>. [Último acceso: 5 Mayo 2021].
- [5] G. c. y. ambiente, «Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Veracruz,» Puyo, 2020.
- [6] Organización de las Naciones Unidas, «Desafíos Globales del Agua,» [En línea]. Available: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>. [Último acceso: Lunes Mayo 2021].
- [7] S. Huaquisto Cáceres y I. Chambilla Flores, «Análisis del consumo de agua potable en el centro poblado de Salcedo, Puno,» *Scielo*, vol. 19, nº 1, p. 12, 2019.
- [8] INEC, «Medición de los indicadores de Agua, Saneamiento e Higiene (ASH), en Ecuador,» Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2019/Indicadores%20ODS%20Agua%2C%20Saneamiento%20e%20Higiene-2019/3.%20Principales%20resultados%20indicadores%20ASH%202019.pdf>. [Último acceso: Lunes Mayo 2021].
- [9] Redacción El universo,, «Consumo de Agua potable aumenta en Ecuador debido al aislamiento obligatorio,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/04/05/nota/7804908/consumo-agua-potable-aumenta-debido-aislamiento-obligatorio/>.
- [10] Changjiang Institute of Survey Planning Design and Research (CISPDR), «Plan Nacional de la Gestión Integrada e Integral de los Recursos Hídricos de las cuencas y microcuencas hidrográficas de Ecuador,» QUITO, 2016.
- [11] I. Alarcón, «En Ecuador se gasta 40% más agua que el promedio de la región,» *El Comercio*, 22 Marzo 2018.
- [12] E. G. TRISOLINI, «MANUAL DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE EN POBLACIONES RURALES,» Lima, 2009.
- [13] E. EP, «Informe del analisis de las características de la calidad del agua.»]
- [14] M. Romero García, «TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN LA PURIFICACIÓN DEL AGUA,» *Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar*.

- [15 F. Aguirre Morales, Abastecimineto de agua para comunidades rurales, Machala:
] UTMACH, 2015.
- [16 R. Agüero Pittman, AGUA POTABLE PARA POBLACIONES RURALES, Lima:
] Asociación Servicios Educativos Rurales, 1997.
- [17 M. J. Mena Céspedes, «DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
] POTABLE DE LA PARROQUIA EL ROSARIO DEL CANTÓN SAN PEDRO DE
] PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA,» *Universidad Técnica de Ambato*, 2016.
- [18 A. Trapote Jaime, Infraestructuras Hidráulico-Sanitarias I. Abastecimiento y distribución
] de agua, Madrid: Universidad de Alicante, 2018.
- [19 B. A. Celi Suárez y F. E. Pesantez Izquierdo, Cálculo y diseño del Sistema de
] Alcantarillado y Agua potable para la lotización finca municipal, en el cantón El Chaco,
] Provincia de Napo, Escuela Politecnica del Ejercito, 2012.
- [20 INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, , *Normas para estudio y diseño
] de sistemas de Agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores
] a 1000 habitantes*, Quito, 1992.
- [21 B. P. Lárraga Jurado, *DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA AUGUSTO
] VALENCIA, CANTÓN VINCES, PROVINCIA DE LOS RÍOS*, Pontificia Universidad
] Católica del Ecuador, 2016.
- [22 E. M. Paredes Ponluisa, *Estudio y diseño de la red de conducción, almacenamiento y
] distribución de agua potable en la comunidad de Rumichaca perteneciente a la parroquia
] el Rosario del Cantón San Pedro de Pelileo, Provincia de Tungurahua*, Ambato:
] Universidad Tecnica de Ambato, 2020.
- [23 G. Nicola, Los pequeños sistemas de agua potable, Sur Editores , 1996.
]
- [24 M. d. R. Pérez Silva, ESTUDIO Y DISEÑO DE LA CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN,
] PLANTA DE TRATAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE
] ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PARROQUIA LLIGUA DEL
] CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y LA
] MODELACIÓN DE UN FILTRO LENTO DE ARENA PAR, Ambato, 2018.
- [25 Instituto Ecuatoriano de Normalización, *CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE
] SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE
] EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL.*, Quito, 1997.
- [26 Organización Panamericana de la Salud, GUÍA DE DISEÑO PARA LÍNEAS DE
] CONDUCCIÓN E IMPULSIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
] RURAL, Lima, 2004.