



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNA
LA CIÉNEGA EN CHANDUY”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

JOSTIN JAVIER PÉREZ CEDEÑO

JONATHAN CRISTIAN BAUTISTA SANTILLAN

TUTOR:

ING. RICHARD IVÁN RAMÍREZ PALMA, Mg.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA
LA COMUNA LA CIÉNEGA EN CHANDUY**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

JOSTIN JAVIER PÉREZ CEDEÑO

JONATHAN CRISTIAN BAUTISTA SANTILLAN

TUTOR:

ING. RICHARD IVÁN RAMÍREZ PALMA, MS.c

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, PhD.
DIRECTORA DE CARRERA



Ing. Richard Ramírez Palma, Mg.
DOCENTE TUTOR



Ing. Luis Pérez Panchez, Mg.
DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Richard Ramírez Palma, Mg.
DOCENTE UIC

DEDICATORIA

A mis padres, Liberton Pérez y Marianita Cedeño, por su amor incondicional y su apoyo constante. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, y por estar siempre a mi lado, brindándome la fuerza y el ánimo que necesite, a mis hermanos, Mariam Pérez y Washington Pérez por ser mis compañeros de vida y mi fuente de inspiración. Gracias por sus palabras de aliento, por su paciencia y por el gran apollo que me han brindado, a mi pareja, Dayan Ortega, por su amor y comprensión inquebrantables. Gracias por ser mi apoyo en los momentos más difíciles, por creer en mí y por darme la motivación para seguir adelante.

PÉREZ CEDEÑO JOSTIN JAVIER

Dedico este trabajo de titulación a mis queridos padres el Sr. Mariano Morales y la Sr. María Bautista por siempre darme ánimos en los momentos más difíciles y apoyarme incondicionalmente, sin ellos este logro académico no sería posible.


BAUTISTA SANTILLAN JONATHAN CRISTIAN

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema **Diseño del sistema de agua potable para la comuna La Ciénega en Chanduy** elaborado por el estudiante **Jostin Perez y Jonathan Bautista**, egresado de la carrera de **Ingeniería Civil**, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 8% de la valoración permitida.

(INSERTAR IMAGEN COMPILATIO)

FIRMA DEL TUTOR


Ing. Richard Iván Ramírez Palma, Mg.

C.I.: 0912246451

SISTEMA DE DISEÑO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNA LA CIENEGA EN CHANDUY



Nombre del documento: SISTEMA DE DISEÑO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNA LA CIENEGA EN CHANDUY.pdf ID del documento: 6b291da06c1aef3d2aec7406dd644bcf5f9a9b96 Tamaño del documento original: 1,56 MB Autores: []	Depositante: RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA Fecha de depósito: 27/11/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 27/11/2024	Número de palabras: 11.667 Número de caracteres: 75.836
---	--	--

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #55daf1 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (116 palabras)
2	dspace.uazuay.edu.ec https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3630/1/10310.pdf 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (55 palabras)
3	tesis.usat.edu.pe Repositorio de Tesis USAT: Diseño del sistema de abastecimiento... https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/5125 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (43 palabras)
4	archive.org CPE INEN 005-9-2: Código Ecuatoriano de la construcción. (C.E.C) diseñ... https://archive.org/details/ec.cpe.5.9.2.1997 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
5	Documento de otro usuario #6fe903 El documento proviene de otro grupo 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dspace.ups.edu.ec https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17736/1/UPS-ST004285.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
2	repositorio.upse.edu.ec Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena: ... https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/11597	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
3	www.dspace.espol.edu.ec http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52234/1/T-70588 Preciado - Cabrera.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
4	www.studocu.com Senagua norma rural para estudios y disenos - NORMA CO 10 ... https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-guayaquil/ingenieria-civil/senagua-norm...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (25 palabras)
5	alicia.concytec.gob.pe Metadatos: Diseño del sistema de abastecimiento de agua ... https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPC_98f8754b0bf6610d48b96eed2d3ab106/Details	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, PÉREZ CEDEÑO JOSTIN JAVIER y BAUTISTA SANTILLAN JONATHAN CRISTIAN, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNA LA CIÉNEGA EN CHANDUY”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente a nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,



JOSTIN JAVIER PÉREZ CEDEÑO

C.I. 0956771521



JONATHAN CRISTIAN BAUTISTA SANTILLAN

C.I. 1003282306

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

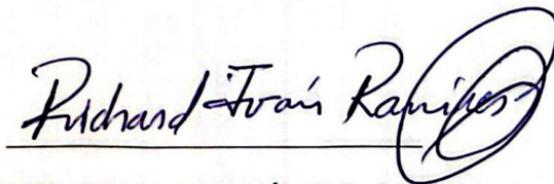
ING. RICHARD IVAN RAMIREZ PALMA, MSc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo “DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNA LA CIÉNEGA EN CHANDUY”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil elaborado por los señores **JOSTIN JAVIER PEREZ CEDEÑO** y **JONATHAN CRISTIAN BAUTISTA SANTILLAN**, egresado de la carrera de Ingeniería Civil, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

FIRMA DEL TUTOR

A handwritten signature in black ink, reading "Richard Iván Ramírez Palma". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

ING. RICHARD IVAN RAMÍREZ PALMA, Mg.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.
Celular: 0962183538
Correo: bettyruthgomez@educacion.gob.ec

CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

Yo, **BETTY RUTH GÓMEZ SUÁREZ**, en mi calidad de **LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS**, por medio de la presente tengo a bien indicar que he leído y corregido el Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, denominado **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNA LA CIÉNEGA EN CHANDUY”**, de los estudiantes: **PÉREZ CEDEÑO JOSTIN JAVIER** y **BAUTISTA SANTILLAN JONATHAN CRISTIAN**.

Certifico que está redactado con el correcto manejo del lenguaje, claridad en las expresiones, coherencia en los conceptos e interpretaciones, adecuado empleo en la sinonimia. Además de haber sido escrito de acuerdo a las normas de ortografía y sintaxis vigentes.

En cuanto puedo decir en honor a la verdad y autorizo a los interesados hacer uso del presente como estime conveniente.

Santa Elena, 19 de Noviembre del 2024



Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.
C.I. 0915036529

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS
Nº DE REGISTRO DE SENECYT 1050-2014-86052892

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por iluminar mi camino, darme fuerza para superar obstáculos y perseverancia para completar esta etapa de mi vida. Sin Su guía, este logro no habría sido posible.

A mis padres, por su amor, apoyo y sacrificios, que han sido la base sobre la cual he construido mis sueños. A mis hermanos, por su compañía y aliento incondicional, especialmente en momentos de duda.

A mi pareja, por su paciencia, comprensión y amor constante, que han sido esenciales en este viaje. A mis docentes, por su dedicación y sabiduría a lo largo de mi formación académica, y por enseñarme no solo conocimientos, sino también valores que llevaré conmigo siempre. Agradezco también a la directora de carrera por su liderazgo y compromiso con la excelencia, y a mi tutor de tesis por su invaluable apoyo durante todo el proceso.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron a la culminación de esta tesis. Su apoyo y colaboración han sido fundamentales para alcanzar este sueño. ¡Gracias de corazón!

PÉREZ CEDEÑO JOSTIN JAVIER

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme permitido llegar a conseguir esta meta en mi vida. A mi mamá quién me ha incentivado durante todo el trayecto de mi carrera profesional. A mi papá, mis hermanos, mis tíos quienes me han dado su apoyo incondicional para verme finalizar esta etapa de mi vida.

También agradezco a la UPSE y a sus docentes por haberme enseñado durante el tiempo que fui estudiante.

BAUTISTA SANTILLAN JONATHAN CRISTIAN

CONTENIDO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO.....	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	vii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	viii
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA	ix
AGRADECIMIENTOS	x
LISTA DE FIGURAS	xvii
LISTA DE TABLAS.....	xviii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT	xx
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.3 ANTEDECENTES.....	5
1.4 HIPÓTESIS.....	11
1.4.1 HIPÓTESIS GENERAL:.....	11
1.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:.....	11
1.5 OBJETIVOS	12
1.5.1 Objetivo General.....	12
1.5.2 Objetivos Específicos.....	12
1.6 ALCANCE.....	12
1.7 VARIABLES	14
1.7.1 Variables Dependientes:	14
1.7.2 Variables Independientes	14

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	15
2.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	15
2.2 AGUA POTABLE	16
2.2.1 CALIDAD DEL AGUA.....	17
2.3 FUENTE DE ABASTECIMIENTO.....	18
2.4 ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	18
2.5 CAPTACIÓN.....	18
2.6 CONDUCCIÓN	20
2.7 RECURSO HÍDRICO.....	25
2.8 ÁREA DE ESTUDIO	26
2.8 Perdidas de carga.	26
2.9 TIPOS DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍA.....	27
2.10 ECUACIÓN DE DARCY-WEISBACH	27
2.11 ECUACIÓN DE HAZEN-WILLIAMS.....	28
2.12 VALVULAS DE AIRE	28
2.13 VALVULAS DE DESAGÜE.....	29
CAPITULO III: MÉTODOLÓGÍA	29
3.1 TIPO DE ESTUDIO	30
3.2 NIVEL DE ESTUDIO	30
3.3 MODALIDAD DE ESTUDIO.....	30
3.4 METODO ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACION.....	31
3.4.1 Método	31
3.4.2 Enfoque	31
3.4.3 Diseño	32

3.5 METODOLOGÍA DEL O.E.1. REALIZAR EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO UTILIZANDO GNSS RTK, PARA DETERMINAR LOS DIFERENTES NIVELES, PERFILES Y COORDENADAS DEL TERRENO..	32
3.5.1 Levantamiento en la cabecera “La CIENAGA”.....	33
3.6.1 POBLACION ARITMETICA.....	36
3.6.2 POBLACIÓN GEOMÉTRICA	37
3.6.3 POBLACION EXPONENCIAL.....	38
3.7 METODOLOGÍA DEL O.E.3. MODELAR EL SISTEMA DE AGUA POTABLE, DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE UTILIZANDO SOFTWARE ESPECIALIZADO, CON EL FIN DE OPTIMIZAR SU DISEÑO Y ASEGURAR UN RENDIMIENTO EFICIENTE Y FIABLE.....	38
3.7.1 CAUDAL MEDIO DIARIO.....	39
3.7.2 CAUDAL MÁXIMO DIARIO.....	40
3.7.3 CAUDAL MÁXIMO HORARIO.....	40
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	41
4.1 RESULTADOS DEL O.E.1 REALIZAR EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO UTILIZANDO GNSS RTK, PARA DETERMINAR LOS DIFERENTES NIVELES, PERFILES Y COORDENADAS DEL TERRENO..	41
4.1.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO	41
4.2 RESULTADO DEL O.E.2 DEFINIR LOS PARÁMETROS CRECIMIENTO POBLACIONAL, DOTACION DE AGUA POTABLE Y DE DISEÑO HIDRÁULICO ACORDE A LA NORMATIVA NACIONAL VIGENTE PARA DETERMINAR EL CAUDAL DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	42
4.2.1 Población aritmética.....	43
4.2.2 Población geométrica.....	43
4.2.3 Población exponencial	43
4.2.4 DOTACIÓN	46

4.2.5 PERIODO DE DISEÑO.....	49
4.3 RESULTADOS DEL O.E.3 MODELAR EL SISTEMA DE AGUA POTABLE, DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE UTILIZANDO SOFTWARE ESPECIALIZADO, CON EL FIN DE OPTIMIZAR SU DISEÑO Y ASEGURAR UN RENDIMIENTO EFICIENTE Y FIABLE.....	49
4.3.1 VARIACIONES DE CONSUMO.....	49
4.3.2 Caudal Medio Diario.....	50
4.3.3 Caudal Máximo Diario	50
4.3.4 Caudal Máximo Horario	51
4.3.5 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN: 52	
4.3.6 ESQUEMA DEL TRAZADO DE LA TUBERÍA DE LA COMUNA LA CIÉNEGA.	54
4.3.7 CAUDAL DEL EFLUENTE.....	55
4.3.8 BOMBEO DE CAIMITO HACIA LA CIÉNEGA	55
4.3.9 PLANTA DE TRATAMIENTO.....	56
4.3.10 RED DE DISTRIBUCION	56
4.3.11 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	57
4.3.12 VOLUMEN DE LA CAPTACIÓN	58
4.3.13 OBTENCIÓN DE RESULTADOS EN EL PROGRAMA WATER ..	58
4.3.14 CALCULO DEL DIAMETRO DE SUCCION DE LA BOMBA	61
4.3.15 CALCULO DEL DIAMETRO DE IMPULSION DE LA BOMBA...	62
4.3.16 PERDIDAS DE CARGA.....	62
4.3.17 CALCULO DE LA ALTURA DINAMICA TOTAL.....	63
4.3.18 CALCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA	64
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
5.1 CONCLUSIONES	64

5.2 RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS.....	72
Registro fotográfico	72
Levantamiento topográfico	74
Tubería de Conducción de la comuna La Ciénega.....	105
Perfil de Terreno de la comuna La Ciénega.....	105
Recorrido de Tubería de Conducción.	106
Tubería de Distribución de la comuna La Ciénega.....	107
Perfil de Terreno vs Gradiente Hidráulico de la Comuna la Ciénega.....	108
Resultado de parámetros hidráulicos de tuberías del diseño de red.....	109
Presupuesto General.....	112

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 UBICACIÓN DE LA COMUNA LA CIÉNEGA	26
FIGURA 2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA LEVANTADA.....	34
FIGURA 3 CRECIMIENTO POBLACIONAL POR EL MÉTODO ARITMÉTICO.....	45
FIGURA 4 CRECIMIENTO POBLACIONAL POR EL MÉTODO GEOMÉTRICO	45
FIGURA 5 CRECIMIENTO POBLACIONAL POR EL MÉTODO EXPONENCIAL.....	46
FIGURA 6 UBICACIÓN Y TRAZADO DE LA RED PRINCIPAL.....	54

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 PUNTOS DEL ÁREA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	34
TABLA 2	34
TABLA 3 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	42
TABLA 4 TABLA DE PROYECCIONES DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL POR TRES MÉTODOS DIFERENTES.....	43
TABLA 5 NIVELES DE SERVICIO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS.....	47
TABLA 6 DOTACIONES DE AGUA PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE SERVICIO	48
TABLA 7 PORCENTAJE DE FUGAS A CONSIDERARSE EN EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	52
TABLA 8	57
TABLA 9	58

“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNA LA CIÉNEGA EN CHANDUY”

Autores: Pérez Cedeño Jostin Javier

Bautista Santillán Jonathan Cristian

Tutor: Ing. Ramírez Palma Richard Iván, Mg.

RESUMEN

Este estudio aborda el diseño y análisis de un sistema de abastecimiento de agua potable para la comuna rural La Ciénega del cantón de Santa Elena con acceso limitado al agua.

La comuna la Ciénega tiene un área de 7 000 hectáreas con una población actual de 200 habitantes a quienes se les va a brindar un mejor estilo de vida distribuyendo agua hacia sus hogares. El sistema de agua potable está diseñado con tubería PEAD (polietileno de alta densidad) con diámetros de 110 mm en las redes menores, siguiendo las normas del Código Ecuatoriano de la Construcción. La captación será desde la Comuna Caimito tomándose de una cisterna que bombeará hacia un tanque elevado en La Ciénega, el cual se encargará de la distribución del agua a gravedad por medio de un tanque elevado. Esta distancia es de Caimito a La Ciénega es de 12 km.

PALABRAS CLAVE: *Sistema de agua potable, diseño de red, hidráulica, software, WaterGEMS*

“DESIGN OF THE DRINKING WATER SYSTEM FOR THE COMMUNE OF LA CIÉNEGA IN CHANDUY”

Autores: Pérez Cedeño Jostin Javier

Bautista Santillán Jonathan Cristian

Tutor: Ing. Ramírez Palma Richard Iván, Mg.

ABSTRACT

This study addresses the design and analysis of a drinking water supply system for the rural commune of La Ciénega in the canton of Santa Elena with limited access to water.

The La Ciénega commune has an area of 7,000 hectares with a current population of 200 inhabitants who will be provided with a better lifestyle by distributing water to their homes. The drinking water system is designed with HDPE (high-density polyethylene) pipes with diameters of 110 mm in the minor networks, following the standards of the Ecuadorian Construction Code. The collection will be from the Caimito Commune, taking from a cistern that will pump to an elevated tank in La Ciénega, which will be responsible for the distribution of water by gravity through an elevated tank. This distance from Caimito to La Ciénega is 12 km.

KEYWORDS: *Drinking water system, network design, hydraulics, software, WaterGEMS*

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Un sistema de agua potable es un método de infraestructura fundamental diseñado para poder captar, trasladar, tratar y distribuir agua segura y de calidad a comunidades o alguna región específica (Portillo & Herrera, 2023). Su objetivo principal es garantizar que el agua, sea obtenida de fuentes naturales como ríos, lagos, lagunas o acuíferos, en donde cumpla con los estándares de calidad básicos y esté disponible en cantidad y presiones adecuadas para satisfacer las necesidades domésticas, comerciales, industriales y, en otros casos, de servicios públicos como el control de incendios (Taris Tandalla, 2017).

La planificación y diseño de una red de agua potable involucra una serie de estudios y consideraciones técnicas, en donde se incluye la demanda de agua, las características topográficas del área, el tipo de terreno y los posibles desafíos ambientales y sociales. Además, se debe considerar aspectos económicos y de sostenibilidad, buscando reducir pérdidas y optimizar el consumo de energía, lo cual es fundamental en tiempos de creciente incertidumbre por el cambio climático y la escasez de agua (Puccio Sanchez, 2022).

Estos sistemas de agua constan de varios componentes como son: estaciones de captación, plantas de tratamiento para asegurar la potabilidad, estaciones de bombeo que mantienen la presión, tuberías de distribución y tanques de almacenamiento para gestionar la demanda requerida de la población. El buen diseño y mantenimiento de estos elementos son fundamentales para evitar problemas como la pérdida de agua, la contaminación y fallas en el suministro del sistema (Rodríguez-Procel & Benavides-Muñoz, 2021).

El acceso al agua potable es vital para el desarrollo de las comunidades y países, ya que garantiza el bienestar de sus habitantes. En nuestro país, muchas comunidades pequeñas aún no cuentan con sistemas de agua potable, o bien, disponen de sistemas que requieren una rehabilitación urgente (Herrera-Franco et al., 2020). Es fundamental que estos sistemas cumplan con las normativas vigentes para asegurar la calidad del agua, reduciendo así el riesgo de enfermedades en las poblaciones beneficiadas.

Este proyecto de grado tiene como objetivo diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable que cumpla con las Normas del Código Ecuatoriano de la Construcción, mejorando así el estatus de vida de los habitantes de la comuna La Ciénega del Cantón Santa Elena de la provincia de Santa Elena al dotarlos de un servicio básico adecuado, debido a que, en la actualidad, esta comunidad carece de un sistema eficiente para satisfacer sus necesidades básicas de agua para el buen vivir de todos (Medina Alvarado & Vidal Cruz, 2022).

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El agua ostenta un papel fundamental y esencial para la existencia de la vida, razón por la cual los asentamientos humanos ancestrales se establecieron en proximidad a fuentes hídricas como ríos, lagos y manantiales (Rolland & Vega Cárdenas, 2010). Los métodos para transportar y almacenar agua a distancias considerablemente lejanas de sus fuentes originales evolucionan incluyendo la explotación de recursos subterráneos (Chile, 2014).

Estos progresos han posibilitado la expansión de poblaciones hacia áreas distantes de los cauces naturales, ya que ahora es viable trasladar el agua según las necesidades (Sánchez Tapiero & Mendoza Valencia, 2021). En la contemporaneidad, el uso del agua abarca una multiplicidad de funciones vitales, incluyendo el consumo humano, la higiene personal, la limpieza doméstica, la preparación de alimentos, la actividad agrícola, el sector industrial, la generación de energía hidroeléctrica, la navegación y la recreación (Salazar-Briones et al., 2018).

Dada su multifuncionalidad, el agua se erige como un recurso de ineludible importancia en cualquier contexto. A pesar de la riqueza de recursos hídricos en Ecuador, tanto subterráneos como superficiales, la falta de implementación de proyectos hidráulicos ha generado un déficit de agua en las zonas rurales (Morán et al., 2019). Por ende, resulta imperativo buscar alternativas de financiamiento a través de organismos no gubernamentales para mejorar la calidad de vida en estas áreas (Arnold, 2000)

Conforme a lo establecido por la Asamblea Nacional Constituyente (Constituyente, 2008) en la Constitución de la República del Ecuador, el agua es un derecho humano fundamental. Sin embargo, la carencia de gestión y recursos para proyectos hidráulicos ha exacerbado el déficit hídrico en el país, especialmente con la creación de nuevos asentamientos (Núñez-Sánchez & Valente, 2023). Esta situación subraya la urgencia de implementar proyectos de saneamiento para mitigar el déficit y evitar el consumo de agua sin el debido tratamiento (MAE, 2012).

De acuerdo con Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (Censo, 2010) la provincia de Santa Elena experimenta un acelerado crecimiento poblacional y económico, lo que aumenta la demanda por servicios básicos como agua potable, alcantarillado y vialidad. Aunque los municipios representan un grupo demográfico significativo en la provincia, las necesidades en zonas rurales no siempre reciben la debida prioridad (Leobaldo & Urrunaga, 2023). Esta falta de planificación para proveer servicios básicos puede llevar a un estancamiento socioeconómico local, de no ser abordada adecuadamente.

Como contempla Naciones Unidas (2018), la investigación aborda principalmente el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 6, "Agua Limpia y Saneamiento", el cual tiene como objetivo garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos (Cogato, Cei, Marinello, & Pezzuolo, 2023).

La investigación se centra en el diseño y mejora del sistema de agua potable en una comunidad específica, buscando reducir pérdidas de agua, aumentar la eficiencia del sistema y satisfacer las necesidades de la población en términos de acceso a agua potable de calidad. Además, alude indirectamente a otros ODS como el ODS 11 "Ciudades y Comunidades Sostenibles", al destacar la importancia de mejorar los servicios básicos en áreas urbanas y rurales para asegurar un desarrollo sostenible y equitativo (MAE, 2012).

El problema de investigación se puede enmarcar en la siguiente interrogante general:

P.G. ¿Cómo contribuirá el diseño de agua potable, basado en parámetros hidráulicos, a mejorar el acceso al agua potable en la Comuna La Ciénega? De la cual se derivan tres preguntas específicas:

P.E.1. ¿Cómo variarán las necesidades de consumo de agua en la Comuna La Ciénega según factores residenciales, comerciales e industriales, y cómo se utilizará esta información para dimensionar el sistema de agua potable?

P.E.2. ¿Cuáles serán los parámetros hidráulicos fundamentales requeridos por la normativa nacional vigente para el diseño de agua potable en la Comuna La Ciénega, y cómo influirán estos parámetros en la planificación y construcción de la red?

P.E.3. ¿Cómo contribuirá el modelado del sistema de distribución de agua potable mediante software especializado para mejorar la eficiencia y fiabilidad del sistema en la Comuna La Ciénega?

1.3 ANTEDECENTES

Como menciona (Sánchez Tapiero & Mendoza Valencia, 2021) en el ámbito internacional, la investigación titulada "SIG aplicado a la optimización del tiempo de diseño en redes de distribución de agua potable", tiene como finalidad demostrar cómo la implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) puede mejorar significativamente el proceso de diseño de redes de distribución de agua potable.

Este estudio presenta un enfoque innovador para la adquisición de datos necesarios para el cálculo hidráulico, facilitando la obtención de elevaciones, áreas aferentes y demanda base en los puntos de conexión del sistema, así como la realización de

correcciones topológicas mediante el uso del software ArcGIS, optimizando así el tiempo y la calidad del diseño (Sánchez Tapiero & Mendoza Valencia, 2021).

El objetivo principal de esta investigación es optimizar el tiempo de diseño de redes de distribución de agua potable mediante la implementación de SIG, mejorando la precisión y confiabilidad en la adquisición de datos de entrada como elevaciones, áreas aferentes y demanda base, realizando un análisis topológico para corregir el trazado de la red utilizando herramientas del software ArcGIS, y facilitando la integración de datos en software de simulación hidráulica, específicamente Epanet, garantizando un diseño óptimo y de alta calidad (Pereyra & Martin, 2018).

La metodología empleada en este estudio se divide en tres fases consecutivas, cada una abordando un aspecto crítico del diseño de redes de distribución. En la primera fase, se realizó el diseño preliminar de la red en CAD utilizando un plano topográfico, asegurando el cumplimiento de la normativa colombiana y una configuración hidráulica combinada para mejorar la distribución de presiones y caudales (Rodríguez-Procel & Benavides-Muñoz, 2021). En la segunda fase, se llevó a cabo un análisis topológico para identificar y corregir errores en los puntos de conexión.

Posteriormente, se generó un modelo digital de elevación (DEM) a partir de curvas de nivel, permitiendo una visualización precisa de las elevaciones en la zona de estudio. Además, se aplicó el método de polígonos de Thiessen para determinar las áreas aferentes a cada punto de conexión. tuberías necesarias utilizando los datos obtenidos del SIG, se realizó la simulación hidráulica en WaterGEMS, determinando los diámetros de tuberías necesarios para un periodo de diseño de 24

horas y evaluando el comportamiento de la red bajo diferentes condiciones de presión y caudal. Los resultados de la investigación se presentarán en tres fases.

En la primera fase, el diseño inicial en CAD mostrará una configuración hidráulica combinada que mejorará la flexibilidad y eficiencia operativa del sistema, contemplando futuros puntos de conexión para urbanizaciones. En la segunda fase, el análisis topológico revelará y corregirá errores en los puntos de conexión. El DEM permitirá identificar zonas de alta y baja presión, y los polígonos de Thiessen proporcionarán una determinación precisa de las áreas aferentes.

Los datos de elevaciones y demanda base serán exportados a una hoja de cálculo para su uso en Epanet. En la tercera fase, la simulación en Epanet mostrará diámetros de tuberías entre 75 mm y 150 mm, cumpliendo con la normativa. Se podrá observar un comportamiento óptimo de la red durante la hora pico, con adecuadas presiones y caudales. En conclusión, la implementación de SIG en el diseño de redes de distribución de agua potable ha demostrado ser altamente eficaz para la optimización del tiempo y la precisión en la obtención de datos de entrada.

La metodología desarrollada permitirá integrar herramientas de SIG y modelado hidráulico, mejorando significativamente la calidad del diseño y la eficiencia operativa del sistema. Los resultados podrán confirmar que el uso de SIG facilita la gestión de información georreferenciada, reduciendo el tiempo necesario para la adquisición de datos y mejorando la precisión de estos. En última instancia, esta investigación contribuye a la mejora del servicio de suministro de agua potable, garantizando un diseño que cumple con los estándares normativos y operativos exigidos.

A nivel global, la investigación titulada "Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente" aborda los desafíos asociados con el suministro intermitente de agua, un problema común en países en vías de desarrollo. Este fenómeno resulta en una distribución desigual del agua, posibles contaminaciones, pérdidas de agua, costos adicionales tanto para consumidores como para proveedores, mal funcionamiento de las redes y problemas para los usuarios.

Existen dos enfoques internacionales para abordar este problema. El primero atribuye el suministro intermitente a una mala gestión del agua, sugiriendo que, aunque hay suficiente agua en las fuentes, no se distribuye de manera continua, por lo que es necesario mejorar la administración y reducir las pérdidas de agua para lograr un suministro de 24 horas. El segundo enfoque reconoce que el suministro intermitente es una realidad que, en muchas localidades, no se resolverá en el corto plazo.

Por ello, se enfoca en desarrollar métodos de diseño y operación específicos para sistemas de operación intermitente, con el objetivo de minimizar sus impactos negativos. Las principales diferencias entre la operación de redes de distribución de agua con servicio intermitente y continuo incluyen aspectos como el llenado inicial y vaciado posterior de las redes, la demanda de agua dependiente de la presión y la presión de diseño.

Este estudio propone y ejemplifica el uso de modelos de redes ampliamente conocidos y de dominio público, como el SWMM (Storm Water Management Model) para el llenado inicial y vaciado de las redes, y el EPANET para modelar redes con operación intermitente (Cabrera-Béjar & Gueorguiev Tzatchkov, 2012).

En el ámbito nacional, la investigación titulada "Diseño de una red de distribución de agua potable en la parroquia urbana San Pedro de Guanujo en el cantón Guaranda" tiene como finalidad desarrollar una infraestructura que garantice el suministro continuo de agua potable para la población de San Pedro de Guanujo, ubicada en la provincia de Bolívar (Cabrera-Béjar & Gueorguiev Tzatchkov, 2012).

Este proyecto integrador busca proporcionar agua potable las 24 horas del día, apoyando tanto el abastecimiento doméstico como las actividades agrícolas y ganaderas de la zona. Para llevar a cabo este proyecto, se obtuvieron datos topográficos con el propósito de analizar las cotas del territorio y determinar el trazado óptimo de la red de distribución. Además, se realizaron estudios geotécnicos para conocer la composición de los suelos en el área de estudio, asegurando la viabilidad técnica de la infraestructura.

El diseño considera un horizonte temporal de 30 años y una población futura estimada de 10,392 habitantes. El software WaterCAD se empleó para el diseño de la red, verificando que se cumplan parámetros esenciales como velocidad, presión y caudal del agua. Para mitigar las presiones altas y asegurar un suministro eficiente, se decidió construir un tanque elevado de acero.

El costo total del proyecto asciende a \$1'264,963.82. Los resultados obtenidos indicaron que los parámetros de diseño cumplen con las normativas vigentes. Para lograr el funcionamiento óptimo del sistema de distribución de agua potable, se implementaron válvulas reductoras de presión y de caudal. En conclusión, este proyecto no solo asegura el abastecimiento de agua potable a la parroquia urbana

de San Pedro de Guanujo, sino que también respalda las actividades económicas locales, garantizando un diseño eficiente y conforme a las normativas técnicas y de calidad requeridas (Preciado Arce, Cabrera Loja, & Salas Vázquez, 2021).

En el ámbito nacional, el presente proyecto técnico de investigación aborda el diseño de la red de agua potable para los habitantes de la Urbanización “SUOMAT” en el Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Provincia de Napo. Este proyecto incluye el cálculo y diseño de un tanque reservorio destinado a satisfacer la demanda de agua potable de los residentes. Para la realización del proyecto, se llevó a cabo una investigación tanto bibliográfica como de campo, describiendo la condición actual del servicio de agua potable. Se utilizaron herramientas tecnológicas avanzadas para asegurar la precisión y confiabilidad del diseño.

El diseño se realizó conforme a las normas vigentes aplicables a urbanizaciones, como las establecidas por el INEN y la Secretaría del Agua (Código Ecuatoriano de la Construcción), y se consideraron las regulaciones ambientales pertinentes del TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente). La propuesta incluye el diseño de la conducción por gravedad del agua, la red de distribución y el tanque reservorio.

Para el diseño, se tomaron en cuenta factores cruciales como la densidad poblacional permitida, la topografía del sector y las características específicas de la zona. Además, se consideraron parámetros esenciales como el área de aportación, el período de diseño, el caudal y la dotación. El uso de software especializado permitió obtener resultados más confiables (Gómez Reyes, 2016).

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 HIPÓTESIS GENERAL:

H.G. El diseño del sistema de agua potable considerando parámetros hidráulicos adecuados mejorará significativamente el acceso y la disponibilidad de agua potable en la Comuna La Ciénega.

1.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

H.E.1. El análisis de las necesidades de consumo de agua en la comunidad, considerando factores residenciales, comerciales e industriales, permitirá dimensionar adecuadamente la red y garantizar la cobertura de todas las áreas de servicio.

H.E.2. La definición de los parámetros de diseño hidráulico necesarios, de acuerdo con la normativa nacional vigente, facilitará la planificación y construcción eficiente del diseño del sistema de agua potable.

H.E.3. El modelado del sistema de distribución de agua potable utilizando software especializado optimizará su diseño y garantizará un rendimiento eficiente y fiable.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

O.G. Diseñar un sistema de agua potable para la población de la Comuna La Ciénega considerando parámetros de diseño hidráulico para mejorar el acceso a agua potable en el sector.

1.5.2 Objetivos Específicos

O.E.1. Realizar el levantamiento topográfico utilizando GNSS RTK, para determinar los diferentes niveles, perfiles y coordenadas del terreno

O.E.2. Definir los parámetros crecimiento poblacional, dotación de agua potable y de diseño hidráulico acorde a la normativa nacional vigente para determinar el caudal de diseño del sistema de agua potable.

O.E.3. Modelar el sistema de agua potable, distribución de agua potable utilizando software especializado, con el fin de optimizar su diseño y asegurar un rendimiento eficiente y fiable.

1.6 ALCANCE

El alcance de la investigación abarca varios aspectos relacionados con el diseño y la mejora de las redes de distribución de agua potable en una comunidad específica.

En términos generales, el alcance incluye:

Análisis de necesidades: Se evaluarán las necesidades de la comunidad en términos de acceso al agua potable, considerando factores como la población, el

consumo de agua, las características geográficas y demográficas, y las demandas específicas de diferentes sectores (residencial, comercial, industrial, agrícola, etc.).

Diseño hidráulico: Se desarrollarán modelos hidráulicos para el diseño óptimo del sistema de distribución de agua potable, teniendo en cuenta parámetros como la presión, el caudal, la velocidad del flujo, y la capacidad de la infraestructura existente.

Evaluación de eficiencia: Se llevará a cabo una evaluación de la eficiencia del sistema de distribución de agua potable actual, identificando posibles áreas de mejora y oportunidades para reducir pérdidas de agua, mejorar la calidad del servicio y optimizar el rendimiento del sistema.

Propuesta de mejoras: Se propondrán soluciones y estrategias para mejorar la infraestructura de distribución de agua potable, incluyendo la implementación de tecnologías innovadoras, la optimización de la red existente, y la incorporación de prácticas de gestión eficientes.

Consideraciones ambientales y sociales: Se tendrán en cuenta las implicaciones ambientales y sociales de las intervenciones propuestas, asegurando que las mejoras en la infraestructura de agua potable sean sostenibles, inclusivas y respetuosas con el entorno.

1.7 VARIABLES

1.7.1 Variables Dependientes:

Variables dependientes:

Presión

Perdidas en tuberías

Diseño del sistema de agua potable

1.7.2 Variables Independientes

Variables Independientes:

Topografía

Población

Caudal de consumo

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE

Un sistema de agua potable es una infraestructura diseñada para captar, tratar, almacenar, y distribuir agua segura y apta para el consumo humano. Su objetivo principal es asegurar que el agua que llega a las personas cumpliendo con los estándares de calidad que garantizan su potabilidad, evitando así riesgos para la salud de los habitantes.

Los componentes principales de un sistema de agua potable incluyen:

Fuentes de agua: Pueden ser superficial como los ríos y lagos o subterráneos como pozos o manantiales.

La captación: Es el proceso de estructuras diseñadas para recoger y extraer el agua desde su fuente natural (como ríos, manantiales, lagos, o acuíferos subterráneos) y llevarla al sistema de abastecimiento.

Conducción: Tuberías o canales dedicados a transportar el agua desde la fuente principal hasta el tratamiento.

Tratamiento: Proceso en donde eliminan impurezas físicas, químicas, y microbiológicas para que el agua sea asegurada para el consumo humano.

Almacenamiento: Tanque o reservorio donde se guarda el agua tratada antes de su distribución.

Red de distribución: Conjunto de tuberías que transportan el agua hasta los puntos de consumo como son hogares, escuelas, centro de salud y entre otros puntos.

2.2 AGUA POTABLE

El agua potable es aquella que ha sido tratada para cumplir con estándares de calidad que la hacen segura para el consumo humano. Este tipo de agua está libre de contaminantes, patógenos, químicos y microorganismos que puedan poner en riesgo la salud de los habitantes. Para ser considerada potable, el agua debe pasar por un proceso de tratamiento que incluye etapas de filtración, desinfección y, en algunos casos, eliminación de partículas y minerales en exceso.

El acceso a agua potable se considera un derecho humano básico y es vital para el desarrollo y bienestar de las comunidades, mejorando significativamente la calidad de vida y reduciendo la mortalidad y enfermedades, especialmente en áreas vulnerables.

La Constitución de nuestro país reconoce el agua potable como un derecho fundamental y un bien estratégico de uso público. En el artículo 12, establece que el acceso al agua potable es un derecho humano esencial e irrenunciable, y que el agua no será privatizada. La Constitución asegura que el Estado es responsable de gestionar y proteger este recurso vital para garantizar su disponibilidad, calidad y acceso para todos.

Además, en el artículo 318, se señala que el agua es patrimonio nacional y estratégico, y se prohíbe su apropiación privada. El Estado tiene la obligación de

conservar, proteger y asegurar su gestión sostenible, priorizando el uso humano sobre otros usos.

En resumen, Ecuador garantiza en su Constitución el acceso equitativo, sostenible y público al agua potable como un derecho de sus ciudadanos y un recurso protegido.

2.2.1 CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua hace referencia a las características físicas, químicas y biológicas del agua que determinan si es apta para su uso, especialmente para el consumo humano. En el contexto de los sistemas de agua potable, garantizar una calidad adecuada implica que el agua no presente contaminantes que puedan afectar la salud de las personas. Para lograr esto, se deben cumplir ciertos estándares y normativas que definen los límites aceptables de diferentes sustancias y organismos en el agua (INEN, 1997; MAE, 2012; Morán et al., 2019).

Se deben establecer los límites máximos permitidos de concentración de elementos y compuestos en el agua potable para garantizar que sea adecuado para el consumo doméstico. Estos valores corresponden a los establecidos en la NTE INEN 1 108, titulada "Agua Potable. Requisitos", ya que su cumplimiento es obligatorio (INEN, 1997; Morán et al., 2019).

2.3 FUENTE DE ABASTECIMIENTO

Las fuentes de abastecimiento de agua son infraestructuras que permiten trasladar el agua desde fuentes naturales, como acuíferos, ríos o la lluvia, hasta los puntos de consumo, cumpliendo con los requisitos de cantidad y calidad necesarios. Este sistema está compuesto por diversas obras como tuberías, instalaciones y accesorios que facilitan la conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua desde su fuente hasta los hogares de los usuarios, cubriendo así las demandas de poblacional.

2.4 ABASTECIMIENTO DE AGUA

Los depósitos de almacenamiento de agua son componentes esenciales en los sistemas de abastecimiento. Se construyen en situaciones donde la fuente de agua no garantiza un flujo constante durante todo el año, o donde el ahorro energético impone un bombeo intermitente a la población. Su función principal es acumular agua durante periodos de mayor extracción, para asegurar un suministro continuo cuando la demanda supera el caudal disponible, lo que se conoce como regulación.

2.5 CAPTACIÓN

Desde tiempos antiguos, la humanidad ha dependido de un suministro adecuado de agua para su alimentación, seguridad y bienestar. El agua es una necesidad universal y representa el principal factor limitante para la existencia de la vida humana.

La degradación de las cuencas hidrográficas naturales ha provocado una escasez crítica del recurso, afectando a extensas áreas y poblaciones. Sin embargo, mediante la tecnología conocida como captación o “cosecha” de agua, las granjas y comunidades pueden garantizar el abastecimiento de agua para usos domésticos y agrícolas.

La captación consiste en recolectar y almacenar agua proveniente de diversas fuentes para su aprovechamiento beneficioso. El agua recogida de una cuenca y dirigida a estanques de almacenamiento puede aumentar significativamente su disponibilidad para el riego de huertos, bebederos de animales, la acuicultura y aplicaciones domésticas.

El movimiento del agua en sus diversas formas alrededor del planeta se conoce como el ciclo hidrológico. Existen puntos específicos en este ciclo donde el ser humano puede captar el agua de manera eficiente. Comprender cómo se desplaza el agua en la Tierra es clave para elegir la tecnología adecuada para su almacenamiento.

En el ciclo hidrológico, el agua se evapora de la superficie terrestre debido al calor del sol y regresa a la Tierra en forma de lluvia, nieve, granizo o neblina. Cuanto mayor es la temperatura de una masa de aire, más vapor de agua puede contener. A medida que el aire se enfría, el vapor se condensa en gotas que caen por su peso. Este enfriamiento ocurre cuando el aire asciende sobre montañas, se expande al chocar con masas de aire cálido, o se enfría debido al calor del aire húmedo cerca de la superficie terrestre, un proceso conocido como enfriamiento por convección.

El análisis de estas estructuras es crucial, ya que desempeñan un papel fundamental en la calidad del abastecimiento, y un mal manejo puede tener graves repercusiones en la salud. Dependiendo del diseño del tanque, la mezcla entre el agua que ingresa y la ya almacenada (conocida como agua del medio) puede variar, lo que influye en los tiempos de residencia del agua. Este parámetro es vital, pues refleja la eficiencia de la mezcla en el depósito.

2.6 CONDUCCIÓN

Una línea de conducción es un sistema que transporta agua potable por gravedad o mediante bombeo. Este sistema utiliza tuberías para trasladar el agua desde su fuente natural hasta un punto de destino, como un tanque de almacenamiento, un reservorio o una planta de tratamiento, a través de una red de ductos y accesorios.

La conducción debe aprovechar al máximo la energía disponible para trasladar el caudal deseado, lo que suele implicar la selección de un diámetro mínimo que permita presiones iguales o inferiores a la resistencia que soporta el material de la tubería.

La investigación evalúa el comportamiento hidráulico de la red de distribución de agua potable en Chupaca usando tres programas: WaterCAD, EPANET y WatDIS, considerados métodos computacionales convencionales. Se empleó un enfoque de investigación aplicada, con nivel explicativo, método científico, y diseño no experimental transversal. La red de distribución se analizó como población y muestra.

Los resultados indican que los tres métodos son efectivos para analizar el comportamiento hidráulico, mostrando que ciertas tuberías y nudos no cumplen con los requisitos normativos, afectando el funcionamiento del sistema. Aunque solo WaterCAD tiene algoritmos directos para un diseño óptimo, EPANET y WatDIS pueden lograrlo con herramientas adicionales.

Las variaciones en los resultados entre los programas son mínimas, con un 3.92% entre WaterCAD y EPANET, y 0.53% entre WaterCAD y WatDIS, demostrando la validez y consistencia de los métodos empleados (Pereyra & Martin, 2018).

La metodología para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en La Rinconada de Pamplona Alta se basa en el uso de un Algoritmo Genético Multiobjetivo (AGM) y el software EPANET. Primero, se determina que el caudal requerido será proporcionado por SEDAPAL. Dado que la topografía de la zona presenta pendientes pronunciadas, es necesario instalar válvulas reductoras de presión. La ubicación óptima de estas válvulas se determina mediante el AGM, que utiliza el Epanet Programmer's Toolkit. Este toolkit permite personalizar el motor de cálculo de EPANET, un software de simulación y cálculo hidráulico de comprobada eficacia y uso libre.

El AGM se utiliza para optimizar el diseño de la red de distribución, asegurando que las presiones dentro de la red cumplan con el rango admisible establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, evitando así sobrecostos por mantenimiento y roturas de tuberías. Además, un subprograma dentro del AGM permite la asignación automática de los caudales de demanda en todos los nodos de la red.

El diseño final incluye dos reservorios, RAP-1 y RRP-3, que abastecen diferentes zonas de presión a través de líneas de aducción, mejorando la eficiencia y reduciendo los costos operativos (Carhuapoma Mendoza & Chahuayo Durán, 2019).

La metodología del proyecto en el recinto Manantiales, Ecuador, se centra en diseñar una red de distribución de agua potable para mejorar la calidad de vida de los habitantes y fomentar el desarrollo económico. Actualmente, la comunidad utiliza una red de agua entubada con un tanque elevado en un terreno público. El objetivo principal es diseñar y construir una nueva red de distribución que garantice un suministro adecuado de agua potable, optimizando el control operacional y reduciendo pérdidas.

El proyecto busca no solo proporcionar agua potable a la comunidad, sino también reducir el impacto ambiental y mejorar las condiciones de saneamiento. Con la implementación de la nueva red, se espera mejorar las actividades agrícolas, artesanales y lácteas, promoviendo así el desarrollo económico sostenible de la región (REYES REYES, 2019).

El estudio modeló y analizó tres redes de distribución de agua potable, calibrándolas con Epanet Calibrator y comparando con Darwin Calibrator. Se usaron un caudalímetro ultrasónico y data loggers de presión configurados para registrar datos cada diez minutos, obteniendo la media de caudales en los nodos de interés. Los datos de presión ajustaron las redes mediante la variación de rugosidades, calibrando el modelo con los datos de campo (Rossman, 2000).

Se establecieron ecuaciones y curvas de calibración para comparar lo modelado y lo observado. Las calibraciones se realizaron utilizando las fórmulas de Darcy-Weisbach y Hazen-Williams. Los resultados mostraron variaciones en las calibraciones del 35%, 15%, y 10% para cada red. Epanet calibra nudo por nudo, mientras que Darwin Calibrator lo hace por grupos (Rodríguez-Procel & Benavides-Muñoz, 2021).

En los sectores de Buenos Aires y El Milagro del centro poblado de Pacanguilla, con el objetivo principal de modelar la red de agua potable utilizando el software WaterCAD. La investigación siguió un diseño descriptivo no experimental con un enfoque correlacional, basado en el análisis de datos del expediente técnico existente de la red de agua y desagüe.

Para la elaboración del diseño se utilizó AutoCAD, y la técnica de Revisión Documental se empleó para la recopilación de datos, mientras que el análisis se realizó mediante inferencia estadística.

Los resultados mostraron una población de diseño a 20 años de 835.77 habitantes, un consumo medio horario (Q_m) de 1.74 L/s, consumo máximo diario (Q_{md}) de 2.26 L/s, consumo máximo horario (Q_{mh}) de 3.48 L/s, y una demanda total en los nodos J1 a J28 de 10.53 L/s. Con estos datos, se calcularon los parámetros y el diseño hidráulico siguiendo la normativa peruana, empleando WaterCAD para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable (Medina Alvarado & Vidal Cruz, 2022).

En pueblo Joven Las Mercedes, Perú se diseñó un nuevo sistema de agua potable para el pueblo joven Las Mercedes, utilizando el software WaterCAD. El estudio busca evaluar con mayor precisión el estado actual de las redes de tubería de agua, que han superado su vida útil y requieren rediseño debido al aumento de la población, lo que incrementa la demanda de agua más allá de la capacidad proyectada originalmente. Esto justifica el estudio desde los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales. El proyecto es descriptivo, ya que uno de sus objetivos destacados es especificar la situación actual de las redes de tuberías de agua analizadas (Puccio Sanchez, 2022).

Este proyecto de graduación se enfocó en el diseño de una red de distribución de agua potable en el noroeste de la Aldea Quebrada Seca, Choloma. El objetivo fue proporcionar agua potable eficiente a toda la comunidad, ya que la red existente carecía de un análisis y diseño adecuados. Se utilizó un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo transversal, analizando datos numéricos para desarrollar una solución efectiva.

La red fue dividida en secciones media y baja, usando tuberías de PVC SDR-26 de resistencia 160 psi, con diámetros entre 50 mm y 300 mm. Se diseñó un sistema por gravedad para abastecer completamente a la población (Portillo & Herrera, 2023).

Este estudio evaluó la capacidad insuficiente para abastecer de agua dulce a la zona rural del cantón Jipijapa, provincia de Manabí, afectada por problemas como la deforestación, la escasez de agua y el aumento de población. Se diseñó un modelo de planificación operativa óptima para la red de agua potable, considerando la demanda creciente, la variabilidad climática y la resiliencia ante eventos extremos.

Se utilizaron métodos geométricos, aritméticos, logarítmicos y caudales de diseño, proyectando una población a 20 años (2023-2043). Los resultados sugieren que los datos pueden realizar un análisis preliminar de caudales, cumpliendo un 95% de factibilidad, y muestran efectividad en los parámetros de calidad del agua (Macias, Soledispa, Calle, & Rivadeneira, 2024).

2.7 RECURSO HÍDRICO

El agua es uno de los recursos más valiosos para la vida en la Tierra. Es esencial para cubrir las necesidades básicas de los seres humanos, mantener la salud, producir alimentos, impulsar el desarrollo industrial, generar energía y preservar los ecosistemas tanto locales como globales (Herrera-Franco et al., 2020).

Aproximadamente el 97% del agua del planeta está en los océanos; del 3% restante, un 2,3% está congelada en los polos, el 0,3% se encuentra en capas subterráneas inaccesibles, y el resto se halla en ríos, lagos y acuíferos. Dado que las únicas fuentes de agua accesibles para los humanos son las superficiales y subterráneas, que representan solo el 0,4% del total, resulta claro que es un recurso limitado. Esta escasez se agrava aún más por la contaminación, que disminuye su calidad y disponibilidad (Morán et al., 2019).

Aunque el agua es vital para la supervivencia, también puede transmitir microorganismos y parásitos que causan enfermedades y muerte. Contar con agua potable es crucial para crear un ambiente higiénico que prevenga la propagación de numerosas enfermedades en humanos y animales. Sin embargo, más de mil millones de personas en todo el mundo carecen de acceso a agua potable, lo que

genera una alta incidencia de enfermedades transmitidas por el agua, relacionadas con la pobreza, la desnutrición y la falta de saneamiento adecuado (Córdoba, Del Coco, & Basualdo, 2010).

2.8 ÁREA DE ESTUDIO

La comuna La Ciénega tiene cerca de 7.000 hectáreas actual de 200 habitantes en la actualidad. Se ubica en la parroquia Chanduy, provincia de Santa Elena, y fue fundada en 1938.

Figura 1

Ubicación de la Comuna La Ciénega



2.8 Pérdidas de carga.

La pérdida de carga se refiere a la disminución de presión entre dos puntos dentro de un sistema, generalmente provocada por la fricción o la resistencia al

movimiento del fluido debido a las paredes de las tuberías, los accesorios o elementos que obstruyen el flujo, como las válvulas.

2.9 TIPOS DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍA

La pérdida de carga se divide en dos tipos: la pérdida por fricción, también llamada pérdida continua, lineal o por longitud, y la pérdida localizada, conocida como pérdida en accesorio.

2.10 ECUACIÓN DE DARCY-WEISBACH

Para el cálculo de la pérdida de presión por rozamiento en tuberías de agua se emplea de manera habitual la ecuación de Darcy-Weisbach, que requiere conocer el factor de fricción f , también llamado factor de Darcy.

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

Siendo:

- hf: pérdida de carga por rozamiento (metros de columna de agua)
- f: factor de fricción de Darcy (adimensional)
- L: Longitud del tramo de tubería (m)
- D: Diámetro hidráulico del tramo de tubería (m)
- V: Velocidad del fluido (m/s)
- g: Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

2.11 ECUACIÓN DE HAZEN-WILLIAMS

El método de Hazen-Williams es uno de los más conocidos y empleados, ya que la fórmula a emplear es sencilla y su cálculo es simple debido a que el coeficiente de rugosidad “C” no es función de la velocidad ni del diámetro de la tubería (Rodríguez-Procel & Benavides-Muñoz, 2021).

Sin embargo, sólo es válido para tuberías de fundición y de acero, siendo el fluido circulante agua, y con temperaturas entre 5 °C y 25 °C.

$$h = 10.674 * \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.78}} * L$$

En donde:

h: pérdida de carga o de energía (m)

Q: caudal (m³/s)

C: coeficiente de rugosidad (adimensional)

D: diámetro interno de la tubería (m)

L: longitud de la tubería (m)

2.12 VALVULAS DE AIRE

Las válvulas de aire son dispositivos esenciales en sistemas hidráulicos que gestionan la entrada y salida de aire. Sirven para expulsar aire acumulado en las tuberías, evitando pérdidas de capacidad, golpes de ariete y vibraciones. También permiten la entrada de aire durante el vaciado de tuberías o picos de presión

negativa, previniendo daños por vacío. Además, ayudan a amortiguar los cambios bruscos de presión, protegiendo el sistema (Taris Tandalla, 2017).

2.13 VALVULAS DE DESAGÜE

En redes de agua potable, las válvulas de desagüe permiten drenar secciones específicas del sistema para facilitar su mantenimiento, limpieza y reparación. Ayudan a eliminar sedimentos y agua estancada que pueden comprometer la calidad del suministro. También son clave para vaciar tuberías en caso de fugas. Estas válvulas mejoran la eficiencia operativa, prolongan la vida útil de las conducciones y aseguran el suministro de agua potable limpia y segura. Su ubicación estratégica en puntos bajos del sistema, y por lo general poseen una válvula de compuerta que permite o corta el paso del flujo de agua (Taris Tandalla, 2017).

CAPITULO III: METODOLOGÍA

El diseño de una red de agua potable bajo el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC) y considerando parámetros hidráulicos requiere de un enfoque técnico que garantice un sistema seguro, eficiente y conforme a las normativas nacionales. Para comenzar, es esencial realizar estudios previos de demanda, considerando proyecciones demográficas y las características de la población beneficiaria, para calcular el consumo diario y el caudal necesario para abastecer adecuadamente (Rodríguez-Procel & Benavides-Muñoz, 2021).

3.1 TIPO DE ESTUDIO

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo.

Cuantitativo: Se recopiló información en el campo, que será usada en el diseño del sistema de agua potable, así como también el ingreso de los parámetros hidráulicos para el diseño de la red.

Cualitativo: Nos permitirá conocer si este diseño es viable o no para la construcción del sistema de agua potable hacia la comuna La Ciénega.

3.2 NIVEL DE ESTUDIO

Esta investigación será de naturaleza explicativa, lo que conllevará a un análisis de los resultados del del diseño hidráulico, entorno a las necesidades básicas de la comuna, lo que mejorará la calidad de vida de sus habitantes (González Ríos, 2024).

3.3 MODALIDAD DE ESTUDIO

Por el lugar: Este estudio de un sistema de agua potable implica analizar datos numéricos relacionados con la cantidad requerida para el suministro de agua potable en la comuna La Ciénega. Este estudio puede incluir la medición de variables clave, como el caudal de agua disponible, la demanda proyectada, la presión en las tuberías, la frecuencia de consumo, etc (Portillo & Herrera, 2023).

Por el objeto: Los objetivos del estudio cuantitativo son evaluar si el sistema actual cumple con las necesidades de la población y establecer parámetros hidráulicos

como son la velocidad, presión, tipo de tubería, la cual permitan el buen funcionamiento del sistema de agua (REYES REYES, 2019).

Por el tiempo: Nos otorga una idea sobre la actualidad del sector en estudio, de la misma manera al obtener los resultados hidráulicos del sistema podremos sacar una conclusión más acertada sobre la utilidad para la dotación del agua a la comuna (Cabrera-Béjar & Gueorguiev Tzatchkov, 2012).

3.4 METODO ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACION

3.4.1 Método

La investigación se desarrollará empleando el método hipotético, el cual se centra en lo teórico para comprender cómo funcionan las cosas y formular hipótesis que puedan ser verificadas por la investigación. Este enfoque se basa en un razonamiento deductivo, partiendo de principios, suposiciones e ideas generales para llegar a afirmaciones más concretas sobre la realidad y funcionamiento del entorno donde se empleará el sistema. Posteriormente, las hipótesis se someten a prueba mediante la recolección y el análisis de datos, cuyos resultados permiten confirmar o refutar la teoría propuesta (González Ríos, 2024).

3.4.2 Enfoque

Esta investigación por su naturaleza tiene un enfoque cuantitativo por la combinación de cálculos manuales e informáticos que permitirá guiarnos a la resolución del problema (Taris Tandalla, 2017).

Dentro del enfoque investigativo contamos con la aplicación del programa WaterCad en donde se centra en modelar, analizar y optimizar sistemas de distribución de agua. Así mismo utiliza simulaciones hidráulicas avanzadas para evaluar el comportamiento de redes bajo diferentes condiciones. Permite identificar problemas, mejorar la eficiencia operativa y planificar expansiones o mejoras, integrándose con herramientas GIS y plataformas de diseño CAD para soluciones hidráulicas complejas y mucho más precisas (Medina Alvarado & Vidal Cruz, 2022).

3.4.3 Diseño

El diseño agrupa métodos de investigación experimentales observaciones y mediciones en campo para de esta manera poder garantizar un eficiente y seguro sistema de la red de agua potable. Además tiene un enfoque técnico y normativo, con base al Código Ecuatoriano de la construcción para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural (INEN, 1997).

3.5 METODOLOGÍA DEL O.E.1. REALIZAR EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO UTILIZANDO GNSS RTK, PARA DETERMINAR LOS DIFERENTES NIVELES, PERFILES Y COORDENADAS DEL TERRENO

En esta fase se llevó a cabo un diseño y organización minuciosa de los procedimientos a implementar en el levantamiento topográfico usando la tecnología GNSS RTK.

Se emplearon receptores de doble frecuencia GNSS diferencial de SINO GNSS, modelo Comnav N5, un bastón con burbuja de nivelación, trípode para la instalación de base y una computadora portátil con programas especializados para la descarga y el procesamiento de datos.

3.5.1 Levantamiento en la cabecera “La CIENAGA”

Se realizó el levantamiento topográfico que comprende un área de 13 hectáreas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) delimitadas en las coordenadas que se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, trabajando con un equipo GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite) utilizando la técnica del RTK (Cinemática en Tiempo Real), en donde utiliza dos receptores. Uno de ellos está inmóvil, mientras que el otro receptor se mueve libremente en el área a levantar. La finalidad de la base es permanecer en un lugar y enviar correcciones al receptor que se encuentra en movimiento. La aplicación del equipo brinda mucha precisión para la recepción de los puntos tomados en campo para poder implantar ubicar el lugar donde pasara la red a diseñarse (González Ríos, 2024).

El levantamiento topográfico incluye la planimetría y altimetría del sitio, donde se inició colocando el equipo GNSS en un punto fijo georreferenciado con el fin de obtener coordenadas X, Y, Z para la obtención de la información en estudio. Con la ayuda de programas como Google Earth se trato de realizar y verificar punto para corroborar que los puntos no hayan tenido al desfase al momento de realizar el levantamiento.

Figura 2

Delimitación del área levantada



Tabla 1 *Puntos del área del levantamiento topográfico*

Punto	Este	Norte
1	568552	9746669
2	569279	9746660
3	569258	9746174
4	568515	9746162

3.6.1.1 *Coordenadas de Referencia.*

Las siguientes fueron las coordenadas iniciales adquiridas para la realización del levantamiento en el área central:

Tabla 2.

Puntos de referencia utilizados.

Punto	Nombre	Este	Norte	Elevación
1	PLACA IGM	568880.699	9746406.758	95.689

3.6 METODOLOGÍA DEL O.E.2. DEFINIR LOS PARÁMETROS CRECIMIENTO POBLACIONAL, DOTACION DE AGUA POTABLE Y DE DISEÑO HIDRÁULICO ACORDE A LA NORMATIVA NACIONAL VIGENTE PARA DETERMINAR EL CAUDAL DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

El objetivo de esta etapa es el diseño de una red de agua potable bajo el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC), considerando parámetros hidráulicos requiere de un enfoque técnico que garantice un sistema seguro, eficiente y conforme a las normativas nacionales. Para comenzar, es esencial realizar estudios previos de demanda, considerando proyecciones demográficas y las características de la población beneficiaria, para calcular el consumo diario y el caudal necesario para abastecer adecuadamente (Rodríguez-Procel & Benavides-Muñoz, 2021).

En cuanto a los parámetros hidráulicos, se debe determinar la presión mínima y máxima en la red, que debe mantenerse dentro de límites seguros para evitar rupturas en las tuberías y asegurar un suministro estable. Según el CEC, se recomienda que la presión mínima no sea inferior a 10 metros columna de agua (m.c.a.) en el punto de consumo más desfavorable, mientras que la presión máxima debe evitar sobrepasar los 70 m.c.a., salvo que se usen materiales específicamente diseñados para soportar mayores presiones (Puccio Sanchez, 2022). Para lograr esto, se deben seleccionar diámetros de tuberías adecuados, que no solo permitan

el flujo necesario para abastecer la demanda, sino que también optimicen la energía hidráulica disponible y minimicen pérdidas por fricción (INEN, 1997).

El diseño debe incluir nodos de control de presión en zonas elevadas, válvulas reguladoras y ventosas en puntos estratégicos de la red para evitar acumulaciones de aire, que pueden afectar el caudal y la presión. Las pendientes en el terreno y la ubicación de tanques de almacenamiento juegan un rol clave en sistemas por gravedad, donde el cálculo de gradientes hidráulicos garantiza que el agua fluya eficientemente sin necesidad de bombeo adicional (REYES REYES, 2019).

Para redes que requieren bombeo, el diseño debe prever estaciones de bombeo en zonas que optimicen la energía y el uso de recursos. Además, es importante integrar un sistema de tratamiento en cumplimiento de las Normas INEN para garantizar que el agua cumpla con los estándares de potabilidad establecidos por la normativa ecuatoriana (Taris Tandalla, 2017). El diseño final debe incluir un plan de mantenimiento preventivo y la previsión de expansiones futuras, a fin de que el sistema sea escalable y sostenible, permitiendo un abastecimiento de calidad a largo plazo para las comunidades beneficiadas (Medina Alvarado & Vidal Cruz, 2022).

3.6.1 POBLACION ARITMETICA

Generalmente, el concepto de población aritmética hace referencia al promedio de crecimiento poblacional basado en un modelo lineal. Este modelo presupone que la población se incrementa o disminuye a un ritmo uniforme a lo largo del tiempo.

El cálculo se basa en la fórmula:

$$Pob_f = Pob_0(1 + i * t)$$

En donde:

Pob_f = Población futura

Pob_0 = Población actual

i % = Tasa de crecimiento poblacional (r)

t = Periodo de tendencia

3.6.2 POBLACIÓN GEOMÉTRICA

La población geométrica hace referencia al incremento poblacional fundamentado en un modelo exponencial, el cual presupone que la población se expande en proporción a su magnitud presente. Este modelo se aplica cuando la expansión es acumulativa y está sujeta al tamaño de la población existente, tal como sucede en numerosas circunstancias de la vida real.

La población geométrica se calcula mediante la fórmula:

$$Pob_f = Pob_0(1 + i)^t$$

En donde:

Pob_f = Población futura

Pob_0 = Población actual

i % = Tasa de crecimiento poblacional (r)

t = Periodo de tendencia

3.6.3 POBLACION EXPONENCIAL

La población exponencial hace referencia a un modelo de expansión poblacional que presupone que la población se incrementa a una velocidad proporcional al tamaño de la población actual, lo que conduce a un crecimiento acelerado a lo largo del tiempo. Este modelo se fundamenta en el concepto de que, a mayor población, el crecimiento es más acelerado.

La población exponencial se describe matemáticamente como:

$$Pob_f = Pob_0 * e^{i*t}$$

En donde:

Pob_f = Población futura

Pob_0 = Población actual

i % = Tasa de crecimiento poblacional (r)

t = Periodo de tendencia

3.7 METODOLOGÍA DEL O.E.3. MODELAR EL SISTEMA DE AGUA POTABLE, DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE UTILIZANDO SOFTWARE ESPECIALIZADO, CON EL FIN DE OPTIMIZAR SU DISEÑO Y ASEGURAR UN RENDIMIENTO EFICIENTE Y FIABLE.

Llegado a este nivel la metodología se realizará usando software especializado para diseñar y modelar el sistema de agua potable, haciendo así que este modelo cumpla

con los parámetros de diseño, en este paso se puede controlar que las presiones de las tuberías sean las óptimas, gestionar datos de manera eficaz, analizar datos de demanda de agua y se podrá ver si la solución que nos brinda el software es la mejor.

Lo primero que se realizó fue exportar los puntos que se obtuvieron en el levantamiento topográfico en el Civil 3D para así obtener las curvas de nivel del terreno, una vez obtenidas las curvas de nivel se exportaron al WaterCad para diseñar a la altura del nivel del terreno, para que el diseño sea más preciso, en el software lo que se hizo es dar las diferentes propiedades físicas de la tubería ya antes calculadas y también colocamos el reservorio que distribuya la demanda de agua correspondiente para cada domicilio siempre cumpliendo los parámetros de presión y demanda.

3.7.1 CAUDAL MEDIO DIARIO

Es el caudal promedio obtenido de 1 año de registros y es la base para la estimación del caudal máximo diario y del máximo horario. Este caudal, expresado en litros por segundo, se obtiene así.

$$Q_m = f * \left(\frac{Pob_f * Consumo\ total \frac{lit}{hab} * día}{86\ 400} \right)$$

En donde:

Q_m = Caudal medio diario

Pob_f = Población futura

f = Factor de fugas (nivel de servicio $l_b=1,10$)

3.7.2 CAUDAL MÁXIMO DIARIO

Es la demanda máxima que se presenta en un día del año. En otras palabras, representa el día de mayor consumo en el año y se calcula según la siguiente expresión:

$$QMD = KMD * Qm$$

En donde:

QMD = Caudal máximo diario

KMD = Factor de mayoración máximo diario

Qm = Caudal medio diario

3.7.3 CAUDAL MÁXIMO HORARIO

Corresponde a la demanda máxima que se presenta en 1 hora durante 1 año completo, y en general se determina cómo:

$$QMH = KMH * Qm$$

En donde:

QMH = Caudal máximo horario

KMH = Factor de mayoración horario

Qm = Caudal medio diario

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DEL O.E.1 REALIZAR EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO UTILIZANDO GNSS RTK, PARA DETERMINAR LOS DIFERENTES NIVELES, PERFILES Y COORDENADAS DEL TERRENO.

Los Resultados del levantamiento nos dio a conocer que nuestro terreno es ondulado y el punto más alto es la cota 165.053 el cual esta localizado en la vía, mientras que en la comuna la cota mas alta es 127.49, por ende, nuestro reservorio se va a localizar en el punto mencionado.

4.1.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

El diseño de sistemas de agua potable en áreas rurales tiene como objetivo proporcionar un suministro de agua seguro, continuo y accesible a comunidades que generalmente carecen de infraestructura moderna. Aquí te detallamos las bases fundamentales para el diseño de estos.

4.2 RESULTADO DEL O.E.2 DEFINIR LOS PARÁMETROS CRECIMIENTO POBLACIONAL, DOTACION DE AGUA POTABLE Y DE DISEÑO HIDRÁULICO ACORDE A LA NORMATIVA NACIONAL VIGENTE PARA DETERMINAR EL CAUDAL DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

Se tiene una población de diseño de 278 habitante al final del periodo de diseño de 26 años, esta población se estima considerando no solo la cantidad permanente de habitantes, sino también el crecimiento poblacional esperado durante el período de diseño (Portillo & Herrera, 2023), la dotación considerada es de 65 lts/hab y el caudal de diseño máximo horario de distribución de 0,69 lts/seg.

Para determinar la población futura se realizó proyecciones de crecimiento utilizando al menos tres métodos reconocidos, tales como la proyección aritmética, geométrica, incrementos diferenciales, o el método comparativo, entre otros, de acuerdo con lo que indica el código ecuatoriano de la construcción (Taris Tandalla, 2017).

Para calcular la tasa de crecimiento poblacional, se utilizarán como referencia los datos estadísticos obtenidos de los censos y recuentos nacionales.

Tabla 3
Tasa de crecimiento poblacional

REGIÓN GEOGRÁFICA	r (%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

4.2.1 Población aritmética

$$Pob_f = Pob_0(1 + i * t)$$

$$Pob_f = 200(1 + 0,015 * 26)$$

$$Pob_f = 278 \text{ hab}$$

4.2.2 Población geométrica

$$Pob_f = Pob_0(1 + i)^t$$

$$Pob_f = 200(1 + 0,0015)^{26}$$

$$Pob_f = 294,54 \cong 295 \text{ hab}$$

4.2.3 Población exponencial

$$Pob_f = Pob_0 * e^{i*t}$$

$$Pob_f = 200 * e^{0,015*26}$$

$$Pob_f = 295,4 \cong 295 \text{ hab}$$

Se calcula la población futura con 3 ecuaciones como lo menciona el código.

Tabla 4

Tabla de proyecciones del crecimiento poblacional por tres métodos diferentes

t	AÑO	Población (ARITMETRICA)	Población (GEOMETRICA)	Población (EXPONENCIAL)
0	2024	200	200	200
1	2025	203	203	203

2	2026	206	206	206
3	2027	209	209	209
4	2028	212	212	212
5	2029	215	215	216
6	2030	218	219	219
7	2031	221	222	222
8	2032	224	225	225
9	2033	227	229	229
10	2034	230	232	232
11	2035	233	236	236
12	2036	236	239	239
13	2037	239	243	243
14	2038	242	246	247
15	2039	245	250	250
16	2040	248	254	254
17	2041	251	258	258
18	2042	254	261	262
19	2043	257	265	266
20	2044	260	269	270
21	2045	263	273	274
22	2046	266	278	278
23	2047	269	282	282
24	2048	272	286	287
25	2049	275	290	291
26	2050	278	295	295

Figura 3

Crecimiento poblacional por el método aritmético

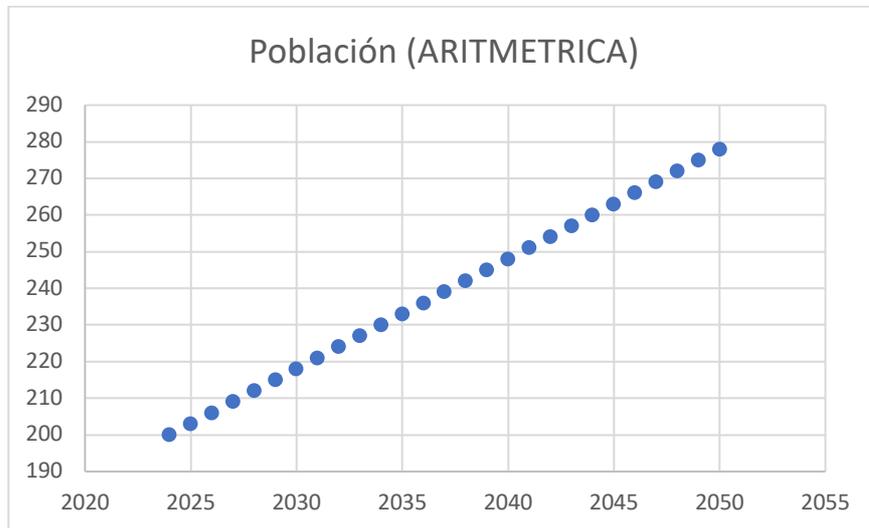


Figura 4

Crecimiento poblacional por el método geométrico

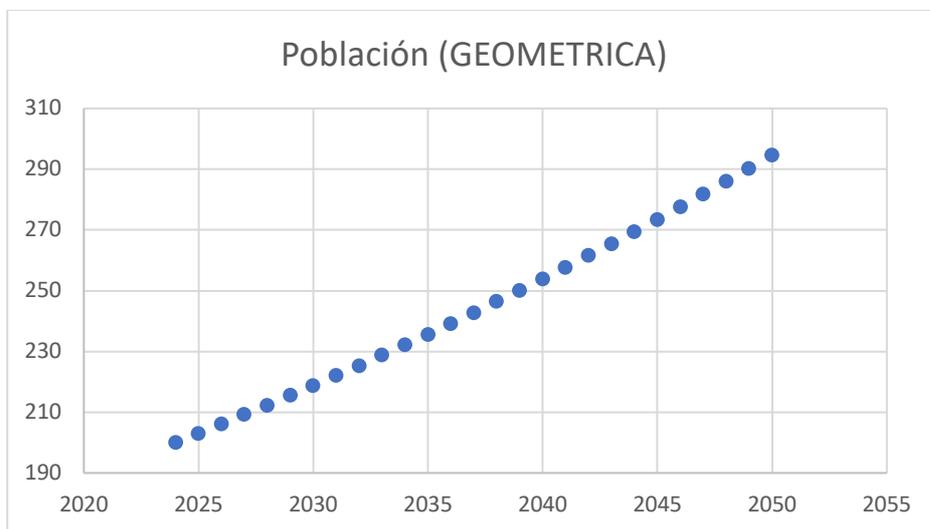
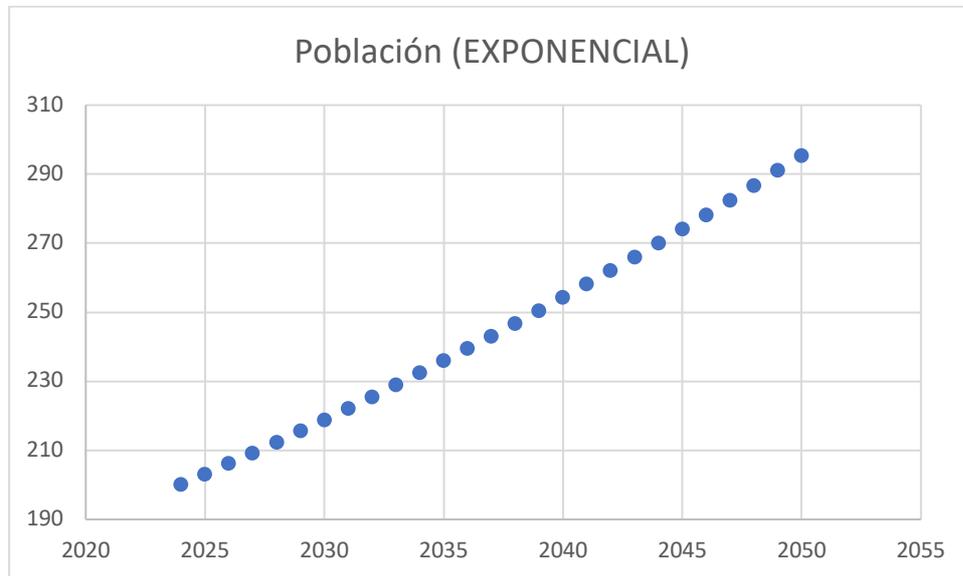


Figura 5

Crecimiento poblacional por el método exponencial



4.2.4 DOTACIÓN

La dotación de agua en redes de agua potable se refiere a la cantidad de agua que se asigna por habitante o por unidad de uso (por ejemplo, en hogares, comercios, industrias) en un área determinada, con el objetivo de satisfacer las necesidades básicas de consumo y otros usos asociados (Preciado Arce et al., 2021).

Esta dotación es un parámetro clave en el diseño de las redes de distribución, ya que determina el caudal necesario que debe ser suministrado para cubrir la demanda diaria. Factores que influyen en la dotación de agua: Tipo de usuario: Residencial: El consumo doméstico varía según el nivel socioeconómico y las características de las viviendas. Comercial: Los negocios requieren dotaciones diferentes, dependiendo del tipo de actividad (tiendas, restaurantes, hoteles, etc.). Industrial: Dependiendo del tipo de industria, la dotación puede ser

significativamente mayor. -Institucional: Incluye escuelas, hospitales, oficinas gubernamentales, etc (Cabrera-Béjar & Gueorguiev Tzatchkov, 2012).

Tabla 5

Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua,
	DE	preferencias y capacidad económicas del usuario.
Ia	AP	Grifos públicos.
	DE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y bañe.
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa.

	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIb	AP	Conecciones domiciliarias, con más de un grifo por casa.
	DRL	Sistema al alcantarillado sanitario.

Simbología utilizada:

AP: agua potable

DE: disposiciones de excretas

DRL: Disposición de residuos líquidos.

Tabla 6

Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRIO (l/hab*día)	CLIMA CÁLIDO (l/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Para nuestro caso de estudio se optó por el nivel de servicio Ib para clima cálido lo que equivale a una dotación de 65 (lit/hab/día)

4.2.5 PERIODO DE DISEÑO.

El periodo de diseño en redes de agua potable es el tiempo estimado para el cual se proyecta y diseña la infraestructura con el fin de que sea capaz de satisfacer las demandas futuras de agua, considerando tanto el crecimiento poblacional como los cambios en las necesidades de consumo. Este período es importante para asegurar que las redes de distribución, bombeo, almacenamiento y otras infraestructuras hidráulicas no queden obsoletas antes de tiempo y puedan operar de manera eficiente durante su vida útil proyectada (Lliguin Naranjo & Tinoco Cuenca, 2022).

4.3 RESULTADOS DEL O.E.3 MODELAR EL SISTEMA DE AGUA POTABLE, DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE UTILIZANDO SOFTWARE ESPECIALIZADO, CON EL FIN DE OPTIMIZAR SU DISEÑO Y ASEGURAR UN RENDIMIENTO EFICIENTE Y FIABLE.

4.3.1 VARIACIONES DE CONSUMO

Las variaciones de consumo de agua potable son fluctuaciones en la demanda de agua a lo largo del tiempo, influenciadas por múltiples factores como el tipo de usuario, la hora del día, la estación del año y la ubicación geográfica. Durante el día, se observan picos de consumo por la mañana y la tarde, cuando las personas realizan actividades domésticas y laborales, mientras que, durante la noche, el consumo disminuye significativamente. Semanalmente, el consumo tiende a ser mayor entre semana en áreas residenciales y comerciales, y puede

disminuir los fines de semana. Estacionalmente, el verano suele presentar un aumento en la demanda debido a un mayor uso de agua para riego y recreación, mientras que en invierno el consumo tiende a ser menor (Lliguin Naranjo & Tinoco Cuenca, 2022; Taris Tandalla, 2017).

Además, distintos tipos de usuarios (residenciales, comerciales e industriales) tienen patrones específicos que varían según sus necesidades particulares. A estos factores se suman sus eventos especiales, como festividades o cortes de servicio, que pueden generar aumentos o reducciones temporales en la demanda de agua. Comprender y gestionar estas variaciones es esencial para diseñar y operar redes de distribución eficientes, asegurando que siempre haya suficiente agua disponible (Taris Tandalla, 2017).

4.3.2 Caudal Medio Diario

$$Q_m = f * \left(\frac{Pob_f * Consumo\ total \frac{lit}{hab} * día}{86\ 400} \right)$$

$$Q_m = 1.10 * \left(\frac{278\ hab * 65 \frac{lit}{hab} * día}{86\ 400} \right)$$

$$Q_m = 0.23\ lit/seg$$

4.3.3 Caudal Máximo Diario

$$QMD = KMD * Q_m$$

$$QMD = 1.25 * 0.23 \frac{lit}{seg}$$

$$QMD = 0.29 \frac{lit}{seg}$$

Con base al código ecuatoriano de la construcción el factor de mayoración hp para el caudal máximo diario (KMD) tiene un valor de 1.25 para todos los niveles de servicio en el área rural.

4.3.4 Caudal Máximo Horario

$$QMH = KMH * Qm$$

$$QMH = 3 * 0.23 \frac{lit}{seg}$$

$$QMH = 0.69 \frac{lit}{seg}$$

Con base al código ecuatoriano de la construcción el factor de mayoración para el caudal máximo horario (KMH) tiene un valor de 3 para todos los niveles de servicio en el área rural.

De la misma manera para el cálculo de los diferentes caudales de diseño por concepto de fugas es necesario tomar en cuenta un porcentaje para los diferentes niveles de servicios como lo establece el código ecuatoriano de la construcción. A continuación, se detalla los porcentajes que deben ser usados para los diferentes diseños de sistema de redes de agua potable:

Tabla 7

Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de abastecimiento de agua potable

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
Ia y Ib	10%
IIa y IIb	20%

En Nuestro diseño tenemos el nivel de servicio Ib, por tanto, tenemos un porcentaje de fugas del 10% que debe ser aplicado en la fórmula del caudal medio diario.

4.3.5 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN:

De la ecuación de la continuidad tenemos:

$$Q = A * V$$

Si

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

Por lo tanto:

$$Q = \frac{\pi * D^2}{4} * V$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s)

V: Velocidad (m/s)

D: Diámetro (m)

Velocidades admisibles de tuberías PVC $0.30 \frac{m}{s} \geq V \leq 5.00 \frac{m}{s}$

Adoptamos un valor de 1.00 m/s para la velocidad y el valor del caudal con el que se va a diseñar el sistema de agua potable. Caudal máximo horario (QMH).

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.00069}{\pi * 1}} = 0.0296 \text{ m}$$

Diámetro adoptado para el diseño 63 mm

4.3.6 ESQUEMA DEL TRAZADO DE LA TUBERÍA DE LA COMUNA LA CIÉNEGA.

Figura 6

Ubicación y trazado de la red principal



4.3.7 CAUDAL DEL EFLUENTE

La cantidad de agua que se debe disponer la fuente tiene que ser la necesaria para satisfacer la demanda presente y futura en el día de máximo consumo para la comunidad.

Según la norma de diseño CPE INEN 005, la fuente de abastecimiento deberá asegurar un caudal mínimo de 2 veces el caudal máximo diario calculado.

$$Q = 2 * QMD$$

$$Q = 2 * 0.29 \text{ lit/s}$$

$$Q = 0.58 \text{ lit/s}$$

4.3.8 BOMBEO DE CAIMITO HACIA LA CIÉNEGA

Se utiliza el siguiente método para el cálculo de la conducción a impulsión. De acuerdo con la norma de diseño para sistemas de agua potable, eliminación de excretas y residuos líquidos.

En sistemas de conducción a impulsión, el caudal de diseño se establecerá en función del consumo máximo diario y el número de horas de impulsión, de acuerdo con la siguiente expresión (INEN, 1997):

$$Q_b = 1.05Q_{MD} \frac{24 \text{ horas}}{\text{No. horas de bombeo al día}}$$

$$Q_b = 1.05 * 0.29 \frac{24 \text{ horas}}{6 \text{ horas de bombeo}}$$

$$Q_b = 1.22 \text{ lit/s}$$

4.3.9 PLANTA DE TRATAMIENTO

La capacidad de la planta de potabilización será de 1,10 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del período de diseño (INEN, 1997).

$$Q_t = 1.10 * Q_{MD}$$

$$Q_t = 1.10 * 0.29 \text{ lit/s}$$

$$Q_t = 0.33 \text{ lit/s}$$

Lo que significa que la planta de tratamiento deberá diseñarse para el caudal de conducción y que su capacidad de proceso de desinfección será para toda el agua que llega a esta unidad del sistema.

4.3.10 RED DE DISTRIBUCION

La capacidad de la red de distribución se calculará para el consumo máximo horario (QMH). En poblaciones pequeñas no se considera incremento para combatir incendios.

$$Q_d = Q_{MH}$$

$$Q_d = 0.69 \frac{\text{lit}}{\text{seg}}$$

4.3.11 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

El tanque de almacenamiento está destinado a mantener la cantidad suficiente de agua para cubrir las variaciones horarias de los diferentes consumos en el día. Según las normas de diseño de agua potable en áreas rurales la capacidad de almacenamiento será el 50 % del volumen máximo diario futuro y en ningún caso el volumen de almacenamiento será inferior a 10 m³.

Para poblaciones inferiores a 5000 habitantes las normas establecen que no debe considerar volumen de protección contra incendios ni volumen de emergencia.

$$V = 0.5 * \frac{Q * 86400}{1000}$$

$$V = 0.5 * \frac{1.22 * 86400}{1000}$$

$$V = 52.7m^3$$

$$V = 55 m^3 \text{ ADOPTADO}$$

A continuación, se muestra el cuadro de resúmenes de caudales de nuestro diseño:

Tabla 8

Resúmenes de caudales

Q MEDIO	Q MAX DIARIO	QMAXIMO HORARIO	Q DISEÑO	Q IMPULSIÓN	V ALMACENAMIENTO
lit/s	lit/s	lit/s	lit/s	lit/s	M3
0.23	0.29	0.69	0.69	1.22	55

4.3.12 VOLUMEN DE LA CAPTACIÓN

Para la captación la norma dice que deberá tener una capacidad tal, que permita derivar al sistema de agua potable un caudal mínimo equivalente a 1,2 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del período de diseño (INEN, 1997).

$$V = 1.2 * \frac{0.69 * 86400}{1000}$$

$$V = 71.54 \text{ m}^3$$

$$V = 75\text{m}^3 \text{ ADOPTADO}$$

4.3.13 OBTENCIÓN DE RESULTADOS EN EL PROGRAMA WATER

Tabla 9

Resultado de parámetros hidráulicos nudos del diseño de la red

Label	Elevation (m)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)	Demand (L/s)
C-1	122,21	137,35	15,11	0,0000
C-2	119,66	137,35	17,65	0,0516
C-3	121,75	137,35	15,57	0,0086
C-4	124,35	137,35	12,98	0,0516
C-5	88,67	137,34	48,57	0,0172
C-6	88,00	137,34	49,24	0,0258
C-7	98,95	137,34	38,31	0,0860
C-8	101,49	137,34	35,78	0,0086
C-9	89,42	137,34	47,82	0,0430
C-10	98,61	137,34	38,65	0,0258
C-11	98,86	137,34	38,40	0,0258
C-12	101,26	137,34	36,01	0,0602
C-13	100,62	137,34	36,64	0,0000
C-14	108,07	137,34	29,21	0,0172
C-15	90,00	137,34	47,24	0,0172
C-16	101,15	137,34	36,12	0,0430

C-17	106,91	137,35	30,38	0,0000
C-18	110,23	137,34	27,05	0,0258
C-19	111,52	137,34	25,77	0,0344
C-20	110,83	137,34	26,46	0,0430
C-21	127,49	132,36	4,86	0,0000
C-22	127,05	132,36	5,31	0,0000
C-23	118,53	132,53	13,97	0,0000
C-24	117,72	132,53	14,78	0,0000
C-25	117,41	132,37	14,93	0,0000
C-26	162,77	169,97	7,18	0,0000
C-27	160,98	169,99	8,99	0,0000
C-28	156,00	170,07	14,05	0,0000
C-29	154,00	170,08	16,05	0,0000
C-30	112,62	132,57	19,90	0,0000
C-31	116,00	132,56	16,52	0,0000
C-32	84,70	133,94	49,14	0,0000
C-33	84,26	133,95	49,58	0,0000
C-34	118,00	132,64	14,61	0,0000
C-35	118,60	132,63	14,00	0,0000
C-36	92,00	133,10	41,02	0,0000
C-37	89,00	133,11	44,02	0,0000
C-38	91,54	132,46	40,84	0,0000
C-39	90,50	132,45	41,87	0,0000
C-40	106,15	132,58	26,37	0,0000
C-41	98,66	132,50	33,78	0,0000
C-42	94,90	132,50	37,52	0,0000
C-43	103,00	132,58	29,53	0,0000
C-44	108,01	133,29	25,24	0,0000
C-45	110,00	133,30	23,26	0,0000
C-46	112,00	133,52	21,47	0,0000
C-47	111,00	133,52	22,48	0,0000
C-48	98,84	133,77	34,85	0,0000
C-49	97,00	133,78	36,71	0,0000
C-50	115,83	132,54	16,68	0,0000
C-51	85,09	132,86	47,67	0,0000
C-52	85,92	132,85	46,83	0,0000
C-53	134,87	169,90	34,96	0,0000
C-54	83,51	132,97	49,36	0,0000
C-55	84,33	132,95	48,53	0,0000
C-56	88,00	132,80	44,71	0,0000
C-57	89,02	132,79	43,68	0,0000
C-58	86,01	133,13	47,03	0,0000
C-59	87,06	133,14	45,99	0,0000
C-60	101,72	132,40	30,62	0,0000
C-61	99,28	132,41	33,06	0,0000
C-62	107,16	132,38	25,17	0,0000
C-63	84,30	132,94	48,54	0,0000
C-64	94,41	132,48	38,00	0,0000
C-65	107,03	133,54	26,45	0,0000
C-66	151,56	169,92	18,33	0,0000

C-67	144,99	169,91	24,87	0,0000
C-68	93,01	132,47	39,39	0,0000
C-69	84,39	134,00	49,51	0,0000
C-70	84,62	134,01	49,29	0,0000
C-71	110,91	134,34	23,39	0,0000
C-72	111,06	133,50	22,40	0,0000
C-73	83,96	133,97	49,90	0,0000
C-74	84,01	133,98	49,87	0,0000
C-75	85,02	134,06	48,94	0,0000
C-76	85,00	134,07	48,97	0,0000
C-77	108,10	133,32	25,16	0,0000
C-78	84,63	134,04	49,32	0,0000
C-79	84,37	132,92	48,45	0,0000
C-80	84,49	132,89	48,31	0,0000
C-81	104,78	133,33	28,49	0,0000
C-82	105,06	133,35	28,23	0,0000
C-83	89,73	132,43	42,62	0,0000
C-84	97,77	133,55	35,71	0,0000
C-85	151,00	170,06	19,02	0,0000
C-86	107,61	134,33	26,67	0,0000
C-87	153,84	170,03	16,16	0,0000
C-88	152,00	170,04	18,01	0,0000
C-89	84,60	133,92	49,23	0,0000
C-90	104,80	133,28	28,42	0,0000
C-91	99,00	133,80	34,73	0,0000
C-92	89,86	132,77	42,83	0,0000
C-93	156,54	170,01	13,44	0,0000
C-94	152,03	170,10	18,04	0,0000
C-95	144,54	170,12	25,52	0,0000
C-96	84,34	132,92	48,48	0,0000
C-97	87,90	133,81	45,83	0,0000
C-98	85,35	133,83	48,38	0,0000
C-99	83,95	133,01	48,96	0,0000
C-100	86,20	133,02	46,73	0,0000
C-101	87,51	132,83	45,23	0,0000
C-102	114,87	132,66	17,75	0,0000
C-103	99,10	133,26	34,09	0,0000
C-104	155,47	169,94	14,44	0,0000
C-105	87,00	133,18	46,09	0,0000
C-106	87,42	133,20	45,68	0,0000
C-107	85,02	132,88	47,76	0,0000
C-108	91,04	133,57	42,45	0,0000
C-109	111,05	132,60	21,51	0,0000
C-110	89,00	133,21	44,13	0,0000
C-111	86,22	133,59	47,27	0,0000
C-112	112,27	132,67	20,37	0,0000
C-113	108,42	132,69	24,23	0,0000
C-114	95,64	132,75	37,04	0,0000
C-115	101,14	133,45	32,25	0,0000
C-116	108,00	133,47	25,41	0,0000

C-117	99,28	133,37	34,02	0,0000
C-118	102,39	134,31	31,85	0,0000
C-119	100,10	134,28	34,11	0,0000
C-120	90,05	133,24	43,10	0,0000
C-121	89,00	133,42	44,33	0,0000
C-122	125,05	134,40	9,33	0,0000
C-123	93,03	134,17	41,06	0,0000
C-124	97,40	134,20	36,72	0,0000
C-125	85,00	133,40	48,30	0,0000
C-126	94,73	134,23	39,42	0,0000
C-127	89,16	134,15	44,90	0,0000
C-128	88,14	134,12	45,89	0,0000
C-129	99,00	133,05	33,98	0,0000
C-130	84,64	133,62	48,88	0,0000
C-131	90,08	133,74	43,57	0,0000
C-132	88,00	133,65	45,56	0,0000
C-133	84,07	133,69	49,52	0,0000
C-134	116,44	134,36	17,88	0,0000

4.3.14 CALCULO DEL DIAMETRO DE SUCCION DE LA BOMBA

$$D_s = \sqrt{\frac{4 * Q_b}{\pi * V}}$$

Condición de velocidad $0.6 < v < 0.9$ m/s.

$$D_s = \sqrt{\frac{4 * 0.00122}{\pi * 0.8}}$$

$$D_s = 0.044 \text{ m}$$

$$D_s = 90 \text{ mm ADOPTADO}$$

El diámetro de succión siempre debe ser mayor al diámetro de impulsión.

4.4.15 CALCULO DEL DIAMETRO DE IMPULSION DE LA BOMBA

$$Di = K_3 \left(\frac{Hrs}{24} \right)^{0.25} \sqrt{Qb}$$

$$Di = 1.3 \left(\frac{6}{24} \right)^{0.25} \sqrt{0.00122}$$

$$Di = 0.032 \text{ m}$$

$$Di = 63 \text{ mm ADOPTADO}$$

La condición que debe de cumplir es del diámetro de succión debe ser mayor que el diámetro de impulsión.

$$Ds > Di$$

$$90 \text{ mm} > 63 \text{ mm}$$

La norma estable que la presión mínima para cada usuario sea de 10 m H₂O, para poder cumplir esta norma se estable en el programa WaterCad un diámetro Global de 110mm.

4.3.16 PERDIDAS DE CARGA

Para el cálculo de las pérdidas de carga se usa la formula de Hazen Williams

$$hf = 10.674 * \frac{Qb^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} * L$$

Dónde:

hf = Pérdida de carga, m

Q_b = Caudal de bombeo m³/s

L_t = Longitud total incluido perdidas, m. Se incluye un 5% de la longitud total por perdida en accesorios.

C = Coeficiente de H-W

D = Diámetro de la tubería, m

$$hf = 10.674 * \frac{0.00122^{1.852}}{150^{1.852} * 0.110^{4.871}} * 12600$$

$$hf = 2,35 \text{ m}$$

4.3.17 CALCULO DE LA ALTURA DINAMICA TOTAL

$$HM = H_{est.} + H_f$$

Dónde:

ADT = Altura dinámica total

H. est = Altura estática (diferencia de cotas), m

H_f = Perdida de carga, m

$$H_{est} = \text{Cota de reserva} - \text{Cota de bombeo}$$

$$H_{est} = 162.77 - 108.07$$

$$H_{est} = 54.7m$$

$$ADT = 54.7 + 2.35$$

$$ADT = 57.05m$$

4.3.18 CALCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

Para el cálculo de la potencia de la bomba se necesita de las siguientes variables:

Hm = altura manométrica (m)

Qb = caudal de bombeo (m³/seg)

γ = peso específico del agua (100 kg/m³)

N = Rendimiento de la bomba

$$Potencia\ de\ la\ bomba = \frac{Hm * Qb * \gamma}{76 * n}$$

$$Pb = \frac{57.05 * 0.00122 * 1000}{76 * 0.75}$$

$$Pb = 1.24\ HP$$

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El diseño del sistema de agua potable se enfoca en cumplir las normas técnicas, parámetros adecuados para satisfacer el abasteciendo de agua potable que beneficia a las poblaciones futuras de la comuna La Ciénega del cantón Santa Elena.

Se cumplió con el objetivo específico 1 de levantar topográficamente con el equipo GNSS RTK y se tiene un plano planimétrico altimétrico con curvas de nivel, bordillo, vías, lotes, viviendas, canchas, losas, postes, alcantarillas, punto de abastecimiento de agua potable en la Comuna Caimito hasta la cabecera de la Comuna La Ciénega, con una distancia de 12 km de vía y 13 hectáreas.

Analizando las necesidades de consumo de agua para la comunidad, se determinó que para una buena distribución del agua potable al periodo de diseño de 26 años se debe tomar en cuenta un caudal de diseño de 1,22 l/s dando como resultado presiones superiores a 10 m H₂O factores que garantizan una buena distribución del servicio de agua potable.

Al establecer los parámetros de diseño para el sistema de la red de agua potable, se estableció un periodo de diseño para 26 años. El estudio del diseño del sistema de agua potable se lo realizó con base al Código Ecuatoriano de la Construcción para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.

En el diseño para el sistema de red de agua potable de la comuna La Ciénega se identificó que se debe elevar el agua potable desde Caimito cota +105 hasta un punto alto + 165 ubicado en abscisa 1+440. y luego en reservorio de agua + 137, 47 elevado del terreno 10 metros, se implantan dos bombas centrifugas de agua de potencia 1,5 HP monofásica con tanque de presión para mantener una presión adecuada en todo el recorrido de la tubería de impulsión.

El diseño del sistema de agua potable se modeló con el software WaterCAD el cual nos permite dimensionar y controlar parámetros como el diámetro $d = 110 \text{ mm}$, material PVC de las tuberías, caudal de diseño $q = 1,22 \text{ l/s}$.

Los diámetros calculados no cumplieron con las presiones adecuadas en el diseño a futuro, es por lo que se estableció un diámetro $d = 110 \text{ mm}$ para la tubería principal y de distribución con el fin de cumplir la norma, estableciendo una presión mínima para cada usuario sea de $10 \text{ m H}_2\text{O}$.

En el estudio se evidenció que la única fuente de abastecimiento a la Comuna La Ciénega es la Comuna Caimito que se encuentra a una distancia de 12.70 km en donde sería el punto de interconexión a la tubería existente hasta la llegada de la Comuna La Ciénega donde descargaría en el reservorio que estaría a una cota de $+137 \text{ m}$, dando a conocer que se optó a subir 10 m el reservorio para que los usuarios tengan una presión adecuada, desde allí se realizaría la distribución en las tuberías hacia los usuarios de la Comuna.

Para conseguir que el gradiente hidráulico se mantuviera por arriba del nivel de terreno se procede a instalar una ventosa en la cota 134 m , esto indicará que hay un elemento que está haciendo un desfogue al aire y cuando hay contacto de una tubería presurizada a la atmósfera la presión es mínima ($0 \text{ m H}_2\text{O}$).

5.2 RECOMENDACIONES

Para conseguir un levantamiento topográfico con el error más bajo posible, debemos considerar el estado climático. Es aconsejable emplear el equipo en un entorno sin obstáculos sobre el receptor GPS diferencial, y el cielo debe estar

completamente despejado. Esto nos asegura un error mínimo al registrar coordenadas y altitudes.

Si se produce un cambio en las presiones en los nodos y se produce un incremento en el flujo de agua en las diferentes tuberías, se aconseja la aplicación de válvulas de reducción de presión y flujo en el diseño de una red de distribución de agua potable en un área específica.

Establecer un plan regular de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar que todos los componentes del sistema funcionen de manera óptima y prolongar la vida útil de la infraestructura.

Actualizar regularmente las proyecciones de crecimiento poblacional y adaptar el sistema para asegurar que pueda satisfacer la demanda futura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnold, D. (2000). *La naturaleza como problema histórico: el medio, la cultura y la expansión de Europa*: Fondo de cultura económica.

Cabrera-Béjar, J. A., & Gueorguiev Tzatchkov, V. J. T. y. c. d. a. (2012). Modelación de redes de distribución de agua con suministro intermitente. *3*(2), 05-25.

Carhuapoma Mendoza, J. C., & Chahuayo Durán, A. R. (2019). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la Rinconada de Pamplona Alta, aplicando EPANET y algoritmos genéticos para la localización de válvulas reductoras de presión.

Censo, I. N. d. E. y. (2010).

Chile, B. d. C. N. d. (2014). *Ley Chile-Decreto 49 (28-ene-2014) M. del Trabajo y Previsión Social; Subsecretaría del Trabajo-Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*.

Cogato, A., Cei, L., Marinello, F., & Pezzuolo, A. J. A. (2023). The Role of Buildings in Rural Areas: Trends, Challenges, and Innovations for Sustainable Development. *13*(8), 1961.

Constituyente, A. (2008). Constitución de la República del Ecuador. In.

Córdoba, M. A., Del Coco, V. F., & Basualdo, J. A. J. Q. v. (2010). Agua y salud humana. *9*(3), 105-119.

Gómez Reyes, M. A. (2016). *Diseño de la red de abastecimiento de agua potable para la urbanización "Suomat" del cantón Carlos Julio Arosemena tola, provincia*

de Napo. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica ...,

González Ríos, R. D. (2024). *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para los barrios: Tipan Nizza, Entre Ríos y 25 de Diciembre, pertenecientes al cantón Santa Elena, de la provincia de Santa Elena*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2024,

Herrera-Franco, G., Carrión-Mero, P., Alvarado, N., Morante-Carballo, F., Maldonado, A., Caldevilla, P., . . . Berrezueta, E. J. S. (2020). Geosites and georesources to foster geotourism in communities: Case study of the Santa Elena peninsula geopark project in Ecuador. *12*(11), 4484.

INEN, I. J. I. I., Código Ecuatoriano de la construcción. (1997). Diseño de instalaciones sanitarias: Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.

Leobaldo, B., & Urrunaga, V. (2023). Análisis de los asentamientos humanos informales en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena”. Sector Velasco Ibarra.

Lliguin Naranjo, J. G., & Tinoco Cuenca, J. E. (2022). *Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario, para el barrio El Rosario, parroquia de Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha*.

Macias, C., Soledispa, E. J. G., Calle, V. A. L., & Rivadeneira, D. D. C. J. R. A. (2024). PLANIFICACIÓN OPERATIVA EN REDES DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE JIPIJAPA. *7*(1).

MAE. (2012). Ministerio de ambiente, agua y transición ecológico. Marco Legal La Ley de Gestión Ambiental.

Medina Alvarado, A. A., & Vidal Cruz, L. A. (2022). Modelamiento hidráulico de la red de agua potable usando el software WaterCAD en el centro poblado de Pacanguilla–La Libertad 2022.

Morán, C. O. Q., Fonseca, K. V. P., Apuntes, A. P. S., Sevillano, A. G. G., Bravo, Á. J. V., & Gavilanes, F. E. Z. J. C. D. (2019). Energía hídrica en el Ecuador. 3(2.6), 219-237.

Núñez-Sánchez, S., & Valente, M. J. J. S. (2023). Sustainable development goals and climate change in Spanish technology disciplines' curricula: From LOMCE to LOMLOE. 15(13), 10301.

Pereyra, V., & Martin, D. (2018). Evaluación del comportamiento hidráulico de redes de distribución de agua potable, mediante métodos computacionales convencionales en el distrito de Chupaca.

Portillo, A. R. S., & Herrera, E. A. C. (2023). Diseño de red de distribución de agua potable para la aldea Quebrada Seca, Sector Noreste.

Preciado Arce, G. R., Cabrera Loja, D. A., & Salas Vázquez, C. (2021). *Diseño de una red de distribución de agua potable en la parroquia urbana San Pedro de Guanujo en el cantón Guaranda*. ESPOL. FICT,

Puccio Sanchez, C. E. (2022). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable utilizando el software Watercad en el pueblo joven Las Mercedes-José Leonardo Ortiz.

REYES REYES, K. C. (2019). *DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL RECINTO MANANTIALES DEL CANTÓN MONTECRISTI-PROVINCIA DE MANABÍ*. Jipijapa-UNESUM,

Rodríguez-Procel, W., & Benavides-Muñoz, H. J. T. y. c. d. a. (2021). Modelación hidráulica y calibración de redes de distribución de agua potable. *12*(4), 01-41. doi:10.24850/j-tyca-2021-04-01

Rolland, L., & Vega Cárdenas, Y. J. P. (2010). La gestión del agua en México. *6*(2), 155-188.

Rossman, L. A. (2000). EPANET 2: users manual.

Salazar-Briones, C., Hallack-Alegría, M., Mungaray-Moctezuma, A., Lomelí, M. A., Lopez-Lambraño, A., & Salcedo-Peredia, A. J. T. y. c. d. a. (2018). Modelación hidrológica e hidráulica de un río intraurbano en una cuenca transfronteriza con el apoyo del análisis regional de frecuencias. *9*(4), 48-74.

Sánchez Tapiero, D. I., & Mendoza Valencia, M. J. I. H. y. A. (2021). SIG aplicado a la optimización del tiempo de diseño en redes de distribución de agua potable. *42*(1), 68-80.

Taris Tandalla, M. F. (2017). *“Diseño del sistema para el abastecimiento del agua potable de la comunidad de Mangacuzana, canton Cañar, provincia de cañar*. Universidad Nacional de Chimborazo, 2017,

ANEXOS

Registro fotográfico

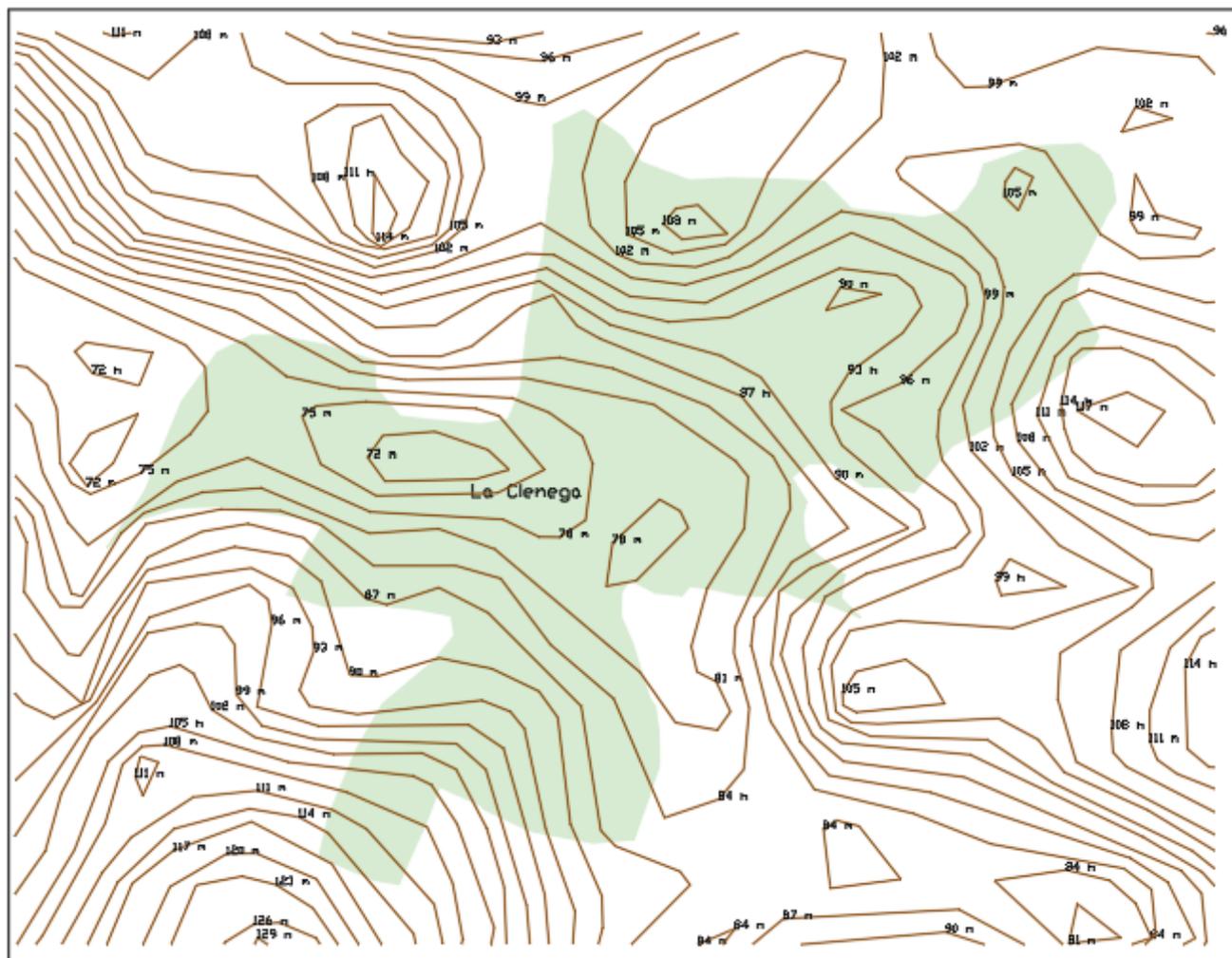




Levantamiento topográfico

Anexo 1

Levantamiento topográfico de la comuna La Ciénega. Área sombreada muestra La Ciénega



Anexo 2

Tabla de coordenadas del terreno natural

#	N	E	Z
1	9736192.27	569174.53	106.67
2	9736197.24	569178.33	106.79
3	9736199.57	569180.42	107.01
4	9736191.98	569170.70	106.69
5	9736189.83	569168.99	106.69
6	9736165.97	569198.11	105.62
7	9736166.44	569199.06	105.71
8	9736169.95	569203.26	105.92
9	9736170.74	569204.89	106.13
10	9736068.59	569235.46	102.67
11	9736069.25	569237.09	102.74
12	9736014.31	569253.15	100.47
13	9736013.63	569251.81	100.40
14	9735977.09	569269.33	99.44
15	9735979.07	569277.55	99.81
16	9737073.38	568598.09	165.34
17	9737038.59	568682.52	162.06
18	9737039.95	568683.10	162.17
19	9737045.44	568685.16	162.09
20	9737046.40	568685.65	162.06
21	9737036.98	568717.49	162.18
22	9737037.50	568717.62	162.13
23	9737043.34	568718.79	162.22
24	9737043.90	568719.12	162.65
25	9736881.35	568832.13	154.42
26	9736880.58	568831.13	154.40

27	9736876.88	568825.82	154.56
28	9736876.14	568824.84	155.16
29	9736828.99	568894.13	154.00
30	9736829.50	568894.54	153.79
31	9736834.34	568897.75	153.81
32	9736835.39	568898.55	153.86
33	9736776.99	568948.87	152.42
34	9736777.41	568949.63	152.02
35	9736782.00	568953.80	152.05
36	9736782.98	568954.95	151.99
37	9736711.33	569004.45	153.71
38	9736710.72	569003.39	153.61
39	9736708.40	568997.61	153.83
40	9736708.13	568997.10	153.96
41	9736629.96	569009.00	155.91
42	9736631.35	569010.30	156.06
43	9736636.12	569015.53	155.92
44	9736636.65	569017.16	156.25
45	9736602.54	569035.26	152.87
46	9736602.42	569037.00	153.17
47	9736603.43	569041.90	153.37
48	9736603.54	569043.37	153.61
49	9736545.75	569024.17	154.72
50	9736545.08	569025.42	155.06
51	9736544.56	569030.71	155.15
52	9736544.21	569032.01	155.74
53	9736496.76	569009.75	151.84
54	9736496.71	569011.12	151.77
55	9736497.66	569018.28	151.70

56	9736497.02	569019.70	152.07
57	9736415.17	569036.74	144.37
58	9736415.66	569037.88	144.31
59	9736418.74	569042.84	144.27
60	9736419.43	569043.62	144.71
61	9736192.48	569173.15	106.64
62	9739999.29	566689.78	87.27
63	9739999.65	566691.40	87.31
64	9740001.50	566698.57	87.51
65	9740001.40	566700.10	87.54
66	9739914.62	566688.62	85.44
67	9739914.97	566690.85	85.29
68	9739917.10	566699.03	85.31
69	9739917.27	566700.69	85.69
70	9739814.64	566718.58	82.28
71	9739815.11	566719.76	82.32
72	9739819.00	566727.15	82.47
73	9739819.09	566728.73	82.57
74	9739628.18	566775.69	90.86
75	9739629.55	566777.31	90.85
76	9739633.07	566783.70	91.35
77	9739633.58	566785.19	91.89
78	9739445.19	566828.67	82.19
79	9739446.81	566830.67	82.14
80	9739448.92	566836.22	82.16
81	9739449.37	566838.22	82.63
82	9739380.88	566878.59	83.47
83	9739381.81	566879.86	83.36
84	9739386.35	566884.20	83.42

85	9739387.67	566885.45	83.88
86	9739343.47	566899.15	83.56
87	9739344.46	566900.27	83.30
88	9739348.09	566906.88	83.41
89	9739349.21	566908.08	83.82
90	9739227.44	566958.77	83.72
91	9739226.80	566957.37	83.34
92	9739224.65	566950.07	83.20
93	9739224.25	566948.54	83.46
94	9739160.99	566963.61	82.94
95	9739160.49	566961.99	82.51
96	9739158.58	566954.78	82.36
97	9739158.35	566953.78	82.54
98	9739058.31	567017.54	83.47
99	9739057.74	567015.91	83.20
100	9739054.25	567010.43	83.27
101	9739053.30	567009.10	83.28
102	9739005.77	567054.91	83.19
103	9739006.30	567055.95	83.06
104	9739009.80	567060.99	83.13
105	9739010.98	567062.35	83.53
106	9738947.64	567094.34	84.25
107	9738949.11	567094.78	83.95
108	9738954.15	567099.24	83.84
109	9738955.19	567100.97	84.17
110	9738898.11	567128.92	82.74
111	9738898.63	567129.44	82.81
112	9738901.85	567135.49	82.72
113	9738902.58	567137.22	82.81

114	9738866.94	567154.73	84.37
115	9738868.56	567155.30	84.01
116	9738873.55	567159.08	83.81
117	9738874.96	567159.89	84.24
118	9738826.88	567212.02	85.23
119	9738828.23	567212.78	84.96
120	9738834.28	567217.35	84.85
121	9738835.44	567218.28	85.13
122	9738773.77	567255.08	85.60
123	9738775.22	567255.56	85.41
124	9738780.35	567260.24	84.98
125	9738781.32	567261.42	84.90
126	9738628.31	567464.93	87.85
127	9738629.66	567465.79	87.84
128	9738634.79	567468.15	88.07
129	9738636.57	567469.73	88.21
130	9738497.18	567559.58	88.91
131	9738498.30	567560.54	88.80
132	9738501.90	567565.82	88.93
133	9738502.83	567567.47	89.31
134	9738348.46	567606.48	92.54
135	9738349.14	567607.97	92.38
136	9738352.36	567613.73	92.46
137	9738353.11	567615.62	92.84
138	9738236.78	567676.24	97.95
139	9738237.70	567677.38	97.37
140	9738240.09	567683.45	97.38
141	9738240.86	567685.26	97.32
142	9738091.26	567720.52	94.59

143	9738094.05	567725.36	94.48
144	9738094.96	567726.38	94.13
145	9738023.26	567735.52	95.43
146	9738023.25	567735.52	95.42
147	9738023.54	567736.57	95.67
148	9738026.68	567742.74	95.55
149	9738026.73	567744.18	95.26
150	9737807.17	567790.10	99.37
151	9737808.37	567790.92	99.56
152	9737811.20	567796.59	99.69
153	9737811.64	567798.18	99.86
154	9737704.52	567847.10	101.83
155	9737705.23	567848.72	102.01
156	9737708.57	567853.37	101.77
157	9737709.83	567854.54	102.08
158	9737599.73	567928.46	107.12
159	9737601.07	567929.22	107.05
160	9737606.62	567933.23	107.17
161	9737607.76	567934.25	107.77
162	9737584.43	568007.09	110.77
163	9737583.49	568006.62	110.52
164	9737576.54	568003.78	110.44
165	9737574.78	568003.01	111.15
166	9737540.04	568055.95	116.47
167	9737539.41	568055.00	116.02
168	9737536.37	568050.11	116.24
169	9737535.88	568049.56	116.55
170	9737461.27	568107.90	112.99
171	9737461.79	568108.59	113.17

172	9737466.52	568112.73	112.93
173	9737467.19	568113.01	112.81
174	9737359.00	568190.88	125.16
175	9737359.85	568191.40	124.78
176	9737365.31	568197.74	124.68
177	9737365.95	568198.82	125.08
178	9737301.56	568311.91	134.61
179	9737300.83	568311.37	134.10
180	9737296.00	568307.77	134.17
181	9737294.64	568307.26	134.56
182	9737251.46	568341.31	134.57
183	9737253.36	568342.24	134.40
184	9737257.53	568346.26	134.18
185	9737258.50	568347.28	134.09
186	9737205.82	568420.81	144.98
187	9737204.76	568420.14	144.83
188	9737201.04	568416.36	144.58
189	9737200.71	568416.22	144.77
190	9737155.02	568459.94	151.53
191	9737153.39	568459.64	151.51
192	9737149.85	568453.55	151.64
193	9737149.40	568452.98	151.99
194	9737105.11	568537.84	164.56
195	9737103.54	568537.23	164.73
196	9737098.09	568534.86	164.98
197	9737097.44	568534.38	165.37
198	9741472.69	566669.14	107.09
199	9741473.23	566668.04	106.57
200	9741476.08	566660.77	106.49

201	9741476.67	566659.46	106.73
202	9741400.52	566658.23	97.75
203	9741400.71	566656.59	97.49
204	9741402.12	566649.07	97.56
205	9741402.09	566647.40	97.70
206	9741306.78	566659.40	91.10
207	9741306.49	566658.28	90.63
208	9741305.89	566650.37	90.65
209	9741305.92	566649.18	91.08
210	9741208.19	566663.74	81.36
211	9741208.75	566665.53	81.25
212	9741210.74	566671.78	81.28
213	9741210.64	566674.06	81.29
214	9741041.57	566653.05	79.03
215	9741041.38	566654.79	79.23
216	9741042.57	566662.14	79.34
217	9741042.06	566654.69	79.17
218	9740855.64	566611.03	88.01
219	9740855.53	566609.37	87.56
220	9740856.85	566601.73	87.51
221	9740740.49	566589.81	79.59
222	9740740.34	566591.44	79.36
223	9740740.19	566599.81	79.77
224	9740739.70	566601.65	79.71
225	9740668.23	566601.84	78.25
226	9740667.93	566600.25	78.14
227	9740666.95	566593.30	78.01
228	9740666.41	566591.75	78.10
229	9740530.05	566654.14	81.25

230	9740529.01	566652.78	81.19
231	9740525.17	566645.96	81.37
232	9740524.72	566644.78	81.57
233	9740408.16	566686.65	89.18
234	9740408.84	566688.50	89.21
235	9740411.50	566696.61	89.77
236	9740411.93	566698.18	90.07
237	9740314.03	566713.62	97.60
238	9740313.88	566711.99	97.45
239	9740313.49	566703.45	97.69
240	9740312.97	566702.15	98.11
241	9740239.93	566729.48	98.83
242	9740239.25	566728.23	98.73
243	9740240.73	566720.30	98.98
244	9740240.87	566718.82	99.30
245	9740184.81	566716.69	96.13
246	9740185.10	566718.96	96.19
247	9740185.41	566726.48	96.63
248	9740185.20	566727.74	96.77
249	9740106.24	566711.76	99.63
250	9740106.74	566711.05	99.31
251	9740110.86	566703.76	99.20
252	9740111.07	566702.63	99.20
253	9742929.17	567094.64	90.05
254	9742929.60	567092.18	89.66
255	9742930.32	567083.93	89.90
256	9742930.05	567082.07	90.16
257	9742929.68	567080.31	90.24
258	9742656.75	567115.40	108.06

259	9742656.42	567113.46	107.77
260	9742657.39	567105.85	107.27
261	9742657.37	567103.96	107.32
262	9742614.61	567088.74	110.24
263	9742615.52	567087.46	109.81
264	9742621.02	567081.94	109.58
265	9742622.11	567080.07	109.73
266	9742561.29	567043.08	108.30
267	9742561.56	567041.34	107.93
268	9742565.64	567033.20	107.85
269	9742566.45	567031.36	107.90
270	9742484.93	567005.47	105.20
271	9742484.64	567007.51	105.00
272	9742483.32	567013.29	104.71
273	9742482.96	567015.58	104.71
274	9742419.81	566980.45	105.18
275	9742420.40	566978.68	104.81
276	9742424.49	566970.88	105.13
277	9742424.78	566969.56	105.46
278	9742312.43	566956.59	99.64
279	9742312.45	566955.30	99.44
280	9742314.68	566948.00	99.44
281	9742314.38	566946.02	99.75
282	9742153.38	566915.98	85.10
283	9742153.12	566917.58	85.21
284	9742150.65	566924.71	85.22
285	9742012.95	566909.87	88.80
286	9742012.95	566909.87	88.80
287	9742012.87	566909.00	88.80

288	9742014.84	566901.17	88.59
289	9742016.47	566899.35	88.65
290	9741891.74	566874.33	102.11
291	9741892.13	566878.28	102.07
292	9741890.92	566887.77	101.48
293	9741891.20	566889.27	101.45
294	9741787.33	566871.03	107.28
295	9741787.42	566872.98	107.20
296	9741785.35	566879.34	107.76
297	9741784.96	566880.20	108.25
298	9741676.42	566827.50	111.17
299	9741677.09	566826.33	110.53
300	9741680.43	566820.65	110.37
301	9741680.93	566819.50	110.61
302	9741603.27	566793.01	111.17
303	9741603.97	566791.23	111.07
304	9741608.14	566784.32	111.05
305	9741608.75	566782.59	111.47
306	9741553.16	566749.62	112.45
307	9741553.90	566748.25	111.84
308	9741560.26	566743.97	111.57
309	9741561.56	566743.02	111.92
310	9741521.07	566709.75	111.25
311	9741522.42	566708.55	110.73
312	9741531.38	566704.55	110.71
313	9741532.36	566703.61	110.63
314	9744774.67	567824.79	87.62
315	9744775.68	567822.69	87.46
316	9744781.28	567816.00	87.33

317	9744782.91	567814.83	87.93
318	9744708.88	567771.39	85.94
319	9744709.46	567769.50	85.68
320	9744713.54	567762.76	86.00
321	9744714.13	567761.87	86.45
322	9744654.42	567759.75	85.32
323	9744654.61	567757.92	84.66
324	9744656.70	567750.75	84.60
325	9744657.24	567749.96	85.15
326	9744566.88	567706.65	85.03
327	9744568.19	567705.28	84.91
328	9744570.43	567698.13	84.75
329	9744571.05	567696.70	85.19
330	9744571.23	567695.73	85.33
331	9744504.00	567637.93	84.66
332	9744505.83	567636.94	84.66
333	9744512.52	567634.20	84.72
334	9744514.24	567633.51	85.43
335	9744462.46	567580.13	82.83
336	9744464.07	567578.18	82.88
337	9744469.40	567573.20	83.13
338	9744470.89	567571.79	83.63
339	9744388.33	567543.38	82.64
340	9744387.85	567541.60	82.20
341	9744392.78	567535.59	82.19
342	9744393.20	567534.64	82.50
343	9744303.57	567488.84	78.31
344	9744303.51	567475.90	77.50
345	9744259.92	567443.94	81.52

346	9744260.52	567443.03	81.09
347	9744266.02	567437.65	81.10
348	9744266.73	567436.47	81.39
349	9744214.68	567409.86	80.73
350	9744216.02	567407.94	80.65
351	9744221.63	567402.59	80.25
352	9744222.78	567401.32	80.20
353	9744149.09	567345.71	82.82
354	9744150.29	567344.71	82.61
355	9744150.92	567343.22	82.39
356	9744159.09	567338.21	82.22
357	9744160.11	567336.90	82.38
358	9744082.06	567288.34	81.39
359	9744083.08	567286.58	81.48
360	9744084.86	567286.16	81.62
361	9744089.14	567280.80	81.53
362	9744002.54	567261.85	86.49
363	9744003.05	567260.02	86.17
364	9744006.79	567252.20	86.20
365	9744007.11	567251.08	86.52
366	9743862.69	567170.73	99.29
367	9743863.80	567169.89	98.83
368	9743870.51	567165.51	98.87
369	9743871.96	567164.28	99.15
370	9743869.17	567163.36	98.88
371	9743724.93	567067.39	83.40
372	9743725.38	567066.27	83.49
373	9743729.97	567060.11	83.34
374	9743658.28	567010.52	83.50

375	9743659.34	567008.83	83.28
376	9743663.85	567003.29	83.15
377	9743664.94	567001.11	83.31
378	9743613.92	566996.86	83.96
379	9743614.18	566995.04	83.62
380	9743616.83	566986.93	83.45
381	9743617.70	566985.21	83.74
382	9743479.81	566984.06	84.97
383	9743480.43	566985.32	85.07
384	9743483.47	566992.39	85.60
385	9743483.85	566993.81	86.09
386	9743430.75	567022.19	87.38
387	9743430.38	567020.64	86.65
388	9743428.04	567012.19	86.17
389	9743427.57	567010.68	86.20
390	9743244.46	567059.33	86.43
391	9743244.30	567058.16	86.35
392	9743246.70	567050.18	86.24
393	9743246.49	567049.14	86.46
394	9743151.46	567059.07	87.22
395	9743151.24	567057.16	87.18
396	9743149.98	567048.84	87.16
397	9743149.93	567046.93	87.37
398	9743058.89	567083.09	89.19
399	9743059.91	567082.42	89.21
400	9743060.37	567084.21	89.02
401	9743061.71	567091.43	88.95
402	9743062.03	567093.15	89.49
403	9742816.87	567054.91	99.06

404	9742816.67	567052.96	99.25
405	9742820.68	567045.85	99.67
406	9742820.70	567044.61	100.07
407	9742727.56	567078.56	104.87
408	9742726.35	567077.18	104.47
409	9742724.64	567067.68	104.51
410	9742724.15	567066.89	104.53
411	9745707.09	568315.39	118.70
412	9745664.01	568305.77	117.83
413	9745663.53	568307.09	117.57
414	9745662.23	568313.77	117.91
415	9745661.89	568315.46	118.03
416	9745661.47	568316.33	118.07
417	9745589.40	568264.59	114.67
418	9745588.72	568266.03	114.42
419	9745586.23	568273.12	114.61
420	9745584.67	568275.00	114.83
421	9745485.73	568252.71	112.55
422	9745486.20	568251.32	112.58
423	9745491.20	568244.98	112.49
424	9745491.51	568244.33	112.86
425	9745395.04	568206.55	108.35
426	9745396.14	568204.94	108.24
427	9745400.00	568198.45	108.33
428	9745400.71	568196.94	107.96
429	9745401.30	568196.40	107.89
430	9745150.94	568004.38	95.70
431	9745149.98	568006.26	95.73
432	9745144.70	568012.37	95.47

433	9745143.49	568013.07	95.81
434	9745114.94	567989.08	93.01
435	9745115.64	567987.53	93.21
436	9745120.43	567980.61	93.32
437	9745121.36	567979.31	93.35
438	9745060.93	567949.26	89.55
439	9745063.09	567947.63	89.40
440	9745064.18	567946.78	89.48
441	9745067.91	567941.16	89.23
442	9745067.74	567938.91	89.08
443	9745067.10	567936.86	89.45
444	9744986.81	567922.97	89.33
445	9744986.89	567921.40	89.03
446	9744987.14	567920.04	88.88
447	9744990.54	567912.89	89.00
448	9744990.81	567911.26	89.41
449	9744931.77	567899.56	87.47
450	9744932.38	567898.23	87.57
451	9744936.08	567892.23	87.79
452	9744937.15	567890.98	88.06
453	9745991.28	568297.36	106.05
454	9745992.09	568296.52	105.66
455	9745996.70	568291.06	105.72
456	9745997.47	568289.41	106.32
457	9745946.20	568264.17	102.53
458	9745948.22	568265.47	102.76
459	9745950.62	568274.75	103.09
460	9745947.89	568274.83	102.31
461	9745946.65	568273.21	103.10

462	9745853.27	568266.58	111.31
463	9745853.19	568265.44	110.80
464	9745849.16	568258.51	110.65
465	9745848.59	568256.52	110.72
466	9745746.78	568302.99	114.42
467	9745746.30	568301.48	114.07
468	9745742.53	568295.07	114.25
469	9745741.66	568293.84	114.30
470	9745707.33	568316.69	118.90
471	9745706.11	568312.97	118.76
472	9745704.30	568306.72	118.85
473	9745705.68	568305.69	119.26
474	9746433.69	568965.76	102.16
475	9746453.79	568955.09	99.83
476	9746461.78	568958.31	99.88
477	9746461.71	568961.68	99.91
478	9746465.39	568960.29	98.94
479	9746466.33	568961.14	98.77
480	9746467.31	568960.98	98.47
481	9746468.14	568960.63	98.58
482	9746486.01	568971.39	100.51
483	9746478.80	568978.27	100.35
484	9746476.30	568980.80	100.43
485	9746465.07	568975.98	100.56
486	9746464.41	568974.25	100.44
487	9746464.40	568970.24	100.01
488	9746463.14	568969.64	99.93
489	9746515.92	569031.90	103.53
490	9746518.05	569034.39	103.72

491	9746513.10	569042.60	103.92
492	9746512.10	569043.20	104.41
493	9746618.38	569137.30	121.02
494	9746616.30	569138.87	122.04
495	9746631.71	569194.34	123.58
496	9746630.69	569196.68	123.28
497	9746545.19	569161.44	124.91
498	9746543.54	569165.08	124.94
499	9746558.54	569153.45	128.04
500	9746558.77	569148.26	127.77
501	9746556.65	569145.54	127.23
502	9746555.02	569142.29	126.48
503	9746557.84	569137.93	126.32
504	9746553.79	569135.64	125.31
505	9746555.28	569135.42	125.47
506	9746549.07	569121.87	120.74
507	9746547.10	569119.99	119.77
508	9746549.17	569117.33	119.41
509	9746544.83	569109.94	116.43
510	9746543.04	569109.14	115.89
511	9746541.40	569108.12	115.09
512	9746539.11	569092.68	110.84
513	9746539.20	569090.52	110.46
514	9746534.35	569088.99	109.05
515	9746534.68	569081.59	107.65
516	9746534.13	569080.14	107.39
517	9746529.19	569078.81	107.51
518	9746504.39	569006.90	104.56
519	9746502.34	569003.75	104.50

520	9746507.30	569006.11	105.34
521	9746509.81	569004.46	106.49
522	9746510.70	569002.53	107.40
523	9746511.60	568999.51	108.45
524	9746512.82	568996.34	109.23
525	9746512.10	568993.00	109.38
526	9746517.62	568990.95	111.61
527	9746521.17	568992.11	112.56
528	9746523.57	568994.07	113.42
529	9746526.45	568997.90	113.80
530	9746546.77	569001.85	115.78
531	9746547.73	569005.23	114.80
532	9746545.13	569005.58	114.34
533	9746541.64	569006.51	113.55
534	9746534.88	569006.47	112.44
535	9746531.25	569007.69	111.61
536	9746529.43	569011.55	110.01
537	9746531.05	569012.80	109.86
538	9746528.76	569013.54	109.04
539	9746524.96	569012.78	107.81
540	9746524.14	569012.68	107.50
541	9746514.54	569003.05	107.90
542	9746505.88	569006.91	104.93
543	9746453.52	568967.58	101.86
544	9746453.52	568967.59	101.86
545	9746434.70	568985.64	103.81
546	9746432.74	568987.40	103.97
547	9746436.96	568993.35	105.77
548	9746439.54	568994.14	106.36

549	9746443.69	568997.28	107.70
550	9746441.97	569001.15	108.23
551	9746450.02	569002.97	109.39
552	9746458.01	569002.07	108.71
553	9746460.92	569005.88	109.17
554	9746464.43	569009.67	109.58
555	9746469.97	569014.20	109.68
556	9746473.45	569016.68	108.98
557	9746475.40	569019.63	108.95
558	9746475.37	569023.69	109.29
559	9746467.10	569028.62	112.22
560	9746462.49	569031.29	112.44
561	9746451.97	569029.53	112.28
562	9746448.57	569028.66	112.28
563	9746447.27	569036.14	113.72
564	9746446.71	569041.02	114.67
565	9746445.54	569048.62	116.18
566	9746443.59	569053.35	117.20
567	9746440.25	569057.24	117.72
568	9746420.74	569061.08	117.02
569	9746436.73	569052.26	117.46
570	9746439.20	569061.52	118.16
571	9746438.88	569065.28	118.60
572	9746441.85	569060.67	118.23
573	9746445.40	569057.19	117.66
574	9746446.82	569048.69	116.10
575	9746448.68	569023.86	111.64
576	9746445.27	569020.51	112.05
577	9746441.58	569017.19	112.13

578	9746439.42	569011.98	112.08
579	9746436.92	569007.33	110.85
580	9746436.11	569004.12	110.39
581	9746439.63	569002.31	110.04
582	9746444.52	569002.99	109.01
583	9746426.56	568985.72	102.62
584	9746419.29	568988.64	101.74
585	9746412.76	568993.28	101.81
586	9746409.52	568998.46	102.09
587	9746402.45	568999.25	101.83
588	9746400.37	568995.08	102.75
589	9746396.17	568996.10	103.74
590	9746394.01	568993.07	104.76
591	9746389.88	568988.48	106.60
592	9746385.36	568987.72	108.04
593	9746384.31	568984.77	108.50
594	9746385.14	568981.81	108.20
595	9746386.28	568980.32	107.86
596	9746378.92	568981.14	109.10
597	9746371.94	568984.33	110.60
598	9746370.02	568990.29	111.87
599	9746364.93	568999.45	112.84
600	9746358.42	568996.33	112.83
601	9746355.43	568994.70	113.10
602	9746353.06	568995.32	114.00
603	9746338.01	568988.85	113.01
604	9746339.44	568987.34	112.39
605	9746337.89	568986.22	111.99
606	9746338.73	568985.20	111.66

607	9746339.20	568995.10	115.26
608	9746336.25	568998.32	116.30
609	9746342.01	569000.84	117.15
610	9746343.87	569005.70	118.24
611	9746342.81	569008.33	118.99
612	9746348.73	569011.39	118.61
613	9746350.81	569014.20	118.49
614	9746359.51	569017.76	117.86
615	9746361.84	569016.89	117.64
616	9746355.73	569021.61	118.33
617	9746357.17	569039.83	118.16
618	9746357.24	569034.68	118.26
619	9746356.56	569031.66	118.37
620	9746352.14	569027.60	118.59
621	9746348.86	569019.09	118.75
622	9746339.50	569024.71	120.59
623	9746335.00	569030.21	121.53
624	9746332.20	569031.64	121.98
625	9746332.27	569039.17	122.24
626	9746330.78	569037.86	122.38
627	9746317.72	569046.10	123.91
628	9746323.44	569015.42	121.59
629	9746328.41	569019.14	121.61
630	9746333.70	569022.30	121.21
631	9746337.83	569024.09	120.75
632	9746341.38	569021.16	119.95
633	9746348.11	569015.73	118.79
634	9746358.44	569011.08	117.53
635	9746355.68	569006.40	116.90

636	9746355.68	569002.61	116.01
637	9746353.23	568996.68	114.44
638	9746362.02	568984.50	111.81
639	9746376.84	568984.18	109.85
640	9746379.34	568974.38	107.72
641	9746375.91	568969.48	106.49
642	9746377.17	568967.47	105.93
643	9746374.77	568965.25	104.17
644	9746376.34	568961.45	103.10
645	9746379.49	568959.17	102.15
646	9746378.70	568956.31	100.69
647	9746382.09	568949.50	100.09
648	9746381.22	568947.69	100.03
649	9746373.52	568946.12	99.21
650	9746368.51	568944.17	98.78
651	9746371.05	568943.70	98.48
652	9746369.65	568939.10	97.78
653	9746367.65	568938.43	97.69
654	9746351.61	568926.12	95.49
655	9746355.53	568921.35	95.20
656	9746363.18	568917.85	94.91
657	9746348.73	568915.41	94.88
658	9746361.45	568913.55	94.11
659	9746358.33	568897.89	94.03
660	9746358.33	568897.89	94.02
661	9746358.33	568897.88	94.01
662	9746359.74	568899.26	93.64
663	9746361.90	568898.27	93.07
664	9746363.06	568896.26	92.28

665	9746362.44	568894.27	91.70
666	9746362.90	568891.27	90.98
667	9746364.56	568887.65	89.83
668	9746365.01	568882.57	89.12
669	9746366.52	568882.42	89.18
670	9746367.86	568877.03	89.09
671	9746368.89	568875.29	89.06
672	9746365.80	568873.29	89.84
673	9746364.18	568870.96	90.49
674	9746363.06	568868.33	91.24
675	9746354.93	568870.95	92.30
676	9746362.66	568866.41	91.40
677	9746362.82	568866.93	91.22
678	9746350.90	568873.50	92.83
679	9746348.45	568876.09	93.27
680	9746344.13	568878.82	94.05
681	9746338.41	568877.39	94.88
682	9746330.66	568878.90	96.36
683	9746324.98	568881.83	97.46
684	9746321.29	568879.61	97.95
685	9746314.23	568880.80	99.26
686	9746309.03	568882.47	100.05
687	9746304.11	568885.25	100.75
688	9746301.16	568887.03	101.22
689	9746298.03	568885.64	101.60
690	9746292.90	568885.92	102.24
691	9746286.78	568881.56	102.98
692	9746277.42	568880.80	103.43
693	9746267.72	568881.05	104.24

694	9746256.78	568881.86	106.13
695	9746235.00	568882.72	108.36
696	9746233.80	568888.93	108.02
697	9746233.50	568894.24	107.59
698	9746233.01	568881.14	108.74
699	9746245.88	568884.35	107.37
700	9746262.06	568878.40	105.71
701	9746267.03	568871.46	105.53
702	9746329.27	568815.60	102.55
703	9746328.07	568807.57	101.84
704	9746330.80	568802.85	101.82
705	9746332.28	568796.03	102.70
706	9746331.36	568790.26	103.63
707	9746333.29	568785.05	104.36
708	9746330.30	568782.64	105.15
709	9746324.53	568778.11	106.40
710	9746318.19	568775.66	107.94
711	9746312.11	568769.39	110.17
712	9746308.15	568769.01	110.98
713	9746296.97	568748.75	112.00
714	9746301.68	568747.55	111.66
715	9746307.12	568750.59	111.30
716	9746308.69	568761.42	111.50
717	9746324.93	568779.06	106.25
718	9746348.78	568792.32	101.77
719	9746349.69	568794.92	101.63
720	9746351.41	568788.18	101.65
721	9746364.36	568786.40	100.58
722	9746374.74	568786.40	99.28

723	9746374.49	568790.05	99.33
724	9746374.04	568793.61	98.87
725	9746378.12	568796.85	98.17
726	9746382.44	568797.61	97.90
727	9746380.28	568792.79	98.10
728	9746381.21	568785.20	98.30
729	9746380.79	568781.42	98.54
730	9746381.52	568776.27	98.03
731	9746380.75	568770.52	97.06
732	9746384.37	568769.79	96.67
733	9746388.95	568769.89	96.95
734	9746387.09	568766.72	95.73
735	9746385.18	568757.14	94.10
736	9746388.63	568755.24	93.31
737	9746391.90	568755.31	92.94
738	9746394.06	568751.91	92.20
739	9746392.43	568749.06	91.88
740	9746394.92	568744.03	91.02
741	9746403.76	568742.84	90.15
742	9746406.40	568739.30	90.07
743	9746413.03	568735.83	89.98
744	9746417.27	568733.99	90.06
745	9746421.36	568766.42	89.45
746	9746426.36	568766.11	89.26
747	9746427.15	568770.68	89.14
748	9746427.35	568773.06	89.13
749	9746430.03	568772.97	88.77
750	9746430.97	568771.53	88.61
751	9746429.20	568769.17	88.28

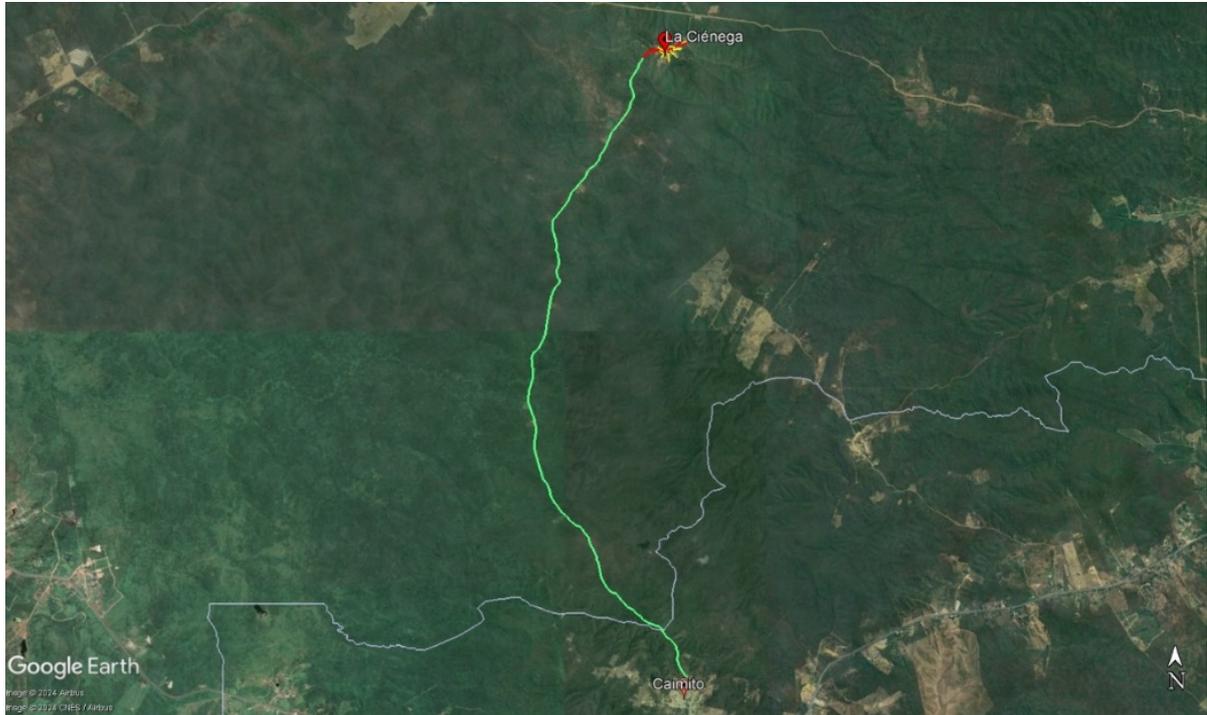
752	9746426.12	568779.69	89.18
753	9746424.96	568784.49	89.19
754	9746420.59	568825.31	88.33
755	9746417.33	568826.14	89.06
756	9746416.68	568828.95	89.51
757	9746408.21	568830.54	89.61
758	9746401.11	568828.54	89.36
759	9746398.87	568830.41	89.31
760	9746397.37	568832.55	89.35
761	9746392.68	568839.35	89.37
762	9746390.67	568839.08	89.34
763	9746388.91	568838.87	89.35
764	9746383.09	568845.23	89.47
765	9746383.32	568847.27	89.46
766	9746382.80	568850.66	89.53
767	9746377.30	568856.87	89.95
768	9746374.41	568857.77	90.13
769	9746372.01	568858.68	90.27
770	9746367.11	568863.23	90.94
771	9746366.54	568862.94	91.54
772	9746365.38	568866.32	91.05
773	9746364.53	568868.10	91.02
774	9746364.46	568869.17	90.71
775	9746406.36	568854.93	92.30
776	9746406.39	568853.54	91.86
777	9746402.93	568856.19	91.85
778	9746401.87	568856.62	91.74
779	9746414.77	568866.12	93.64
780	9746424.77	568863.21	94.04

781	9746423.75	568862.61	93.62
782	9746424.13	568860.38	93.35
783	9746423.03	568857.78	92.72
784	9746426.09	568900.42	95.95
785	9746418.25	568908.28	96.24
786	9746398.14	568915.94	95.53
787	9746395.13	568916.71	95.24
788	9746393.04	568915.22	94.62
789	9746421.03	568907.77	96.12
790	9746425.52	568909.60	96.30
791	9746427.56	568921.99	96.99
792	9746429.25	568923.97	97.03
793	9746430.82	568926.73	97.23
794	9746456.70	568930.51	96.37
795	9746458.09	568927.56	95.86
796	9746461.02	568927.84	95.82
797	9746461.09	568930.56	95.93
798	9746456.92	568930.54	96.32
799	9746446.75	568934.70	97.92
800	9746434.98	568940.02	98.18
801	9746440.80	568956.07	99.36
802	9746441.25	568957.47	99.63
803	9746440.54	568958.75	100.22
804	9746445.12	568958.34	99.98
805	9746451.16	568961.17	100.03
806	9746442.75	568963.18	101.02
807	9746439.08	568961.35	101.33
808	9746438.32	568958.56	101.25
809	9746432.79	568961.68	101.67

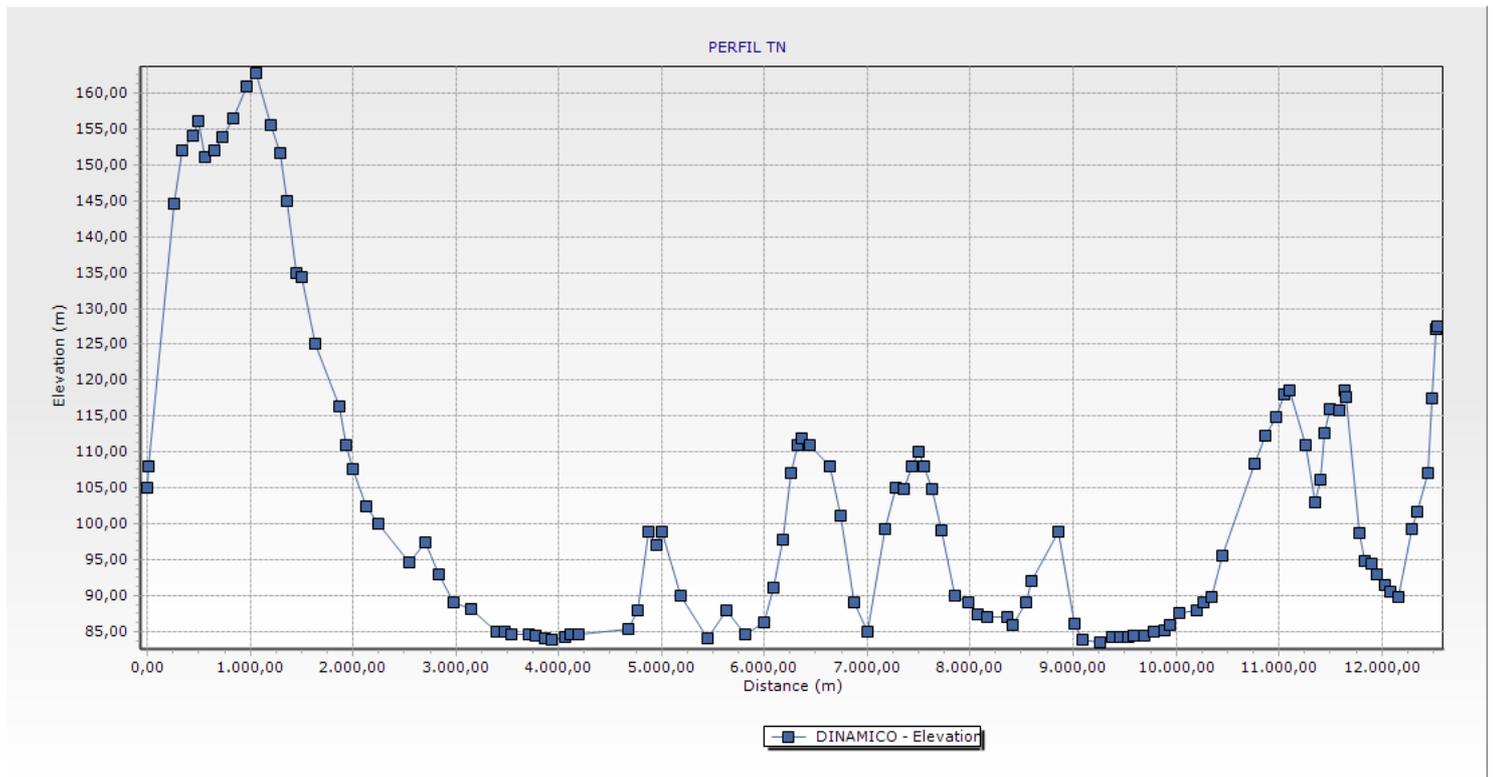
810	9746433.21	568967.10	102.25
811	9746417.09	568704.46	91.16
812	9746416.41	568704.47	91.37
813	9746424.60	568703.24	90.87
814	9746425.93	568703.05	90.75
815	9746426.03	568700.87	90.17
816	9746428.84	568698.69	89.08
817	9746430.30	568696.28	88.45
818	9746417.19	568627.28	92.47
819	9746416.06	568627.12	92.90
820	9746424.96	568626.77	92.28
821	9746429.12	568626.63	92.27
822	9746398.01	568565.38	94.72
823	9746399.31	568564.76	94.19
824	9746406.69	568560.42	93.76
825	9746407.22	568559.22	94.01
826	9746354.64	568520.07	94.54
827	9746355.80	568518.63	94.58
828	9746367.57	568520.37	94.16
829	9746369.13	568519.35	94.49
830	9746319.64	568487.08	98.47
831	9746321.02	568485.41	98.93
832	9746325.91	568481.01	98.78
833	9746326.87	568480.42	99.02
834	9746214.95	568419.52	117.84
835	9746215.72	568417.30	116.96
836	9746218.13	568411.48	116.90
837	9746218.54	568410.62	117.24
838	9746218.82	568410.28	117.55

839	9746198.52	568406.93	119.29
840	9746199.32	568405.39	118.49
841	9746200.43	568404.22	117.86
842	9746204.80	568399.19	117.94
843	9746205.76	568398.19	118.07
844	9746206.57	568397.38	118.13
845	9746144.75	568394.69	116.33
846	9746145.47	568392.79	115.47
847	9746146.31	568390.98	115.27
848	9746148.18	568384.71	114.69
849	9746150.10	568382.84	114.61
850	9746150.65	568382.53	114.34
851	9746067.86	568346.89	116.19
852	9746068.52	568345.69	115.63
853	9746073.78	568339.63	115.56
854	9746075.44	568338.79	116.00
855	9746076.28	568338.84	115.93
856	9746029.51	568325.77	112.58
857	9746030.46	568324.27	112.18
858	9746035.09	568317.57	112.43
859	9746036.26	568317.00	113.15

Tubería de Conducción de la comuna La Ciénega.



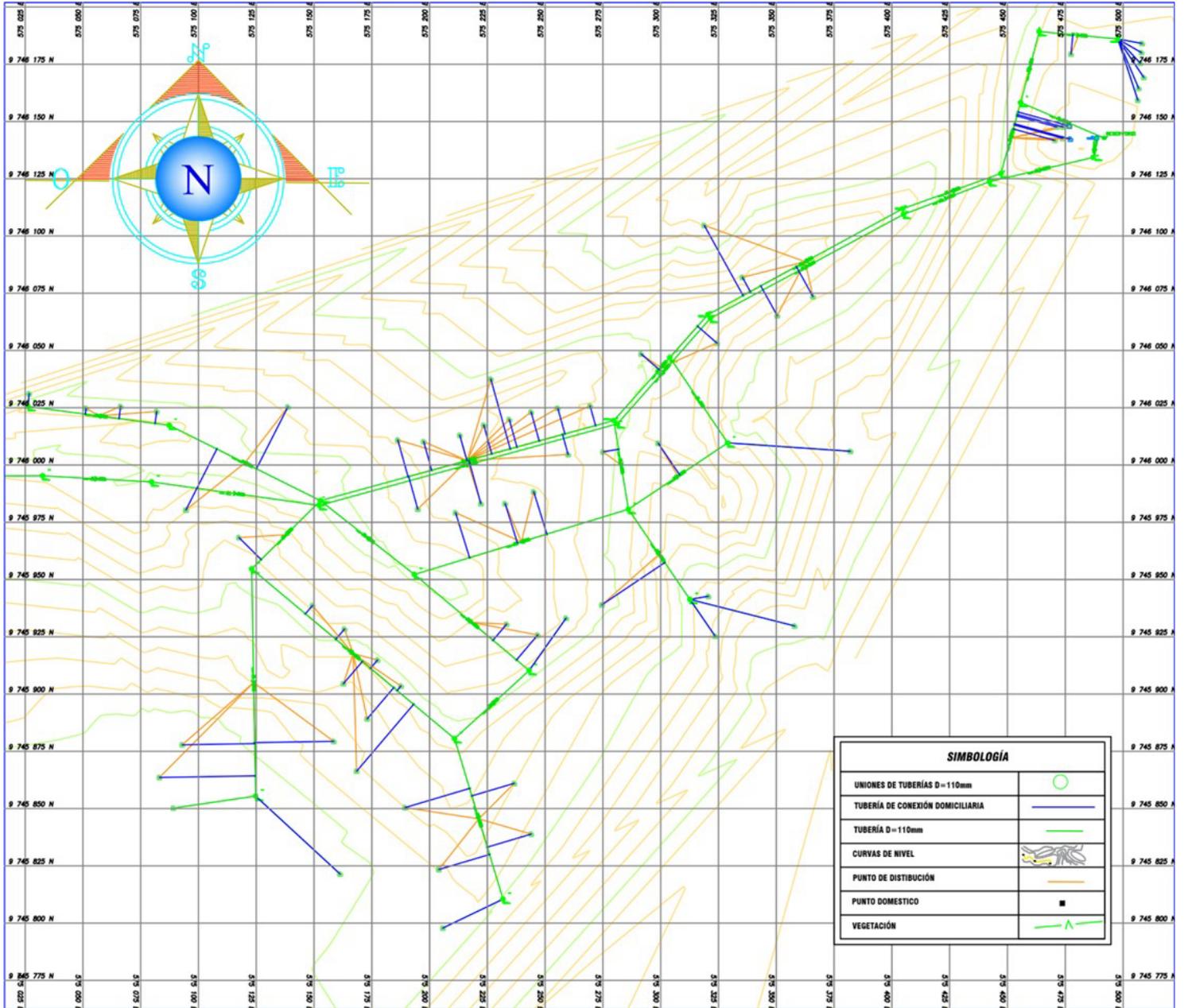
Perfil de Terreno de la comuna La Ciénega.



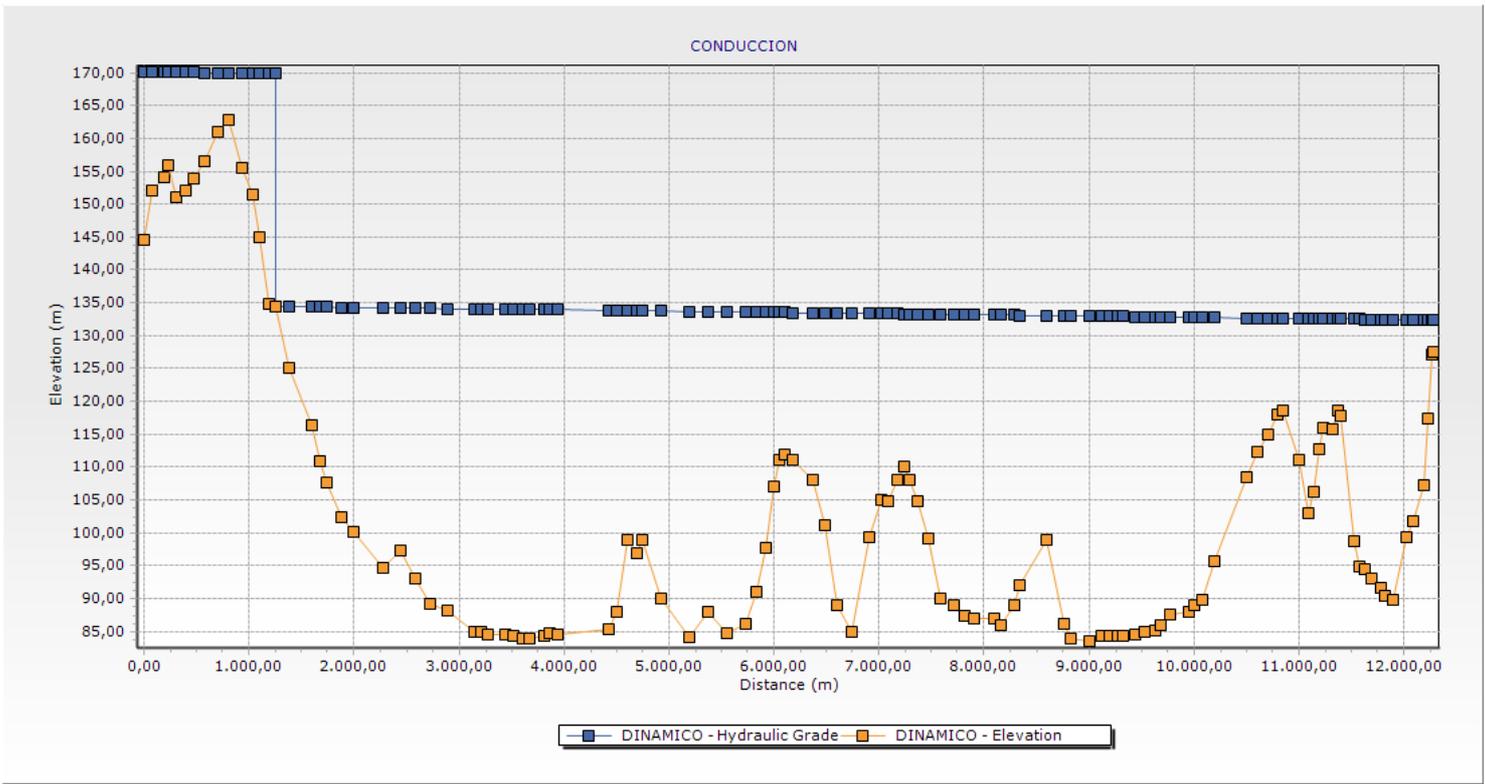
Recorrido de Tubería de Conducción.



Tubería de Distribución de la comuna La Ciénega.



Perfil de Terreno vs Gradiente Hidráulico de la Comuna la Cienega.



Resultado de parámetros hidráulicos de tuberías del diseño de red

Label	Materi al	Diameter (mm)	Length (3D) (m)	Flow (L/s)	Hazen- William s C	Headloss (m)
T-1	PVC	110,0	137,07	-1,2200	150,0	0,02556123
T-2	PVC	110,0	100,16	-1,2200	150,0	0,01869653
T-3	PVC	110,0	120,05	-1,2200	150,0	0,02241724
T-4	PVC	110,0	108,98	-1,2200	150,0	0,02033364
T-5	PVC	110,0	77,01	-1,2200	150,0	0,01438052
T-6	PVC	110,0	87,09	-1,2200	150,0	0,01625947
T-7	PVC	110,0	75,92	-1,2200	150,0	0,01413867
T-8	PVC	110,0	42,27	-1,2200	150,0	0,00788789
T-9	PVC	110,0	109,14	-1,2200	150,0	0,02038945
T-10	PVC	110,0	81,54	-1,2200	150,0	0,01516186
T-11	PVC	110,0	291,48	1,2200	150,0	0,05441528
T-12	PVC	110,0	99,48	1,2200	150,0	0,01856631
T-13	PVC	110,0	64,46	1,2200	150,0	0,01196206
T-14	PVC	110,0	91,02	1,2200	150,0	0,01689199
T-15	PVC	110,0	55,73	1,2200	150,0	0,01041797
T-16	PVC	110,0	130,47	1,2200	150,0	0,02429619
T-17	PVC	110,0	225,37	1,2200	150,0	0,04205325
T-18	PVC	110,0	66,24	1,2200	150,0	0,01233413
T-19	PVC	110,0	76,56	1,2200	150,0	0,01427820
T-20	PVC	110,0	129,06	1,2200	150,0	0,02408225
T-21	PVC	110,0	115,42	1,2200	150,0	0,02155217
T-22	PVC	110,0	67,99	-1,2200	150,0	0,01268760
T-23	PVC	110,0	164,18	-1,2200	150,0	0,03056558
T-24	PVC	110,0	259,81	-1,2200	150,0	0,04849937
T-25	PVC	110,0	46,52	-1,2200	150,0	0,00866924
T-26	PVC	110,0	130,14	-1,2200	150,0	0,02428689
T-27	PVC	110,0	60,22	-1,2200	150,0	0,01124582
T-28	PVC	110,0	189,95	-1,2200	150,0	0,03547691
T-29	PVC	110,0	93,00	-1,2200	150,0	0,01736638
T-30	PVC	110,0	95,72	-1,2200	150,0	0,01786868
T-31	PVC	110,0	132,87	-1,2200	150,0	0,02480779
T-32	PVC	110,0	119,46	-1,2200	150,0	0,02224981
T-33	PVC	110,0	92,56	-1,2200	150,0	0,01724546
T-34	PVC	110,0	79,88	-1,2200	150,0	0,01491072
T-35	PVC	110,0	49,91	-1,2200	150,0	0,00931106
T-36	PVC	110,0	70,23	-1,2200	150,0	0,01310618
T-37	PVC	110,0	83,07	-1,2200	150,0	0,01550603
T-38	PVC	110,0	72,27	-1,2200	150,0	0,01348755
T-39	PVC	110,0	110,15	-1,2200	150,0	0,02054758
T-40	PVC	110,0	124,08	-1,2200	150,0	0,02305906
T-41	PVC	110,0	106,84	-1,2200	150,0	0,01991506
T-42	PVC	110,0	201,56	-1,2200	150,0	0,03763491
T-43	PVC	110,0	66,29	-1,2200	150,0	0,01237134
T-44	PVC	110,0	51,18	-1,2200	150,0	0,00956221
T-45	PVC	110,0	63,29	-1,2200	150,0	0,01179463

T-46	PVC	110,0	73,57	-1,2200	150,0	0,01362708
T-47	PVC	110,0	93,99	-1,2200	150,0	0,01750591
T-48	PVC	110,0	95,42	-1,2200	150,0	0,01780356
T-49	PVC	110,0	183,12	-1,2200	150,0	0,03418396
T-50	PVC	110,0	269,90	-1,2200	150,0	0,05038762
T-51	PVC	110,0	175,04	-1,2200	150,0	0,03264917
T-52	PVC	110,0	54,79	-1,2200	150,0	0,01022263
T-53	PVC	110,0	80,58	-1,2200	150,0	0,01504094
T-54	PVC	110,0	106,07	-1,2200	150,0	0,01970112
T-55	PVC	110,0	84,17	-1,2200	150,0	0,01571067
T-56	PVC	110,0	485,13	-1,2200	150,0	0,09058982
T-57	PVC	110,0	75,56	-1,2200	150,0	0,01411077
T-58	PVC	110,0	53,39	-1,2200	150,0	0,00997148
T-59	PVC	110,0	128,59	-1,2200	150,0	0,02400784
T-60	PVC	110,0	67,45	-1,2200	150,0	0,01260388
T-61	PVC	110,0	95,89	-1,2200	150,0	0,01790588
T-62	PVC	110,0	67,07	-1,2200	150,0	0,01252017
T-63	PVC	110,0	167,87	-1,2200	150,0	0,03134692
T-64	PVC	110,0	68,60	-1,2200	150,0	0,01280852
T-65	PVC	110,0	69,21	-1,2200	150,0	0,01292944
T-66	PVC	110,0	253,69	-1,2200	150,0	0,04736455
T-67	PVC	110,0	165,65	-1,2200	150,0	0,03093765
T-68	PVC	110,0	142,21	-1,2200	150,0	0,02653791
T-69	PVC	110,0	135,47	-1,2200	150,0	0,02528218
T-70	PVC	110,0	163,03	-1,2200	150,0	0,03044465
T-71	PVC	110,0	181,09	1,2200	150,0	0,03382119
T-72	PVC	110,0	116,48	1,2200	150,0	0,02174751
T-73	PVC	110,0	48,12	1,2200	150,0	0,00898550
T-74	PVC	110,0	114,12	1,2200	150,0	0,02131033
T-75	PVC	110,0	93,15	1,2200	150,0	0,01739429
T-76	PVC	110,0	102,39	1,2200	150,0	0,01911511
T-77	PVC	110,0	55,69	1,2200	150,0	0,01039937
T-78	PVC	110,0	84,75	1,2200	150,0	0,01582229
T-79	PVC	110,0	173,99	1,2200	150,0	0,03249104
T-80	PVC	110,0	59,30	1,2200	150,0	0,01106909
T-81	PVC	110,0	80,59	1,2200	150,0	0,01505024
T-82	PVC	110,0	103,83	1,2200	150,0	0,01935696
T-83	PVC	110,0	317,50	1,2200	150,0	0,05924289
T-84	PVC	110,0	101,60	1,2200	150,0	0,01895698
T-85	PVC	110,0	101,45	1,2200	150,0	0,01893838
T-86	PVC	110,0	87,24	1,2200	150,0	0,01628738
T-87	PVC	110,0	45,20	1,2200	150,0	0,00843669
T-88	PVC	110,0	154,30	1,2200	150,0	0,02877964
T-89	PVC	110,0	95,33	1,2200	150,0	0,01773845
T-90	PVC	110,0	48,99	1,2200	150,0	0,00912502
T-91	PVC	110,0	48,06	1,2200	150,0	0,00889248
T-92	PVC	110,0	43,92	1,2200	150,0	0,00817625
T-93	PVC	110,0	90,16	1,2200	150,0	0,01683618
T-94	PVC	110,0	55,38	1,2200	150,0	0,01033425
T-95	PVC	110,0	21,08	1,2200	150,0	0,00393464

T-96	PVC	110,0	126,05	1,2200	150,0	0,02326370
T-97	PVC	110,0	48,25	1,2200	150,0	0,00898550
T-98	PVC	110,0	62,73	1,2200	150,0	0,01171091
T-99	PVC	110,0	64,34	1,2200	150,0	0,01200857
T-100	PVC	110,0	77,17	1,2200	150,0	0,01440842
T-101	PVC	110,0	47,22	1,2200	150,0	0,00881807
T-102	PVC	110,0	8,81	-1,2200	150,0	0,00164641
T-103	PVC	110,0	47,07	-1,2200	150,0	0,00860413
T-104	PVC	110,0	41,08	-1,2200	150,0	0,00743210
T-105	PVC	110,0	95,25	-1,2200	150,0	0,01775706
T-106	PVC	110,0	61,21	-1,2200	150,0	0,01142256
T-107	PVC	110,0	134,10	-1,2200	150,0	0,02497522
T-108	PVC	110,0	73,38	-1,2200	150,0	0,01370149
T-109	PVC	110,0	7,98	1,2200	150,0	0,00137666
T-110	PVC	110,0	254,21	1,2200	150,0	0,04697388
T-111	PVC	110,0	176,32	1,2200	150,0	0,03291892
T-112	PVC	110,0	182,22	1,2200	150,0	0,03402583
T-113	PVC	110,0	137,66	1,2200	150,0	0,02569146
T-114	PVC	110,0	166,26	1,2200	150,0	0,03092834
T-115	PVC	110,0	69,60	1,2200	150,0	0,01299456
T-116	PVC	110,0	81,36	1,2200	150,0	0,01519907
T-117	PVC	110,0	42,08	0,5848	150,0	0,00187896
T-118	PVC	110,0	61,63	-0,0172	150,0	0,00000000
T-119	PVC	110,0	32,25	0,5246	150,0	0,00125574
T-120	PVC	110,0	46,98	0,4730	150,0	0,00146038
T-121	PVC	110,0	96,28	0,4730	150,0	0,00310679
T-122	PVC	110,0	61,59	0,4300	150,0	0,00166501
T-123	PVC	110,0	132,06	0,1538	150,0	0,00053020
T-124	PVC	110,0	73,23	0,0430	150,0	0,00002791
T-125	PVC	110,0	32,03	0,0602	150,0	0,00001860
T-126	PVC	110,0	34,30	0,0516	150,0	0,00001860
T-127	PVC	110,0	99,98	0,0430	150,0	0,00003721
T-128	PVC	110,0	48,57	0,0344	150,0	0,00000930
T-129	PVC	110,0	43,05	0,0989	150,0	0,00007441
T-130	PVC	110,0	39,32	0,1902	150,0	0,00023254
T-131	PVC	110,0	97,55	0,1300	150,0	0,00028835
T-132	PVC	110,0	51,92	0,0311	150,0	0,00000930
T-133	PVC	110,0	65,56	0,0817	150,0	0,00008372
T-134	PVC	110,0	114,86	0,0301	150,0	0,00002791
T-135	PVC	110,0	43,97	0,0559	150,0	0,00002791
T-136	PVC	110,0	73,70	0,0258	150,0	0,00000930
T-137	PVC	110,0	45,51	0,0000	150,0	0,00000000
T-138	PVC	110,0	52,23	-0,0172	150,0	0,00000930

Presupuesto General

PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNA LA CIÉNEGA EN CHANDUY

RUBRO	DESCRIPCION	U	CANT.	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
CAPTACIÓN					
1	LIMPIEZA Y DESBROCE	M2	20,00	0,98	19,60
2	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	20,00	0,79	15,80
3	EXCAVACION A MANO	M3	60,00	23,65	1.419,00
4	RELLENO HIDRATADO Y COMPACTADO	M3	10,00	17,36	173,60
5	REPLANTILLO F'C=140Kg/cm2 e=0,05	M2	20,00	8,31	166,20
6	HORMIGON F'C= 280Kg/cm2	M3	36,20	293,21	10.614,20
7	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2 (inc. Alambre # 14)	KG	755,00	1,35	1.019,25
8	ACCESORIOS CAPTACIÓN	GLOB	1,00	27,95	27,95
CUARTO DE EQUIPO DE BOMBEO					
9	SUMINISTRO E INSTALACION BOMBA MONOFASICA DE 1,5HP, SISTEMA SEMIAUTOMATICO	GLOB	1,00	720,00	720,00
10	LIMPIEZA Y DESBROCE	M2	15,00	0,98	14,70
11	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	10,50	23,65	248,33
12	REPLANTILLO F'C 140 KG/CM2	M3	15,00	8,00	120,00
13	CUBIERTA ETERNIT	GLOB	3,00	25,85	77,55
14	PERFIL TIPO RECTANGULAR	GLOB	8,00	14,95	119,60
15	PUERTA	GLOB	1,00	75,00	75,00
CAMARA ROMPE PRESION					
16	LIMPIEZA Y DESBROCE	M2	9,00	0,98	8,82
17	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	7,25	23,65	171,46
18	REPLANTILLO F'C 140 KG/CM2	M3	9,00	8,00	72,00

19	HORMIGON F'C 210 KG/CM2	M3	3,60	287,79	1.036,04
20	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG	140,80	1,56	219,65
21	VALVULAS Y ACCESORIO	GLOB	3,00	208,30	624,90
LINEA DE IMPULSIÓN					
22	REPLANTEO LINEAL	M	12.557,13	0,79	9.920,13
23	EXCAVACION A MANO	M3	6.278,57	23,65	148.488,18
24	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍA 110MM	ML	12.558,00	34,88	438.023,04
25	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS TUBERÍA 110MM	GLOB	116,00	62,65	7.267,40
RED DE DISTRIBUCIÓN					
26	REPLANTEO LINEAL	M	1.388,65	0,65	902,62
27	EXCAVACION A MANO	M3	694,33	23,65	16.420,79
28	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍA 110MM	ML	1.389,00	34,88	48.448,32
29	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS TUBERÍA 110MM	GLOB	18,00	62,65	1.127,70
CONEXIONES DOMICILIARIAS					
30	EXCAVACION A MANO	M	694,33	23,65	16.420,90
31	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍA 110MM	ML	1.369,74	34,88	47.776,53
32	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS TUBERÍA 110MM	GLOB	67,00	62,65	4.198
TOTAL				755.956,81	

martes, 26 de noviembre de 2024

TESISTAS

JOSTIN JAVIER PÉREZ CEDEÑO

JONATHAN CRISTIAN BAUTISTA
SANTILLAN