



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**DISEÑO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO PARA LAS
INSTALACIONES DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
“LAS ORQUIDEAS”**

TUTOR

Mgtr. CHRISTIAN JOSE SANGA SUAREZ

AUTORES

ALEX DARIO FRANCO CAISA

JEREMY JAVIER VILLAGOMEZ MERINO

GUAYAQUIL

2025

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Diseño Hidrosanitario Para Las Instalaciones De La Subestación Eléctrica “Las Orquídeas”	
AUTOR/ES: Franco Caisa Alex Dario Villagomez Merino Jeremy Javier	TUTOR: Mtr. Christian Jose Sanga Suarez
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniero Civil
FACULTAD: INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: INGIENERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2025	N. DE PÁGS: 136
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción	
PALABRAS CLAVE: Lluvia, Agua potable, Agua residual, Drenaje	
RESUMEN: El trabajo de titulación presentado tiene como objetivo principal diseñar un sistema hidrosanitario integral para la subestación eléctrica “Las Orquídeas”, que garantice el abastecimiento y distribución de agua potable, así a la vez la recolección y evacuación adecuada de aguas residuales y pluviales, cumpliendo con las normativas técnicas. La propuesta busca dar la mejor solución al proyecto estableciendo como meta tener un sistema optimo que mantenga segura las instalaciones. Dentro de la metodología aplicada se desarrolló un levantamiento topográfico del área del proyecto, recopilación de la información arquitectónica y un análisis de las características físicas de la subestación. Partiendo de estos datos obtenidos se procedió a realizar los respectivos cálculos para encontrar la demanda de agua potable que va a requerir la subestación eléctrica para poder cumplir con las dotaciones por usuario. Se determinaron caudales de diseño por tramos así mismo se aplicaron formulas hidráulicas que ayudaron a dimensionar tuberías, pendientes, diámetros y presiones. Al trabajar el sistema de aguas residuales se	

tomó en cuenta una red interna que conduce los efluentes hacia un punto de seguro donde se pueda descargar el agua, llevando a cabo lo dicho por la normativa. Respecto al sistema de aguas lluvias se trabajó con la captación por medio de sumideros y la conducción a través de tuberías logrando una descarga controlada para evitar inundaciones que puedan afectar a la infraestructura eléctrica. Para expresar resultados se elaboraron planos constructivos y a la vez un presupuesto referencial del proyecto, detallando cantidades de obra para su ejecución.			
N. DE REGISTRO (en base de datos):		N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):			
ADJUNTO PDF:	SI ☒	NO ☐	
CONTACTO CON AUTORES:	Teléfono:	Email:	
FRANCO CAISA ALEX DARIO VILLAGOMES MERINO JEREMY JAVIER	0993383346 0996139769	afrancoca@ulvr.edu.ec jvillagomez@ulvr.edu.ec	
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Decano: Dr. Marcial Sebastián Amores Calero Teléfono: (04) 2596500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Director: Mgtr. Torres Rodríguez Jorge Enrique Teléfono: (04) 2596500 Ext. 242 E-mail: etorresr@ulvr.edu.ec		

CERTIFICADO DE SIMILITUD



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

TT_2025A_FRANCO-VILLAGOMEZ

4%
Textos
sospechosos

4% Similitudes
0% similitudes entre comillas
< 1% entre las fuentes mencionadas

1% Idiomas no reconocidos (ignorado)

11% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

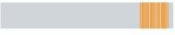
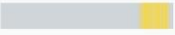
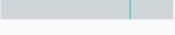
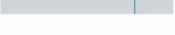
Nombre del documento: TT_2025A_FRANCO-VILLAGOMEZ.pdf
ID del documento: b26fe91a5ee603ea6ea52183b3bf72da36ca908f
Tamaño del documento original: 8,96 MB

Depositante: KEVIN ANGEL MENDOZA VILLACIS
Fecha de depósito: 29/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 29/8/2025

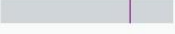
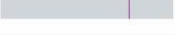
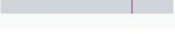
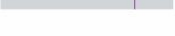
Número de palabras: 19.082
Número de caracteres: 151.102

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 www.pinas.gob.ec https://www.pinas.gob.ec/images/2020/CONTRATACIONPUBLICA/COVID-19/ANALISIS-DE-PRE... 1 fuente similar	2%		 Palabras idénticas: 2% (432 palabras)
2	 repositorio.uta.edu.ec Estudio de un proyecto de distribución de riego por asp... https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/bitstream/123456789/31424/1/Tesis I. C. 1408 - ChL...	1%		 Palabras idénticas: 1% (231 palabras)
3	 ciencialatina.org https://ciencialatina.org/index.php/ciencia/article/download/3683/5566?inline=1	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
4	 repositorio.ulvr.edu.ec Repositorio Digital ULVR: Sistemas de alcantarillado san... http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/7412	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
5	 repositorio.unicordoba.edu.co Análisis de los parámetros fisicoquímicos de las... https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/4562	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 dspace.ucuenca.edu.ec Evaluación de tratamientos sostenibles de aguas resid... https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/a50ee99e-a128-45f2-948d-c108d97b5e20	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
2	 repositorio.ulvr.edu.ec http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/7412/1/TM-ULVR-0683.pdf	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
3	 www.dspace.espol.edu.ec Optimización Del Plano De Presiones De La Red De ... http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/48745	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
4	 dspace.ucuenca.edu.ec Evaluación y rediseño de la planta de tratamiento de a... https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/e8a746dd-7066-4f83-8c37-a90ed8c77255	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (17 palabras)
5	 repositorio.ulvr.edu.ec Repositorio Digital ULVR: Modelación del sistema hidrá... http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/7538	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1	 https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/102368
2	 https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/45445
3	 https://www.zaragoza.es/sede/portal/infraestructuras/agua/potabilizacion
4	 http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/7951
5	 http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/42228

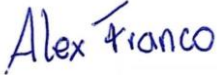
iv

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados ALEX DARIO FRANCO CAISA y JEREMY JAVIER VILLAGOMEZ MERINO, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, Diseño Del Sistema Hidrosanitario Para Las Instalaciones De La Subestación Eléctrica “Las Orquídeas”, corresponde totalmente a los suscritos y me nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores

Firma: 

FRANCO CAISA ALEX FRANCO

C.I. 0803589308

Firma: 

VILLAGOMEZ MERINO JEREMY JAVIER

C.I. 0951676014

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación Diseño Hidrosanitario Para Las Instalaciones De La Subestación Eléctrica “Las Orquídeas”, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: Diseño Hidrosanitario Para Las Instalaciones De La Subestación Eléctrica “Las Orquídeas”, presentado por los estudiantes ALEX DARÍO FRANCO CAISA Y JEREMY JAVIER VILLAGOMEZ MERINO como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:

Mtr. CHRISTIAN JOSÉ SANGA SUÁREZ

C.C.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios, por guiarnos, brindarnos fortaleza y sabiduría en cada etapa de este proceso académico y personal.

Agradecemos profundamente a nuestros padres y hermanos, cuyo apoyo incondicional, comprensión y motivación constante fueron pilares fundamentales durante toda nuestra formación y la elaboración de esta tesis.

De igual manera, extendemos nuestro reconocimiento al Ing. Christian José Sanga Suárez, tutor de este trabajo de titulación, por su valiosa guía, dedicación y aportes que hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, queremos destacar la amistad y compañerismo de Roberto Conforme y María Mora, quienes contribuyeron significativamente a que este camino académico fuera más llevadero.

Finalmente, expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte, por brindarnos los conocimientos, herramientas y espacios necesarios para nuestra formación profesional.

DEDICATORIA

A nuestros padres, este logro representa el fruto de su amor incondicional y dedicación incansable. Valoramos profundamente las enseñanzas de vida que nos han transmitido y el cariño constante que siempre nos han brindado. Nuestra gratitud hacia ustedes no puede expresarse en palabras; esta tesis es un homenaje a su ejemplo y a la profunda admiración que sentimos por ustedes. Gracias por ser la base sólida sobre la que hemos construido este camino.

En especial, expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestros queridos padres, quienes, con su esfuerzo y compromiso, nos inculcaron el valor del estudio y el trabajo constante. Su sacrificio y empeño por brindarnos una educación de calidad son un regalo invaluable que llevaremos siempre con nosotros. Esta tesis es testimonio de su dedicación y del impacto de sus enseñanzas en nuestras vidas.

RESUMEN

El trabajo de titulación presentado tiene como objetivo principal diseñar un sistema hidrosanitario integral para la subestación eléctrica “Las Orquídeas”, que garantice el abastecimiento y distribución de agua potable, así a la vez la recolección y evacuación adecuada de aguas residuales y pluviales, cumpliendo con las normativas técnicas. La propuesta busca dar la mejor solución al proyecto estableciendo como meta tener un sistema optimo que mantenga segura las instalaciones. Dentro de la metodología aplicada se desarrolló un levantamiento topográfico del área del proyecto, recopilación de la información arquitectónica y un análisis de las características físicas de la subestación. Partiendo de estos datos obtenidos se procedió a realizar los respectivos cálculos para encontrar la demanda de agua potable que va a requerir la subestación eléctrica para poder cumplir con las dotaciones por usuario. Se determinaron caudales de diseño por tramos así mismo se aplicaron formulas hidráulicas que ayudaron a dimensionar tuberías, pendientes, diámetros y presiones. Al trabajar el sistema de aguas residuales se tomó en cuenta una red interna que conduce los efluentes hacia un punto seguro donde se pueda descargar el agua, llevando a cabo lo dicho por la normativa. Respecto al sistema de aguas lluvias se trabajó con la captación por medio de sumideros y la conducción a través de tuberías logrando una descarga controlada para evitar inundaciones que puedan afectar a la infraestructura eléctrica. Para expresar resultados se elaboraron planos constructivos y a la vez un presupuesto referencial del proyecto, detallando cantidades de obra para su ejecución.

- **Palabras claves:** Lluvia, Agua potable, Agua residual, Drenaje

ABSTRACT

The present thesis aims to design an integrated plumbing system for the “Las Orquídeas” electrical substation, ensuring the supply and distribution of potable water, as well as the proper collection and disposal of wastewater and stormwater, in compliance with technical regulations. The proposal seeks to provide the optimal solution for the project, establishing a system that maintains the safety and functionality of the installations. The methodology included a topographic survey of the project area, collection of architectural information, and analysis of the substation’s physical characteristics. Based on the data obtained, calculations were carried out to determine the potable water demand required by the substation, ensuring compliance with user allocations and operational requirements. Design flows were determined for each section, and hydraulic formulas were applied to size pipes, slopes, diameters, and pressures. For the wastewater system, an internal network was designed to convey effluents to a safe disposal point in accordance with regulations. Regarding the stormwater system, water collection was carried out through sumps and conveyed via pipelines to achieve controlled discharge, preventing flooding or accumulation that could affect the electrical infrastructure. To provide a better understanding of the systems, construction drawings and a preliminary project budget were prepared, detailing quantities of work, materials, and estimated costs for implementation. The results demonstrate the technical and economic feasibility of the proposed solution.

Keywords: Rain, Drinking water, Wastewater, Drainage

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
ENFOQUE DE LA PROPUESTA.....	2
1.1. Tema:	2
1.2. Planteamiento del Problema:.....	2
1.3. Formulación del Problema:.....	2
1.4. Objetivo General.....	3
1.5. Objetivos Específicos	3
1.6. Hipótesis.....	3
1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO REFERENCIAL.....	5
2. Marco Teórico:.....	5
2.1. Antecedentes:.....	5
2.1.1. <i>Fugas y daños a equipos</i>	5
2.1.2. <i>Consumo ineficiente de agua</i>	5
2.1.3. <i>Inundaciones</i>	5
2.1.4. <i>Antigüedad y primeros sistemas de agua</i>	6
2.1.5. <i>Revolución Industrial (siglos XVIII y XIX)</i>	6
2.1.6. <i>Normas y estándares modernos</i>	7
2.1.7. <i>Desarrollo tecnológico en el siglo XXI</i>	7
2.2. Fuentes de electricidad mediante agua.....	7
2.2.1. <i>Energía Hidroeléctrica</i>	8
2.2.2. <i>Energía Mareomotriz</i>	8
2.2.3. <i>Energía Undimotriz</i>	9
2.2.4. <i>Energía Geotérmica</i>	9
2.3. Ciclo del agua.....	9
2.3.1. <i>Natural</i>	9
2.3.2. <i>Urbano</i>	11
2.4. Aguas servidas.	12
2.4.1. <i>Manejo de aguas servidas</i>	13

2.5. Sistema.....	14
2.6. Agua Potable.....	15
2.6.1. Potabilización	16
2.6.2. Agrícola.	17
2.6.3. Presiones.....	18
2.6.4. Acuíferos	18
2.7. Aguas lluvias.	20
2.7.1. Características del agua de lluvia.	20
2.7.2. Manejo del agua de lluvia.	20
2.7.3. Importancia del manejo adecuado de las aguas lluvias	22
2.7.4. Intensidad.	22
2.7.5. Escorrentía.	23
2.7.6. Sumideros.	24
2.8. Instalaciones.....	24
2.9. Tubos	25
2.9.1. Características clave de las tuberías.	25
2.9.2. Flujos de agua	26
2.10. Marco Legal:.....	29
2.10.1. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua	29
2.10.2. Normas Técnicas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):	29
2.10.3. Reglamento Ambiental de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento: 30	
2.10.4. Normativa ecuatoriana de la construcción (NEC):.....	30
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....	31
3. Metodología.....	31
3.1. Enfoque de la investigación.....	31
3.2. Alcance de la investigación	31
3.3. Técnica e instrumentos para obtener los datos	32
3.3.1. Técnicas:.....	32
3.3.2. Instrumentos:	34
3.4. Modelado matemático	37
3.4.1. Agua Potable:.....	37
3.4.2. Agua servida.	41
3.4.3. Aguas lluvias.	47

CAPÍTULO IV.....	50
PROPUESTA O INFORME.....	50
4. Presentación y análisis de resultados.....	50
4.1. Sistema de agua potable.....	50
4.2. Sistema aguas servidas.	57
4.3. Sistema de aguas pluviales.....	65
4.3.1. Presupuesto.....	73
4.4. Propuesta.....	75
4.4.1. Agua servida.	75
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	26
Tabla 2.....	34
Tabla 3.....	35
Tabla 4.....	38
Tabla 5.....	41
Tabla 6.....	42
Tabla 7.....	42
Tabla 8.....	46
Tabla 9.....	48
Tabla 10.....	51
Tabla 11.....	52
Tabla 12.....	53
Tabla 13.....	60
Tabla 14.....	67
Tabla 15.....	68
Tabla 16.....	68
Tabla 17.....	73
Tabla 18.....	75
Tabla 19.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	8
Figura 2.....	11
Figura 3.....	12
Figura 4.....	15
Figura 5.....	16
Figura 6.....	17
Figura 7.....	19
Figura 8.....	21
Figura 9.....	23
Figura 10.....	24
Figura 11.....	33
Figura 12.....	44
Figura 13.....	47
Figura 14.....	49
Figura 15.....	49
Figura 16.....	51
Figura 17.....	52
Figura 18.....	53
Figura 19.....	54
Figura 20.....	55
Figura 21.....	56
Figura 22.....	56
Figura 23.....	58
Figura 24.....	59
Figura 25.....	59
Figura 26.....	60
Figura 27.....	63
Figura 28.....	66
Figura 29.....	69
Figura 30.....	70
Figura 31.....	70
Figura 32.....	71
Figura 33.....	72
Figura 34.....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1.....	86
Anexos 2.....	87
Anexos 3.....	88
Anexos 4.....	89
Anexos 5.....	90
Anexos 6.....	91
Anexos 7.....	92
Anexos 8.....	93
Anexos 9.....	94
Anexos 10.....	95
Anexos 11.....	96
Anexos 12.....	97
Anexos 13.....	98
Anexos 14.....	99
Anexos 15.....	100
Anexos 16.....	101
Anexos 17.....	102
Anexos 18.....	103
Anexos 19.....	104
Anexos 20.....	105
Anexos 21.....	106
Anexos 22.....	107
Anexos 23.....	108
Anexos 24.....	109
Anexos 25.....	110

Anexos 26.....	111
Anexos 27.....	112
Anexos 28.....	113
Anexos 29.....	114
Anexos 30.....	115
Anexos 31.....	116
Anexos 32.....	117
Anexos 33.....	118
Anexos 34.....	119

INTRODUCCIÓN

El agua es considerada como un recurso esencial en toda infraestructura especialmente cuando estas tienen un grado de importancia, así como una subestación eléctrica. La planificación y construcción de sistemas hidrosanitarios son componentes esenciales en el desarrollo de infraestructuras seguras y sostenibles, especialmente en ciudades en crecimiento como Guayaquil, Ecuador. Debido a su ubicación geográfica y clima tropical, esta ciudad enfrenta desafíos particulares en cuanto al manejo de aguas pluviales y residuales, especialmente durante la temporada de lluvias. En este contexto, la infraestructura de alcantarillado en subestaciones eléctricas se vuelve crucial, ya que debe garantizar la evacuación segura y eficiente de aguas para prevenir inundaciones y asegurar la operatividad de las instalaciones.

El objetivo de este proyecto se enfoca en el diseño de las obras necesarias para control y manejo de las aguas residuales y pluviales, así como reducir los posibles impactos ambientales y contribuir a la sostenibilidad del entorno urbano. Esta tesis busca desarrollar un diseño integral de instalaciones hidrosanitarias adaptado a las condiciones locales, tomando en cuenta tanto los aspectos técnicos como los requerimientos específicos de la subestación eléctrica.

Para asegurar un sistema hidrosanitario eficiente se debe tomar en cuenta muchos aspectos como las presiones, materias de tubería e incluso saber con el nivel de agua con el que se va a trabajar, teniendo todos estos campos en cuenta se puede dar una propuesta que cumpla con la meta del proyecto. Los resultados se reflejarán mediante: planos constructivos, memorias de cálculo y al final un presupuesto referencial ofreciendo una vista más técnica de la propuesta.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1. Tema:

Diseño Hidrosanitario para las instalaciones de la subestación eléctrica Las Orquídeas

1.2. Planteamiento del Problema:

Durante la construcción de la subestación eléctrica, uno de los requerimientos importantes es la planificación del sistema hidrosanitario. La subestación, ubicada en una zona con características geográficas y climáticas específicas, necesita un sistema de distribución de agua potable, drenaje sanitario y pluvial adecuado a sus necesidades operativas, evitando posibles riesgos ambientales y operacionales. Entre los problemas que se podrían abordar están:

Falta de agua potable: Necesidad de garantizar el suministro de agua en cantidad y calidad adecuada para el consumo de los operadores.

Manejo de aguas residuales: Es fundamental prever un sistema que asegure la correcta disposición de las aguas residuales generadas por los usuarios del sistema, evitando la contaminación del suelo y el agua en el área aledaña.

Drenaje de aguas pluviales: Dada la naturaleza de la subestación, con diversas estructuras de concreto y áreas de almacenamiento, se necesita un sistema eficiente para la captación y conducción de aguas pluviales, evitando inundaciones o acumulación de agua en zonas críticas de la obra.

1.3. Formulación del Problema:

¿Como diseñar un sistema hidrosanitario eficiente y sostenible para la subestación eléctrica que se está construyendo en Mucho Lote 1, que cumpla con las

normativas vigentes y garantice su óptimo funcionamiento en un área urbana que se encuentra desarrollada?

Responder a esta pregunta requiere un análisis exhaustivo de las condiciones locales, la evaluación de las demandas del proyecto y la implementación de soluciones técnicas que prioricen la funcionalidad, la sostenibilidad y el cumplimiento normativo.

1.4. Objetivo General

Diseñar un sistema hidrosanitario para una subestación eléctrica que garantice el abastecimiento, distribución y disposición adecuada del agua residual, cumpliendo con las normativas técnicas y ambientales, asegurando la operatividad de los equipos.

1.5. Objetivos Específicos

- Levantar la información topográfica y arquitectónica del área de la subestación eléctrica para establecer las condiciones físicas que influyan en el diseño hidrosanitario.
- Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable, recolección de aguas residuales y manejo de aguas pluviales, definiendo trazados, dimensiones, materiales y equipos, conforme a las normativas técnicas y ambientales vigentes.
- Establecer un presupuesto detallado que contemple los costos de materiales, mano de obra y equipos necesarios para el diseño e implementación del sistema hidrosanitario.

1.6. Hipótesis

Si se implementa un diseño hidrosanitario integral en una subestación eléctrica que contemple la planificación detallada del suministro, distribución y evacuación del agua, cumpliendo con las normativas técnicas, ambientales y de seguridad, entonces será posible garantizar la operatividad continua de la subestación, prevenir riesgos

asociados a fugas, acumulación de agua o contaminación, y promover la sostenibilidad en el uso de recursos hídricos. Esto se logrará mediante el empleo de técnica de instalación que garantice la estanqueidad de las tuberías, tecnologías innovadoras como sistemas de captación de aguas pluviales, filtración y reutilización, así como la utilización de materiales y equipos resistentes a las condiciones específicas de la subestación, reduciendo el impacto ambiental y optimizando los costos operativos y de mantenimiento a largo plazo.

Cuantitativo: Incorporar un análisis cuantitativo en el diseño hidrosanitario de una subestación eléctrica es esencial para dimensionar adecuadamente el sistema, optimizar recursos, prevenir riesgos y cumplir con normativas técnicas y ambientales. Este análisis permite tomar decisiones informadas al calcular caudales, presiones, y volúmenes necesarios, garantizando un funcionamiento eficiente, seguro y sostenible del sistema, reduciendo costos operativos y minimizando el impacto ambiental.

1.7. Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.
(Universidad Laica Vicente Rocafuerte, 2024)

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2. Marco Teórico:

2.1. Antecedentes:

Los antecedentes del problema se centran en la creciente necesidad de integrar sistemas eficientes y sostenibles para el manejo del agua en subestaciones eléctricas. Tradicionalmente, este tipo de obras no han contado con un enfoque integral para el diseño de sus sistemas hidrosanitarios, lo que ha resultado en problemas como:

2.1.1. Fugas y daños a equipos.

La falla de un diseño de drenaje y distribución de agua por fugas puede generar acumulación de humedad que afectan la integridad de los equipos eléctricos sensibles, provocando cortocircuitos o fallos operativos. Un ejemplo relevante, es el hecho suscitado en Valladolid, España en noviembre del 2024, que, por causa de una rotura en una tubería en la calle Santiago se produjo una inundación la cual afectó a un transformador que se encontraba en el sector de Iberdrola, dejando sin suministro eléctrico y de agua a la zona céntrica de la ciudad. (El día de Valladolid, 2024)

2.1.2. Consumo ineficiente de agua.

Las subestaciones como toda infraestructura suelen depender del agua potable para diferentes usos (baños, limpieza, etc.), lo que implica un uso de recursos hídricos y la generación de costos. Algunos usos que no son tan usuales, son los referidos al enfriamiento de transformadores y otros equipos eléctricos.

2.1.3. Inundaciones.

Las inundaciones pueden representar un grave riesgo para el funcionamiento

de una subestación eléctrica, ya que el ingreso de agua en los equipos puede provocar cortocircuitos, fallas en los transformadores y daños irreparables en la infraestructura. Además, la humedad excesiva puede acelerar la corrosión de componentes metálicos y generar problemas de aislamiento en los cables eléctricos, aumentando el riesgo de descargas y apagones. Para mitigar estos riesgos, es fundamental implementar sistemas de drenaje eficientes, elevar los equipos a cotas libres de inundación y realizar inspecciones periódicas que permitan detectar posibles filtraciones antes de que se conviertan en una amenaza para el suministro eléctrico. Dentro de este ámbito se conoce el hecho suscitado en la subestación de Cambados, España, la cual se inundó en noviembre del 2000, por motivo de las intensas lluvias que se desarrollaron en la zona. Este evento climatológico provocó la restricción del suministro eléctrico a tres municipios ubicados en la región de Salnés. (La Voz de Galicia, 2000)

2.1.4. Antigüedad y primeros sistemas de agua.

Los primeros sistemas hidráulicos datan de civilizaciones antiguas, como los egipcios, mesopotámicos y romanos, quienes desarrollaron sistemas avanzados de acueductos, alcantarillado y baños públicos. Estos primeros avances influyeron significativamente en la necesidad de crear sistemas más complejos para el abastecimiento de agua potable y el tratamiento de aguas residuales. (Hard Chrome Specialists, 2020)

Egipto (3000 a.C.): Uso de canales para irrigación y pozos para extracción de agua.

Roma (500 a.C.): Desarrollo de acueductos y sistemas de alcantarillado como el Cloaca Máxima, que marcó un hito en el saneamiento de las ciudades.

2.1.5. Revolución Industrial (siglos XVIII y XIX)

Con la expansión de las ciudades durante la Revolución Industrial, la densificación urbana generó la necesidad de mejorar las infraestructuras de saneamiento y abastecimiento de agua. Se empezaron a desarrollar sistemas más

avanzados para el tratamiento de aguas residuales y la distribución eficiente de agua potable. (Long-Run Health Matters, 2023)

Sistemas de alcantarillado: En ciudades como Londres y Nueva York, se implementaron sistemas de alcantarillado para eliminar desechos y prevenir enfermedades.

Agua potable: En el siglo XIX, la introducción de las plantas de tratamiento de agua permitió purificar el agua antes de su distribución.

2.1.6. Normas y estándares modernos.

En el siglo XX, los avances en la ingeniería civil y la hidráulica dieron lugar a la formalización de normativas técnicas para el diseño de sistemas hidrosanitarios. Estos estándares fueron establecidos para garantizar la calidad del agua potable, la seguridad de los sistemas de drenaje y la protección del medio ambiente. (Quishpe Coro, 2015)

Código Nacional de Diseño Hidrosanitario fue quien estableció criterios de diseño para el abastecimiento de agua, el tratamiento de aguas residuales y la prevención de riesgos sanitarios.

Normas internacionales: En las décadas posteriores, se establecieron normas internacionales sobre el diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias, con el fin de unificar los criterios y procedimientos.

2.1.7. Desarrollo tecnológico en el siglo XXI.

En la actualidad, los diseños hidrosanitarios incorporan tecnologías más sostenibles, como el reciclaje de aguas grises, el uso de sistemas de captación de aguas pluviales y la implementación de tecnologías de eficiencia hídrica. Además, se considera el impacto ambiental y la eficiencia energética en el diseño de sistemas.

2.2. Fuentes de electricidad mediante agua.

2.2.1. Energía Hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica es la forma más común y tradicional de producir electricidad a partir del agua. Consiste en aprovechar la energía potencial del agua almacenada en presas o embalses. Cuando se libera el agua, esta desciende con fuerza por conductos especiales, haciendo girar turbinas conectadas a generadores eléctricos. Este proceso convierte la energía cinética del agua en energía mecánica y luego en energía eléctrica. La hidroeléctrica es una fuente renovable y limpia porque no produce gases contaminantes ni residuos tóxicos. Además, permite almacenar agua y regular el suministro eléctrico, adaptándose a la demanda. (Cacao Sancán & Coloma Cerruffo, 2025)

Figura 1
Central hidroeléctrica



Fuente: Nabalía (2018)

2.2.2. Energía Mareomotriz

La energía mareomotriz aprovecha el movimiento periódico de las mareas,

causado por la atracción gravitacional de la Luna y el Sol sobre la Tierra. En zonas costeras con grandes diferencias entre la marea alta y baja, se construyen presas llamadas diques o embalses mareomotrices que capturan agua durante la marea alta. Cuando la marea baja, el agua se libera haciendo girar turbinas similares a las hidroeléctricas. Aunque tiene un gran potencial en ciertas regiones, su uso es limitado por la ubicación geográfica y el alto costo de construcción, pero es una fuente renovable con un ciclo predecible y estable.

2.2.3. Energía Undimotriz

La energía undimotriz, también llamada energía de las olas, utiliza el movimiento constante y dinámico de las olas en la superficie del mar para generar electricidad. Se instalan dispositivos flotantes o fijos que capturan el movimiento vertical y horizontal de las olas, transformándolo en energía mecánica para accionar turbinas o generadores. Esta tecnología aún está en desarrollo comparada con la hidroeléctrica o mareomotriz, pero tiene el potencial de aprovechar grandes cantidades de energía debido a la constante actividad oceánica. (Morla Bustamante & Yunda Tomalá, 2024)

2.2.4. Energía Geotérmica

Aunque no es energía generada directamente por el agua superficial, la energía geotérmica utiliza agua subterránea caliente o vapor proveniente del calor interno de la Tierra. Este vapor o agua caliente se extrae mediante pozos y se utiliza para mover turbinas que generan electricidad. En algunas plantas, el agua se inyecta nuevamente en el subsuelo para mantener el ciclo. La geotermia es una fuente limpia, constante y con baja emisión de gases, pero depende de la disponibilidad de fuentes geotérmicas adecuadas.

2.3. Ciclo del agua.

2.3.1. Natural

El ciclo del agua o ciclo hidrológico es el proceso natural mediante el cual el

agua circula de manera continua entre los océanos, la atmósfera, la superficie terrestre y las aguas subterráneas. Este fenómeno, impulsado por la energía solar y la gravedad, garantiza el equilibrio hídrico del planeta y la disponibilidad de agua para todos los ecosistemas. Aunque se trata de un sistema cerrado a nivel global, localmente se comporta como un sistema abierto, ya que el agua se desplaza y cambia de estado físico constantemente.

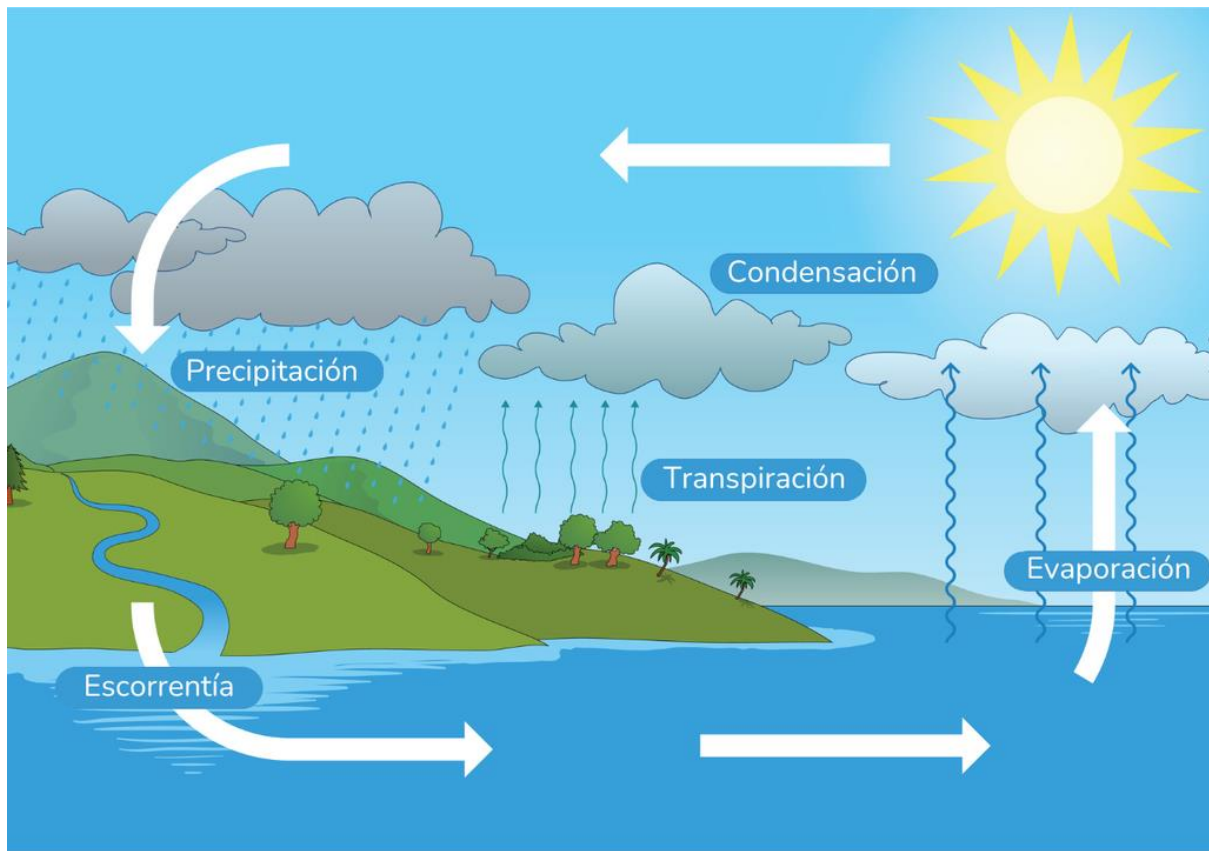
El proceso se inicia con la evaporación, en la que el calor del sol provoca que el agua de mares, ríos, lagos y suelos pase del estado líquido al gaseoso. A esto se suma la transpiración, que es la liberación de vapor de agua por parte de las plantas a través de sus hojas, y que, junto con la evaporación, forma la evapotranspiración. En zonas frías y glaciares se presenta la sublimación, un fenómeno en el que el hielo o la nieve se transforman directamente en vapor de agua sin pasar por el estado líquido.

Una vez en la atmósfera, el vapor de agua asciende y se enfría, provocando la condensación, que da lugar a la formación de nubes o niebla. Cuando las gotas en las nubes se agrupan y aumentan de tamaño, la gravedad provoca su caída en forma de precipitación, la cual puede ser líquida (lluvia, llovizna) o sólida (nieve, granizo). Parte de esta agua que llega a la superficie penetra en el suelo a través del proceso de infiltración, alimentando los acuíferos, mientras que otra parte se desplaza a mayor profundidad en un proceso denominado percolación.

El agua que no se infiltra genera escorrentía superficial, desplazándose por la superficie hacia ríos, lagos y océanos. Existe también escorrentía subterránea, que es el flujo lento de agua a través del subsuelo hasta llegar nuevamente a cuerpos de agua. En todo este ciclo, una parte del agua se almacena temporalmente en glaciares, lagos, suelos, acuíferos o incluso en la propia atmósfera, antes de reincorporarse nuevamente al sistema.

En términos ambientales, el ciclo del agua es fundamental porque regula la temperatura global mediante el transporte de calor latente, distribuye nutrientes y sedimentos esenciales para la vida, y mantiene la disponibilidad de agua dulce.

Figura 2
Ciclo del agua



Fuente: Fundacion Terram (2025)

Además, su dinámica influye directamente en los fenómenos meteorológicos y climáticos, garantizando la estabilidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

2.3.2. Urbano

Es un proceso que tiene como objetivo cubrir los servicios de abastecimiento y a la vez saneamiento, lo que nos quiere decir que vamos a ofrecer una distribución eficiente del recurso del agua y al mismo tiempo lograr darle un fin a este ciclo que sería llevar el agua hacia un punto seguro en la naturaleza. (iagua, 2025)

Si bien es cierto, hoy en día se busca la manera tratar estas aguas residuales para poder obtener una fuente extra de agua potable, además de cuidar la naturaleza y no explotar este recurso.

En el campo del agua pluvial, al ser en la ciudad no hay manera de que este líquido lo absorba el suelo ya que se encuentra cubierto por material de construcción, se debe lograr que esta agua fluya hasta las alcantarillas del sistema. (iagua, 2025)

Figura 3

Ciclo del agua en el sector urbano



Fuente: iagua (2025)

Si bien es cierto el diseño hidrosanitario se encarga de darle un flujo adecuado a las aguas: servidas, potable y lluvias. Pero debemos definir cuáles son cada una de estas:

2.4. Aguas servidas.

Son aquellas aguas que han sido utilizadas en actividades domésticas, industriales, comerciales o públicas y que, como resultado de su uso, han quedado contaminadas. Estas aguas contienen una mezcla de diferentes sustancias que pueden incluir materia orgánica, productos químicos, detergentes, aceites, residuos fecales, orina, y otros contaminantes provenientes de la actividad humana. En términos generales, las aguas servidas se dividen en dos categorías principales:

Aguas negras: Son aquellas que provienen de inodoros y contienen principalmente residuos fecales y orina. Son altamente contaminantes y requieren un tratamiento especializado.

Aguas grises: Son aquellas provenientes de lavabos, duchas, lavadoras, fregaderos y otras fuentes que no contienen materia fecal. Aunque son menos contaminantes que las aguas negras, también requieren tratamiento para ser adecuadamente gestionadas.

Si bien es cierto una subestación eléctrica suele generar aguas residuales domésticas ya que provienen de los servicios higiénicos y áreas de uso personal. Los contaminantes generales que vamos a encontrar en estas infraestructuras son: cargas orgánicas, detergentes, material fecal y agua de mantenimiento utilizada para lavar equipos o pisos. En estos procesos se puede notar la presencia de aceites, grasas o residuos químicos. Mediante un estudio realizado en la subestación eléctrica de Cerromatoso, el resultado del informe nos indica que las aguas residuales producidas en este centro son normales para los niveles de aguas residuales domésticas. (López Brango, 2021)

2.4.1. Manejo de aguas servidas.

El manejo de aguas servidas comprende el conjunto de acciones orientadas a recolectar, transportar, tratar y disponer de manera segura las aguas contaminadas que provienen de viviendas, comercios, industrias o lluvia. Su objetivo principal es proteger la salud pública, prevenir la contaminación ambiental y habilitar la reutilización segura del recurso hídrico.

En contextos rurales y periurbanos ecuatorianos, se han implementado sistemas de tratamiento descentralizados que han demostrado ser viables y efectivos. Por ejemplo, en la parroquia Baños (Cuenca), un estudio piloto evaluó sistemas combinados de pozo séptico y humedales artificiales de flujo subsuperficial con distintas especies ornamentales. El sistema que utilizó *Zantedeschia aethiopica* logró tasas promedio de remoción de contaminantes de 89 % para DBO₅, 87 % para DQO, 92 % para sólidos suspendidos y 79 % para nitratos, mientras que nitritos y fosfatos

fueron menos reducidos. (Caraguay Palacios & Plaza León, 2023)

Otros ejemplos incluyen proyectos de rediseño tecnificado de plantas existentes. En San Pedro (Cuenca), se evaluó y mejoró una PTAR rural mediante la incorporación de un sedimentador como pretratamiento, conservación del tanque séptico como tratamiento primario, y la implementación de humedales construidos estilo francés como tratamiento secundario, junto con una unidad de cloración que garantiza el cumplimiento de la normativa nacional. (Aucapiña Sierra & Garzón Barba, 2024)

En Portoviejo, se diseñó una planta de tratamiento convencional para el sector El Rodeo, basada en los límites ambientales ecuatorianos (TULSMA), con un caudal proyectado de 10,022 l/s al año 2047. Este diseño incluye fases de pretratamiento, tratamiento primario y secundario, con una eficiencia de eliminación del 80 % de contaminantes clave. La inversión estimada para 2023 fue de 73 666,73 USD. (Guillén Morales & Alcívar Cedeño, 2024)

También en Cuenca, se llevó a cabo la evaluación y rediseño de la planta de tratamiento de Acchayacu (Tarqui), integrando sistemas de rejillas, desarenadores, tanque séptico, humedales verticales estilo francés y desinfección como tratamiento terciario, junto con planos constructivos, manual de operación y presupuesto. (González Tello & Narváez Torres, 2019)

Por último, cabe destacar una perspectiva institucional y adaptativa en zonas urbanas vulnerables como Manta, donde la gestión de aguas residuales ha sido impulsada como estrategia de adaptación al cambio climático entre 2015 y 2021, mediante infraestructura y control de efluentes industriales coordinados por la empresa pública local. (Jaramillo Correa, 2022)

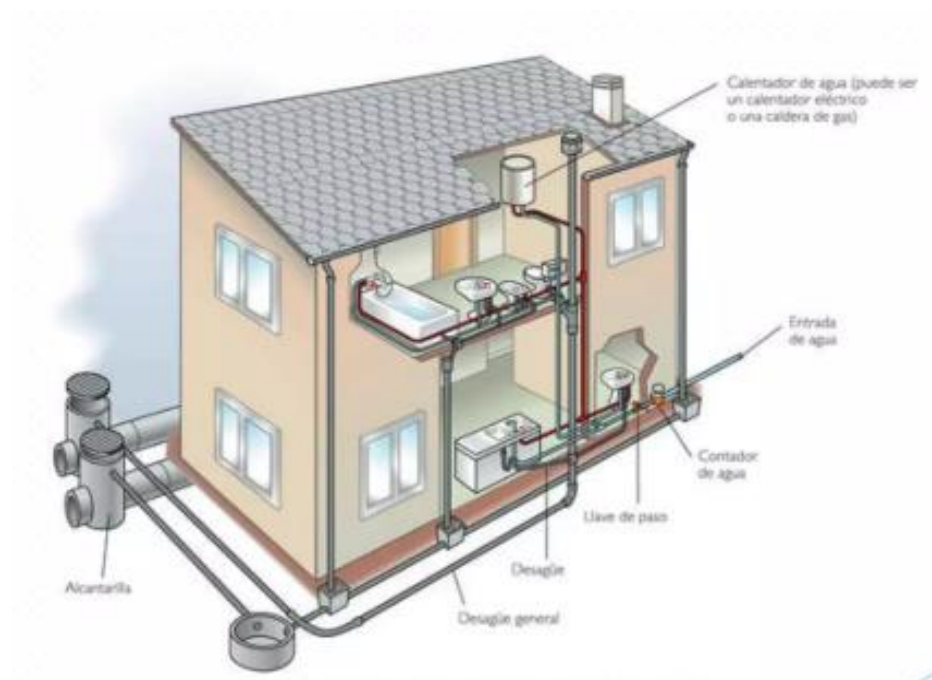
2.5. Sistema

El sistema tradicional de manejo de aguas servidas en una vivienda consiste en una red interna de tuberías que recolecta las aguas residuales generadas en baños, cocinas y lavanderías, las cuales son conducidas hacia un colector principal y

ventiladas mediante tuberías para evitar acumulación de gases y pérdida de sifones. Esta red se conecta, a través de una conexión domiciliaria y un registro de inspección, ya sea a la red pública de alcantarillado sanitario en áreas urbanas, o a un sistema privado de tratamiento en zonas rurales o sin alcantarillado. En este último caso, lo más común es el uso de un sistema séptico compuesto por un tanque séptico, donde los sólidos sedimentan y se degradan parcialmente por acción bacteriana, y un pozo de absorción o campo de infiltración, que permite la filtración del efluente en el suelo. Este tipo de sistema es de construcción sencilla y de bajo costo, aunque en el caso de los sistemas sépticos el tratamiento es únicamente primario, por lo que requiere mantenimiento periódico para evitar riesgos de contaminación.

Figura 4

Red interna del agua en una vivienda



Fuente: El Oficial (2017)

2.6. Agua Potable.

Es aquella que cumple con los estándares de calidad establecidos para el consumo humano, lo que significa que es segura para beber, cocinar, y otras actividades cotidianas sin representar riesgos para la salud. Para ser considerada potable, el agua debe estar libre de microorganismos patógenos, sustancias químicas

peligrosas y contaminantes físicos que puedan afectar la salud de las personas.

2.6.1. Potabilización

El agua potable generalmente se obtiene de fuentes naturales como ríos, lagos, acuíferos o manantiales, y pasa por un proceso de tratamiento para eliminar impurezas y asegurar que cumpla con las normativas sanitarias. Este tratamiento suele incluir varios procesos como:

Filtración: Para eliminar partículas sólidas suspendidas en el agua.

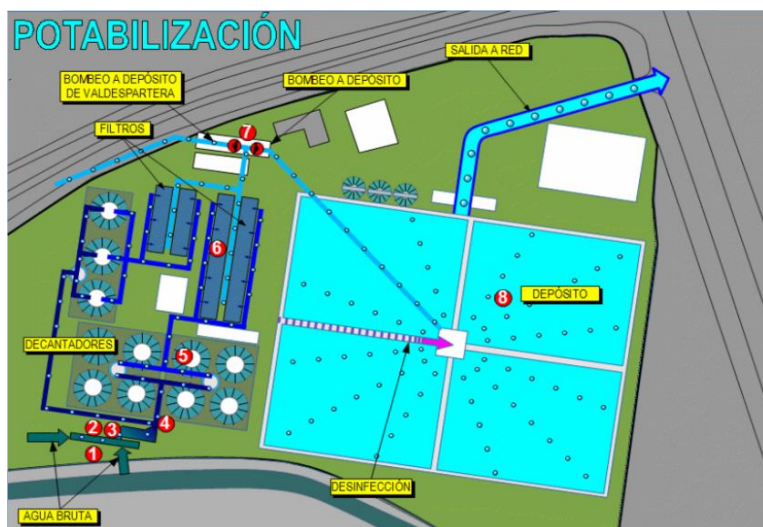
Desinfección: A través del uso de productos químicos como el cloro o mediante métodos como la luz ultravioleta, para eliminar bacterias, virus y otros microorganismos patógenos.

Coagulación y floculación: Procesos que agrupan las partículas pequeñas en flóculos, que luego se eliminan por sedimentación.

Desalinización: En el caso de fuentes de agua salada o salobre, se puede aplicar un proceso de desalinización para eliminar el exceso de sal y hacer que el agua sea apta para el consumo.

Figura 5

Proceso de potabilización



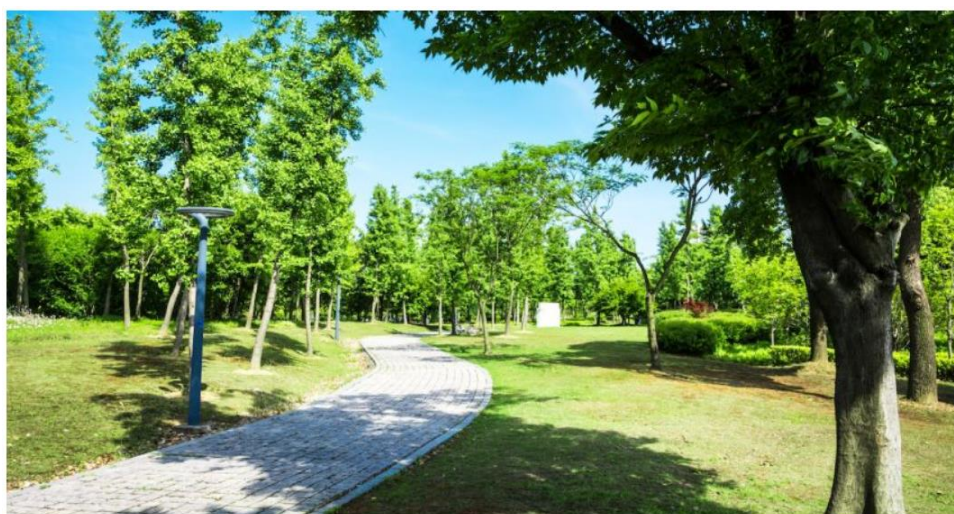
Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza (2020)

El agua potable también debe cumplir con límites establecidos por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y entidades nacionales para garantizar que no contenga sustancias peligrosas en concentraciones que puedan afectar la salud, como metales pesados, pesticidas, o sustancias químicas tóxicas.

2.6.2. Agrícola.

El agua potable, aunque generalmente asociada al consumo humano, también juega un papel fundamental en el ámbito agrícola, especialmente en la producción de alimentos de alto valor comercial y en actividades pecuarias. En cultivos hortícolas, frutales o de exportación, el uso de agua de calidad apta para consumo humano reduce el riesgo de contaminación microbiológica y química, garantizando la inocuidad de los productos y cumpliendo con las exigencias sanitarias de los mercados nacionales e internacionales. En espacios como estos si bien es cierto no se cuenta con un campo como tal, pero si con áreas verdes las cuales necesitan agua para poder mantenerse con esplendor. Mantener un riego adecuado permitirá que esta área se encuentre bien hidratada dando como producto que este verde y lleno de vida.

Figura 6
Áreas verdes



Fuente: G&J Jardines SAC (2025)

2.6.3. Presiones

En los sistemas de distribución de agua potable, las presiones son un aspecto fundamental para garantizar un suministro adecuado y seguro a los usuarios. La presión mínima requerida en las tuberías debe ser suficiente para que el agua llegue con un caudal adecuado a todos los puntos de consumo, incluso en las zonas más altas o alejadas del sistema. Por lo general, se establece una presión mínima de servicio alrededor de 15 a 20 metros de columna de agua (mca) para evitar problemas de suministro y asegurar la calidad del agua. Por otro lado, se debe controlar la presión máxima para evitar daños en la red, fugas y roturas de tuberías, manteniéndola generalmente por debajo de 50 a 60 mca. El diseño hidráulico incluye el cálculo de presiones estáticas (cuando no hay consumo) y dinámicas (con demanda), evaluando las pérdidas de carga por fricción y accesorios para garantizar que la presión en cualquier punto del sistema se mantenga dentro de estos rangos. Asimismo, se incorporan dispositivos como válvulas reguladoras y tanques de equilibrio para estabilizar las presiones y proteger la integridad del sistema. (Camacho Monar et al.,2019)

2.6.4. Acuíferos

Un acuífero es una formación geológica compuesta por materiales permeables como arena, grava o rocas fracturadas que tienen la capacidad de almacenar, transmitir y suministrar agua subterránea a través de sus poros o fisuras. Esta agua proviene principalmente de la infiltración de la lluvia, ríos o lagos, y se desplaza bajo la superficie siguiendo la gravedad y las diferencias de presión. Los acuíferos son una de las principales fuentes de agua dulce para consumo humano, riego agrícola, uso industrial y mantenimiento de ecosistemas. (Aguillera Piñones , 2010)

Figura 7

Descripción de acuíferos



Fuente: Organismo Internacional de Energía Atómica (2024)

Acuífero libre o no confinado

Es aquel en el que el agua subterránea se encuentra directamente bajo una capa superficial permeable, lo que permite que se recargue fácilmente a través de la infiltración del agua de lluvia o escorrentías. El nivel freático de este tipo de acuífero varía en función de las estaciones y las precipitaciones. Son comunes en zonas con suelos arenosos o gravas, y su extracción se realiza mediante pozos que alcanzan la zona saturada.

Acuífero confinado

Se localiza entre dos capas impermeables que impiden el paso libre del agua hacia la superficie. El agua se encuentra a presión, de modo que, si se perfora el acuífero, esta puede ascender e incluso brotar sin necesidad de bombeo, fenómeno conocido como pozo artesiano. Este tipo de acuífero suele almacenar agua de excelente calidad debido a su aislamiento de contaminantes superficiales.

Acuífero semiconfinado

Está compuesto por capas permeables cubiertas por estratos parcialmente impermeables, como limos o arcillas, que limitan, pero no bloquean completamente, el flujo de agua. Esto permite una recarga lenta desde la superficie o desde acuíferos cercanos. Su manejo requiere especial cuidado, ya que el movimiento de agua es más reducido y su sobreexplotación puede afectar el equilibrio del sistema subterráneo.

2.7. Aguas lluvias.

La escorrentía superficial se genera cuando el agua se precipita, en forma de lluvia y cae sobre una superficie impermeable o cuando el suelo se encuentra completamente saturado. Esta agua fluye a través de diferentes superficies, como techos, calles, caminos y terrenos, y eventualmente se recoge en sistemas de drenaje o se infiltra en el suelo.

2.7.1. Características del agua de lluvia.

Pura en origen: El agua de lluvia, en su forma más natural, es relativamente pura, ya que se forma a partir de la evaporación del agua y la condensación de vapor en la atmósfera. Sin embargo, puede contener algunas impurezas que se recogen mientras cae, como polvo, partículas en el aire y gases disueltos. La climatología de la zona de estudio presenta una temporalidad muy marcada de la época lluviosa, la misma que dura 3 meses al año. Durante la época seca, las superficies acumulan residuos sólidos que provienen de las plantas, los animales y los vehículos que transitan en la zona, que con las primeras son lavados y se mezclan con las aguas lluvias generando aguas con un alto contenido de contaminantes.

Contaminación atmosférica: En áreas urbanas e industriales, el agua de lluvia puede arrastrar contaminantes del aire, como metales pesados, contaminantes orgánicos y sustancias químicas. Esto se conoce como lluvia ácida, cuando el agua tiene una alta concentración de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno.

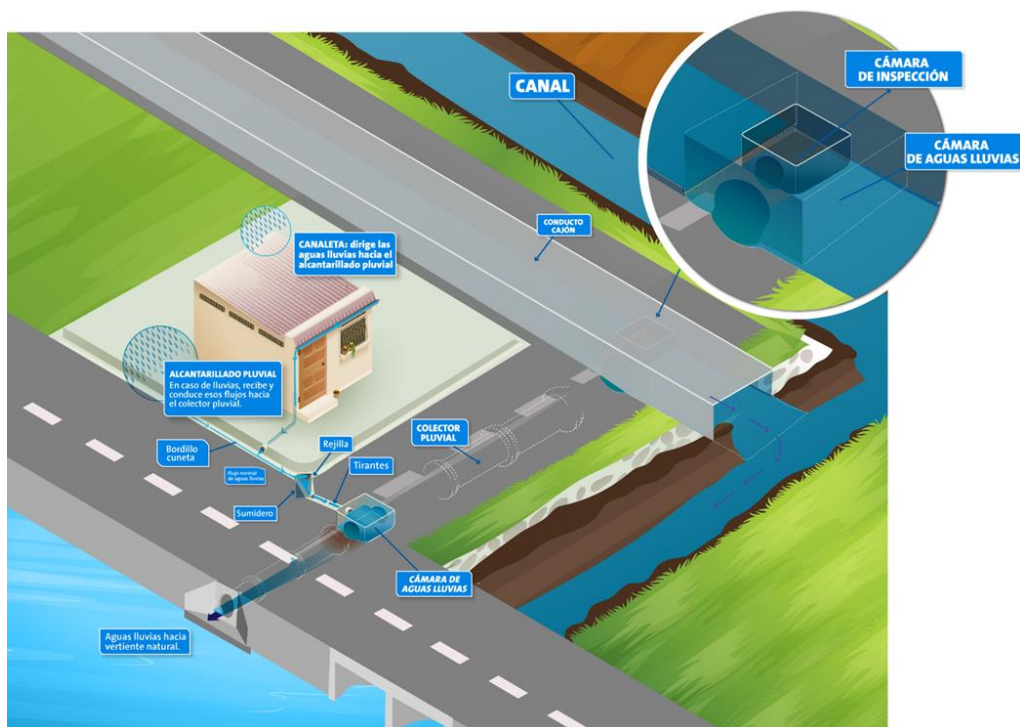
2.7.2. Manejo del agua de lluvia.

El manejo adecuado de las aguas lluvias es crucial para evitar inundaciones y la contaminación del medio ambiente. Para ello, se utilizan diversos sistemas:

Sistemas de drenaje pluvial: Red de canales, alcantarillado o tuberías que recogen y desvían las aguas lluvias hacia ríos, lagos o cuerpos de agua más grandes para evitar inundaciones.

Figura 8

Sistema de exclusión aguas domesticas



Fuente: Interagua (2024)

Captación y almacenamiento: En algunas áreas, el agua de lluvia se recoge y almacena en cisternas o tanques para su reutilización, especialmente en zonas donde el acceso al agua potable es limitado. Esta agua puede utilizarse para riego, limpieza o incluso para el consumo, si pasa por un adecuado proceso de purificación.

Recarga de acuíferos: En áreas rurales o en lugares con buen manejo de agua, se pueden usar técnicas para canalizar el agua de lluvia hacia el suelo, ayudando a recargar los acuíferos subterráneos y contribuir a la disponibilidad de agua en el futuro.

2.7.3. Importancia del manejo adecuado de las aguas lluvias

Prevención de inundaciones: En áreas urbanas, donde las superficies impermeables (como asfalto y concreto) no permiten que el agua se infiltre en el suelo, el sistema de drenaje eficiente es esencial para evitar inundaciones.

Reutilización de agua: La recogida de aguas lluvias es una opción sostenible y ecológica, que ayuda a reducir la dependencia de fuentes de agua potable.

2.7.4. Intensidad.

La tasa de precipitación que expresa el volumen de agua que cae sobre una unidad de superficie en un intervalo de tiempo específico, normalmente expresada en milímetros por hora (mm/h) o litros por segundo por hectárea (L/s·ha).

$$i = \frac{h}{t}$$

I: Intensidad

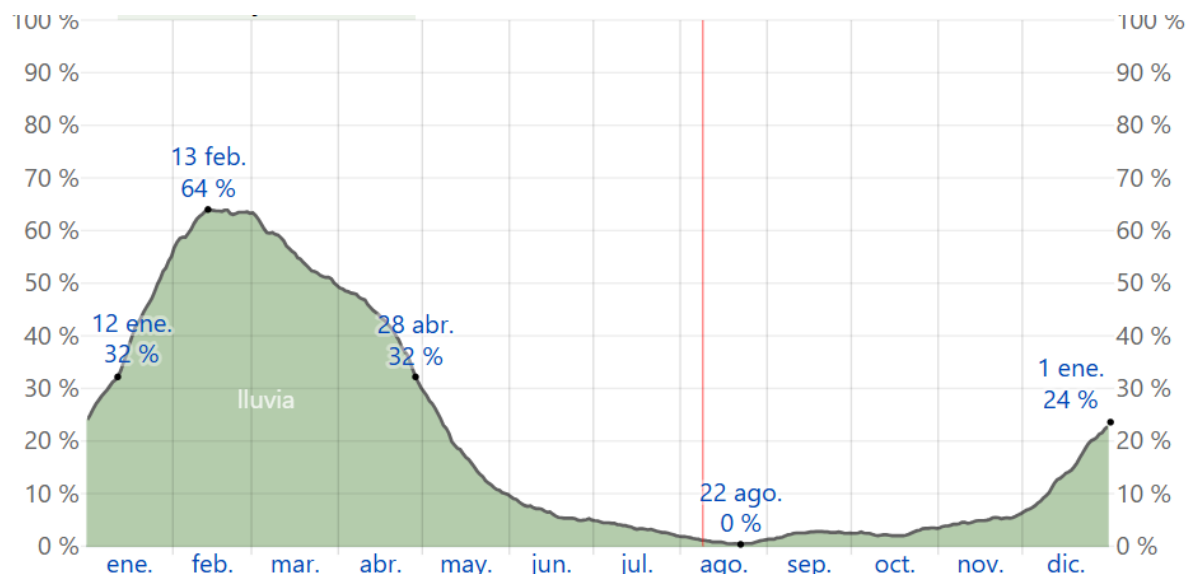
H: Altura de precipitación acumulada en el intervalo

T: Duración del intervalo de lluvia

La intensidad de una precipitación se calcula para determinar la tasa a la que cae la lluvia sobre una superficie, con el fin de estimar el caudal máximo de escorrentía que generará un evento lluvioso y así dimensionar adecuadamente obras hidráulicas y sistemas de drenaje pluvial. Este valor se obtiene a partir de registros pluviográficos y se asocia a un periodo de retorno y a una duración específica, siendo un parámetro esencial en el método racional y en modelos hidrológicos destinados a prever que la infraestructura sufra inundaciones por las lluvias o fallos estructurales. (Díaz Villacreses, 2024)

Figura 9

Variabilidad de la precipitación en el año en la ciudad de Guayaquil



Fuente: Weather Spark (2025)

2.7.5. Escorrentía.

La escorrentía es el proceso mediante el cual el agua de lluvia que no se infiltra en el suelo fluye superficialmente sobre la tierra o superficies impermeables, desplazándose hacia cauces, canales o sistemas de drenaje. Este fenómeno ocurre cuando la capacidad de absorción del terreno es superada por la cantidad o intensidad de precipitación, y es un componente clave en el balance hidrológico, ya que determina el volumen y velocidad del agua que debe ser evacuada para evitar inundaciones y daños en la infraestructura. (iagua, 2025)

En techos metálicos lisos, el agua escurre rápidamente debido a su alta impermeabilidad y baja rugosidad, generando un alto coeficiente de escorrentía cercano a 0.9-0.98, lo que implica que casi toda el agua se convierte en escorrentía.

En techos de teja o cerámicos, la superficie es más rugosa y puede absorber o retardar parte del agua, por lo que el coeficiente de escorrentía suele ser menor (aproximadamente 0.7–0.9), y el flujo es menos inmediato.

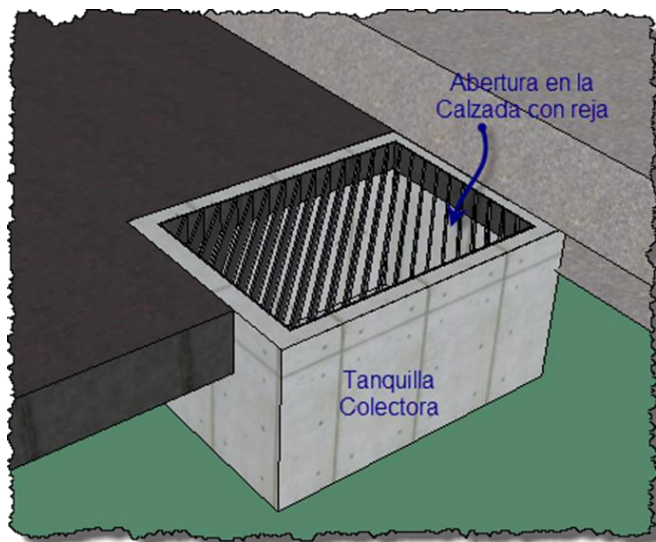
En techos verdes o ajardinados, la presencia de sustrato y vegetación retiene

una parte importante del agua, disminuyendo la escorrentía y aumentando la infiltración y evapotranspiración, con coeficientes bajos (0.1–0.4).

2.7.6. Sumideros.

En el contexto de un sistema pluvial, los sumideros son dispositivos hidráulicos diseñados para captar y conducir el agua de lluvia desde superficies expuestas como techos, calles, patios o áreas pavimentadas hacia la red de drenaje o alcantarillado pluvial. Están provistos de rejillas o cubiertas perforadas que permiten el paso del agua, evitando al mismo tiempo el ingreso de objetos sólidos que puedan obstruir las tuberías. Su diseño y ubicación dependen del caudal de escorrentía, la pendiente de la superficie y el tipo de área a drenar, ya que cumplen un papel fundamental en prevenir acumulaciones de agua, encharcamientos e inundaciones, garantizando el adecuado funcionamiento del sistema hidrosanitario y la seguridad de las edificaciones y espacios públicos. (Fábregas, 2025)

Figura 10
Sumidero



Fuente: Software Hidra (2025)

2.8. Instalaciones

Hidrosanitaria: Se lo puede definir como un conjunto de varios objetos los cuales son: Válvulas, Tuberías, Ramales y Conexiones. Con el objetivo de poder

distribuir y abastecer de agua a la parte interna de la estructura.

2.9. Tubos

Las tuberías son conductos o tubos fabricados con diversos materiales, cuyo propósito principal es el transporte de fluidos como agua, gas, petróleo, productos químicos o residuos. Están diseñadas para permitir el paso de estos fluidos de manera eficiente y segura a través de un sistema cerrado. Las tuberías pueden tener diferentes tamaños, grosores y materiales según el tipo de fluido que transportan, la presión a la que serán sometidas y el ambiente en el que se instalan.

2.9.1. Características clave de las tuberías.

Materiales

Pueden ser de diversos materiales, como acero, hierro fundido, PVC (policloruro de vinilo), cobre, polietileno (PE), entre otros, dependiendo de la aplicación y las condiciones del entorno.

Diámetro

El diámetro de las tuberías varía dependiendo del caudal de fluido que se necesita transportar y del tipo de instalación (residencial, industrial, etc.).

Longitud

Las tuberías pueden ser de diferentes longitudes y se conectan mediante accesorios como codos, tees y uniones para crear sistemas completos.

Resistencia

Están diseñadas para resistir presiones internas, condiciones de temperatura y exposición a productos químicos, además de ser duraderas frente a la corrosión o desgaste.

Tipos de tuberías según su función.

Tuberías de agua potable: Para transportar agua limpia a hogares y edificios.

Tuberías de alcantarillado: Para el transporte de aguas residuales.

Tabla 1
Diámetro de tuberías

DÍAMETRO NOMINAL (mm)		ESPESOR DE PARED (mm)		DIMENSIONES DE CAMPANA (mm)		
DN	TOLERANCIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DÍAMETRO INTERIOR		PROFUNDIDAD CAMPANA "L"
				MÍNIMO	MÁXIMO	
50	0,30	1,8	2,2	50,1	50,4	20
75	0,30	2	2,4	75,1	75,4	25
110	0,40	2,2	2,7	110,2	110,6	32
160	0,50	3,2	3,8	160,2	160,7	42
200	0,60	3,9	4,5	200,3	200,9	50
250	0,80	5	5,6	250,4	251,2	60
315	1,00	6,2	7	315,5	316,5	73

Fuente: Rival (2024)

2.9.2. Flujos de agua

Existen varios tipos de flujos de agua que se clasifican según la forma en que el agua se mueve y las condiciones bajo las que ocurre. Estos flujos son fundamentales en la gestión de recursos hídricos y en el diseño de infraestructuras hidráulicas. A continuación, se describen los principales tipos de flujos de agua:

Flujo Laminar.

Es un tipo de flujo suave en el que las partículas de agua se mueven en capas paralelas, sin mezclar entre sí. Este tipo de flujo ocurre cuando el agua fluye a baja velocidad y las fuerzas viscosas son dominantes, lo que hace que las partículas sigan trayectorias ordenadas y predecibles. El flujo laminar es más común en conductos estrechos o en situaciones de baja velocidad de agua.

Ejemplo: El flujo de agua en una tubería de pequeño diámetro a baja velocidad.

Flujo Turbulento.

El flujo turbulento es un tipo de flujo caracterizado por un movimiento desordenado y caótico del agua, donde las partículas de agua se mezclan en todas direcciones y se forman remolinos y eddies (vórtices). Este flujo ocurre cuando el agua fluye a alta velocidad o cuando el conducto tiene un diámetro grande, lo que provoca la interacción entre las partículas y genera turbulencias.

Ejemplo: El agua que fluye rápidamente en un río o el flujo de agua en grandes tuberías de diámetro mayor.

Flujo Transitorio o Intermitente.

El flujo transitorio ocurre cuando el flujo de agua cambia entre condiciones de flujo laminar y turbulento debido a cambios en las condiciones, como la velocidad del agua, el perfil del conducto o la presión. Este tipo de flujo es común en sistemas donde hay fluctuaciones en el caudal, como en el inicio o apagado de bombas en redes de distribución de agua.

Ejemplo: Fluctuaciones en el flujo de agua debido a un sistema de bombeo que se enciende o apaga.

Flujo Subterráneo o Flujo de Acuífero.

El flujo subterráneo ocurre cuando el agua se mueve a través de formaciones geológicas porosas, como los acuíferos. Este flujo se da bajo la superficie terrestre, donde el agua se desplaza lentamente hacia fuentes de salida, como manantiales o pozos. El flujo subterráneo es influenciado por la permeabilidad del suelo y las rocas.

Ejemplo: El agua que se desplaza lentamente a través de un acuífero hacia un pozo o manantial.

Flujo Superficial.

El flujo superficial se refiere al movimiento del agua sobre la superficie de la Tierra, generalmente como resultado de la lluvia o el deshielo. Este tipo de flujo incluye corrientes de agua en ríos, arroyos y en la escorrentía que se mueve a través del terreno, contribuyendo a la erosión y al transporte de sedimentos.

Ejemplo: El agua que corre por una calle durante una lluvia intensa o el flujo en un río.

Flujo de Escorrentía.

La escorrentía es el agua que fluye sobre la superficie del suelo después de una precipitación. Este flujo puede ser superficial o subterráneo, dependiendo de la cantidad de agua, la absorción del suelo y el terreno. La escorrentía es importante para el ciclo hidrológico, ya que transporta el agua desde las zonas terrestres hacia los cuerpos de agua como ríos, lagos y océanos.

Ejemplo: El agua que fluye a través de un campo después de una lluvia fuerte, que no es absorbida por el suelo y corre hacia las zonas bajas.

Flujo de Marea.

El flujo de marea es un tipo de flujo relacionado con las mareas en cuerpos de agua costeros. Este flujo ocurre debido a la influencia gravitacional de la luna y el sol, lo que provoca la subida y bajada periódica del nivel del agua. El flujo de marea es particularmente relevante en estuarios y zonas costeras.

Ejemplo: El flujo y reflujo del agua en una bahía o estuario.

Flujo de Canal o Fluvial.

El flujo de canal o fluvial se refiere al movimiento de agua en un río o arroyo. Este tipo de flujo es el resultado del aporte de agua de lluvias, deshielos o afluentes, y puede variar en intensidad dependiendo de las precipitaciones y el terreno. Los flujos fluviales tienen una gran influencia en la erosión, el transporte de sedimentos y

la formación de paisajes.

Ejemplo: El flujo de agua en un río, especialmente en épocas de grandes lluvias o deshielos

Flujo de Cortina o Descarga.

El flujo de cortina o flujo de descarga se refiere al flujo de agua que emana de una fuente subterránea hacia la superficie, como los manantiales o las fuentes artesianas. Este tipo de flujo ocurre cuando el agua de un acuífero subterráneo se libera hacia la superficie de manera natural o a través de una perforación.

Ejemplo: El agua que brota de un manantial o fuente en una zona de terreno elevado.

Flujo de Capilaridad.

El flujo de capilaridad es un tipo de flujo de agua que ocurre en suelos finos y porosos debido a las fuerzas de adhesión y cohesión del agua. Este flujo es responsable de que el agua se mueva hacia arriba en pequeños espacios o poros, incluso contra la gravedad, y es importante en la distribución de agua en las plantas.

Ejemplo: El agua que asciende en el suelo desde el nivel freático hacia las raíces de las plantas.

2.10. Marco Legal:

2.10.1. *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*

Establece la regulación y control del manejo de aguas residuales, promoviendo su correcta disposición y tratamiento para evitar impactos negativos en el medio ambiente y la salud pública.

2.10.2. *Normas Técnicas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN):*

Incluyen estándares específicos para el diseño, construcción y operación de sistemas de alcantarillado, como requisitos técnicos, materiales adecuados y procesos de mantenimiento.

2.10.3. *Reglamento Ambiental de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento:*

Orienta a las entidades locales en la planificación y ejecución de proyectos de saneamiento, promoviendo la sostenibilidad y el cumplimiento de los objetivos ambientales.

2.10.4. *Normativa ecuatoriana de la construcción (NEC):*

Es un conjunto de regulaciones de cumplimiento obligatorio en Ecuador, que establece los requisitos mínimos de seguridad y calidad para las edificaciones en todas las etapas del proceso constructivo. Su objetivo es garantizar construcciones seguras y habitables, adaptadas a las condiciones sísmicas y geotécnicas del país.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3. Metodología

3.1. Enfoque de la investigación.

El enfoque de investigación mixta es una metodología que combina estrategias cuantitativas y cualitativas en un mismo estudio con el objetivo de obtener una comprensión más completa del proyecto trabajado. Este método integra datos numéricos y descripciones contextuales para aprovechar las fortalezas de ambos métodos, permitiendo explorar, describir y explicar un problema desde múltiples perspectivas. Su uso es útil cuando se requiere tanto medir variables como comprender significados, favoreciendo así una interpretación más rica y profunda de los resultados.

El enfoque permite abordar tanto los aspectos técnicos como los contextuales del proyecto. Por un lado, la parte cuantitativa es fundamental para realizar cálculos hidráulicos, como el dimensionamiento de tuberías, caudales, presiones y pendientes, que garantizan un diseño eficiente y conforme a las normativas. Por otro lado, la investigación cualitativa es útil para comprender las necesidades de los usuarios, las condiciones del entorno, las normas locales y las posibles restricciones sociales o ambientales que puedan influir en el diseño. Al combinar ambos enfoques, se puede desarrollar una solución técnica adecuada, viable y adaptada al contexto específico de la subestación eléctrica Las Orquídeas.

3.2. Alcance de la investigación

El alcance descriptivo de la investigación se centra en detallar y caracterizar las propiedades, condiciones o fenómenos que se presentan en la realidad, sin buscar establecer relaciones causales ni probar hipótesis. Su objetivo principal es observar y describir con precisión las características que presenta un objeto, evento o situación

para obtener un panorama claro y organizado que permita comprender mejor el tema estudiado. Este tipo de investigación es muy importante cuando se quiere determinar o conocer cómo es algo en un momento determinado, facilitando la recopilación de información detallada y sistemática.

Identificar y detallar las características específicas correspondientes al sistema hidrosanitario las cuales se requieren para la subestación, como las condiciones actuales del sitio, los requerimientos técnicos, normativos y ambientales, así como las necesidades funcionales del proyecto. Al describir con precisión estos elementos, se facilita el desarrollo de un diseño adecuado y ajustado a la realidad del lugar, asegurando que las instalaciones cumplan con los estándares necesarios para su correcto funcionamiento y seguridad, sin entrar aún en análisis causales o soluciones complejas.

3.3. Técnica e instrumentos para obtener los datos

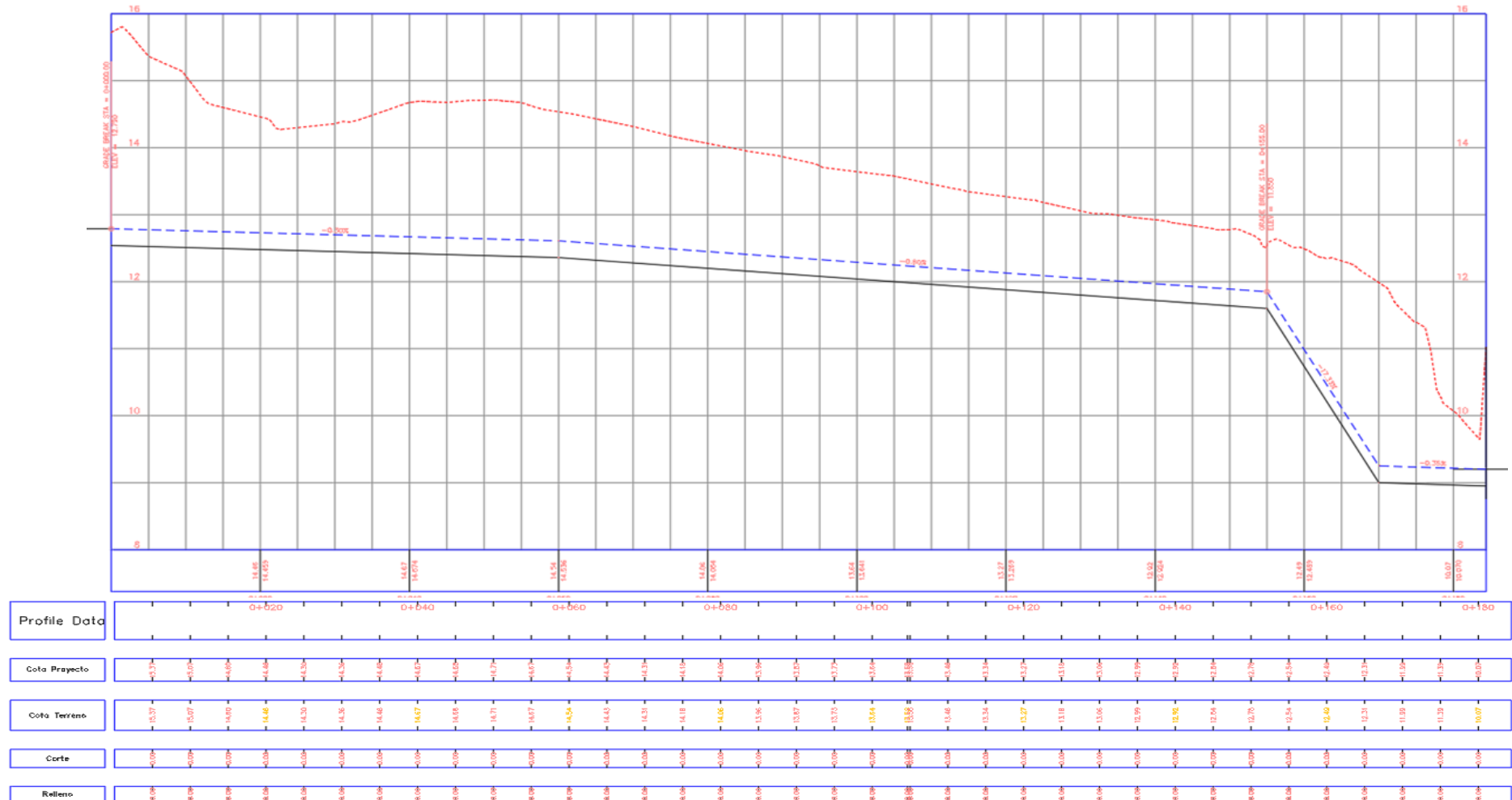
3.3.1. Técnicas:

Levantamiento topográfico:

Es un proceso de medición, registro y representación gráfica de las características físicas y geométricas de un terreno, con el fin de conocer su forma, dimensiones, elevaciones y ubicación exacta. Este trabajo inicia con la planificación, donde se definen los objetivos, se recopila información previa y se seleccionan los instrumentos adecuados como estación total, teodolito, GPS diferencial, niveles o drones. Posteriormente, en la fase de campo, se instalan y calibran los equipos, se miden distancias, ángulos y desniveles, se registran puntos de interés como límites y edificaciones. Los datos obtenidos se procesan para corregir errores y generar coordenadas precisas, que luego se convierten en planos topográficos o modelos digitales del terreno. Finalmente, se elabora la representación gráfica y la memoria técnica que detalla la metodología, los instrumentos empleados y la precisión alcanzada, sirven como base para el diseño, planificación y ejecución de proyectos.

Figura 11

Cotas obtenidas del levantamiento topográfico



Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

3.3.2. Instrumentos:

Levantamiento Topográfico

Tabla 2

Instrumentos utilizados en el levantamiento topográfico

Instrumento	Función principal	Observaciones
Estación total	Mide distancias, ángulos y calcula coordenadas precisas de puntos en el terreno.	Integra teodolito y distanciómetro; permite descarga de datos a software.
Teodolito	Mide ángulos horizontales y verticales.	Requiere uso combinado con cinta o distanciómetro para obtener coordenadas.
Nivel óptico	Determina diferencias de altura y genera perfiles de terreno.	Se emplea con mira topográfica y trípode para estabilidad.
GPS geodésico	Obtiene coordenadas geográficas mediante señal satelital.	Ideal para áreas extensas o de difícil acceso.
Cinta métrica	Mide distancias cortas o verifica mediciones.	Generalmente de acero o fibra de vidrio; puede ser de 30, 50 o 100 m
Mira topográfica	Permite leer alturas en conjunto con el nivel.	Permite leer alturas en conjunto con el nivel.
Jalones	Señalan puntos o alineaciones en el terreno.	Generalmente pintados con franjas rojas y blancas para visibilidad.
Prisma reflectante	Refleja la señal emitida por la estación total para medir distancias.	Montado en jalón; requiere alineación precisa.
Trípode	Sirve de soporte para	Debe ser estable y

	instrumentos topográficos.	ajustable en altura.
--	-------------------------------	----------------------

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Formulario

Tabla 3

Formulario utilizado en cálculos del diseño

Descripción	Formulas
V: Velocidad del agua n: Coeficiente de rugosidad Rh: Radio hidráulico S: Pendiente del canal	Manning $V = \frac{1}{n} Rh^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$
Ks: Coeficiente de simultaneidad N: Número total de aparatos servidos F: Factor para edificios de oficina	Coeficiente de simultaneidad $Ks = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F * (0.04 + 0.04 \log(\log(n)))$
Qmp: Caudal máximo probable Ks: Coeficiente de simultaneidad Qi: Caudal mínimo de los aparatos suministrados	Caudal máximo probable $Qmp = Ks * \sum Qi$
V: Velocidad D: Diámetro L: Longitud M: Constante del material	Perdida de carga $Hf = m * L \left(\frac{V^{1.75}}{D^{1.25}} \right)$
Le: Longitud equivalente A,B: Factores que dependen del tipo de accesorio D: Diámetro interno C: Coeficiente según material de tubería	Longitud equivalente $Le = \left[A * \left(\frac{d}{25.4} \right) \pm B \right] * \left(\frac{120}{C} \right)^{1.8519}$
Qr: Caudal captado por sumidero A: Área efectiva de la reja	Caudal captado por sumidero

G: Aceleración de la gravedad Y: Altura de la lámina de agua sobre la reja	$Qr = 600A (g y)^{1/2}$
Pr: Tiempo de retención hidráulica en días P: Población servida Q: Caudal de aporte unitario de aguas residuales	Tiempo de retención hidráulica en días $Pr = 1.5 - 0.3 \log (P * q)$
Q: Caudal de aporte unitario de aguas residuales C: Coeficiente de retorno, 0.8 Dmf: Dotación media futuro	Caudal de aporte unitario de aguas residuales $q = C * Dmf$
Vs: Volumen de sedimentación Pr: Tiempo de retención hidráulica en días P: Población servida	Volumen de sedimentación $Vs = 10^{-3} * (P * q) * Pr$
Vd: Volumen de almacenamiento de lodos G: Volumen de lodos producidos por persona y por año N: Intervalo de limpieza o retiro de lodos en años	Volumen de almacenamiento de lodos $Vd = G * P * N * 10^{-3}$
Vt: Volumen total Vs: Volumen de sedimentación Vd: Volumen de almacenamiento de lodos Vn: Volumen de nata	Volumen total $Vt = Vs + Vd + Vn$
Q: Caudal del diseño C: Coeficiente de escorrentía I: Intensidad de lluvia	Caudal del diseño $Q = C * I * A$

A: Área drenada	
D: Diámetro de la acometida Q: Caudal V: Velocidad	Diámetro de acometida $D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

3.4. Modelado matemático

3.4.1. Agua Potable:

En el presente trabajo de investigación se plantea la formulación e implementación de un modelo matemático que represente el comportamiento hidráulico de la red de distribución de agua potable dentro de la subestación eléctrica “Las Orquídeas”, la cual cuenta con tres estructuras principales.

Este modelo tiene como finalidad analizar y simular las condiciones de operación del sistema, permitiendo determinar parámetros fundamentales como caudales, presiones y pérdidas de carga en cada tramo de la red. De esta manera, se busca garantizar que el diseño cumpla con los requerimientos normativos y proporcione un abastecimiento eficiente y seguro para cada una de las estructuras.

La aplicación de este modelo matemático constituye una herramienta esencial para el dimensionamiento adecuado de tuberías y accesorios, así como para prever el comportamiento hidráulico del sistema bajo diferentes condiciones de demanda. Su incorporación al diseño permitirá optimizar los recursos disponibles y mejorar la confiabilidad operativa de la red, en concordancia con los lineamientos técnicos exigidos para instalaciones de carácter industrial como las subestaciones eléctricas.

Se debe mencionar que los datos, tablas y formulas usadas para este modelado han sido obtenidas mediante la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11, Capítulo 16: Norma hidrosanitaria NHE

Para el desarrollo de los cálculos hidráulicos de la red de distribución de agua potable se recopiló la información necesaria sobre caudales, longitudes de tuberías, diámetros preliminares y pérdidas de carga. La Tabla 1 presenta los datos requeridos para el modelado matemático de la red:

Caudal Instantáneo mínimo.

El caudal instantáneo mínimo en un sistema de agua potable es el caudal requerido para satisfacer el consumo básico de una instalación en condiciones mínimas de demanda, considerando el número de aparatos sanitarios y su uso simultáneo

Tabla 4

Aportaciones dadas por los aparatos sanitarios mencionados

Norma hidrosanitario NHE Agua

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		Recomendada (m c.a.)	Mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0,30	7,0	3,0	20
Bidet	0,10	7,0	3,0	16
Calentadores / calderas	0,30	15,0	10,0	20
Ducha	0,20	10,0	3,0	16
Fregadero cocina	0,20	5,0	2,0	16
Fuentes para beber	0,10	3,0	2,0	16
Grifo para manguera	0,20	7,0	3,0	16
Inodoro con depósito	0,10	7,0	3,0	16
Inodoro con fluxor	1,25	15,0	10,0	25
lavabo	0,10	5,0	2,0	16
Máquina de lavar ropa	0,20	7,0	3,0	16
Máquina lava vajilla	0,20	7,0	3,0	16
Urinario con fluxor	0,50	15,0	10,0	20
Urinario con llave	0,15	7,0	3,0	16

Sauna, turco ó hidromasaje domésticos	1,00	15,0	10,0	25
---------------------------------------	------	------	------	----

Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción (2011)

Número Total de aparatos servidos:

Esta subestación eléctrica tendrá 3 instalaciones de 1 planta, y cada una de ellas contará con sus aparatos sanitarios:

- Taller y oficinas: 8 aparatos sanitarios
- Guardianía: 4 aparatos sanitarios
- Casa de control: 7 aparatos sanitarios

Factor “F”

Es un coeficiente correctivo introducido para refinar el cálculo de la simultaneidad en instalaciones grandes o complejas, donde el modelo simple puede subestimar el caudal. Depende de la normativa o del tipo de instalación (residencial, industrial, institucional).

- $F = 0$, según Norma Francesa NFP 41204
- $F = 1$, para edificios de oficinas y semejantes
- $F = 2$, para edificios habitacionales
- $F = 3$, hoteles, hospitales y semejantes
- $F = 4$, edificios académicos, cuarteles y semejantes
- $F = 5$, edificios e inmuebles con valores de demanda superiores

Coeficiente de simultaneidad:

Es un factor hidráulico que se utiliza en el diseño de redes de agua potable para estimar el caudal probable en función del uso simultáneo de varios aparatos

sanitarios.

En palabras simples, indica cuánta agua se necesita realmente cuando varios puntos de consumo pueden funcionar al mismo tiempo, sin sobredimensionar el sistema.

$$Ks = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F (0.04 + 0.04 \log(\log(n)))$$

Caudal Máximo Probable:

El caudal máximo probable es el caudal resultante de aplicar un coeficiente o factor de simultaneidad al caudal teórico (suma de los gastos unitarios de los aparatos sanitarios), para reflejar una condición realista de consumo.

$$Q_{mp} = Ks * \sum Q_i$$

Diámetro de la acometida:

Es la tubería inicial que lleva el agua desde la red principal (externa) hasta el sistema hidráulico interno del predio. Su función es garantizar el suministro suficiente de caudal y presión, sin pérdidas significativas ni sobredimensionamiento.

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

- D: Diámetro de la acometida
- Q: Caudal
- V: Velocidad

Diámetro Nominal:

El diámetro nominal (DN) es una medida estándar que se utiliza para identificar y clasificar tuberías, válvulas, accesorios y otros componentes en sistemas de tuberías.

No corresponde exactamente al diámetro interno o externo real de la tubería, sino que es un valor aproximado o de referencia que facilita la comunicación y estandarización entre fabricantes, ingenieros y usuarios.

Para poder dimensionar la cisterna propuesta en el diseño se deberá primero obtener cual es el consumo que estas instalaciones tendrán y además lo que buscamos con esto es poder distribuir agua al menos dos días a la subestación por lo cual influirá en el tamaño de esta cisterna. La tabla de consumo diario nos la proporciona la NEC 11:

Tabla 5

Dotación dada por tipo de edificación

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m^2 área útil /día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m^2 área útil /día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas	L/ocupante/día	350 a 800

Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción (2011)

3.4.2. Agua servida.

Este diseño tiene el fin de poder manejar la evacuación de agua servida de las instalaciones de la subestación eléctrica, para poder asegurar un correcto sistema se debe poder verificar con datos y formulas y así lograr obtener una manera de presentar la eficiencia del mismo.

Se debe entender que cada una de las baterías sanitarias con las que vayamos a trabajar va a producir un caudal, mediante la siguiente tabla podemos encontrar el caudal producido por cada batería sanitaria:

Tabla 6

Unidades de descarga y diámetros en relación al tipo de aparato sanitario

Aparato	Diámetro en pulgadas	Unidades de descarga
Bañera o tina	1/2 a 2	2 a 3
Bidé	1 1/2	2
Ducha Privada	3	2
Ducha publica	3	4
Fregadero	1 1/2	2
Inodoro	3 a 4	1 a 3
Inodoro fluxómetro	4	6
Lavaplatos	2	2
Lavadora	2	2
Lavaplatos con triturador	2	3
fuelle de agua potable	1	1 a 2
Lavamanos	1 1/2 a 2 1/2	1 a 2
Orinal	1 1/2	2
Orinal fluxómetro	3	10
Orinal de pared	2	5
Baño completo	4	3
Baño con fluxómetro	4	6

Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción (2011)

Mediante el conteo de los aparatos sanitarios en el sitio se podrá encontrar el caudal producido por esta estructura, lo podremos apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 7

Cantidad de caudal dado por las unidades

Unidades	Caudal
-----------------	---------------

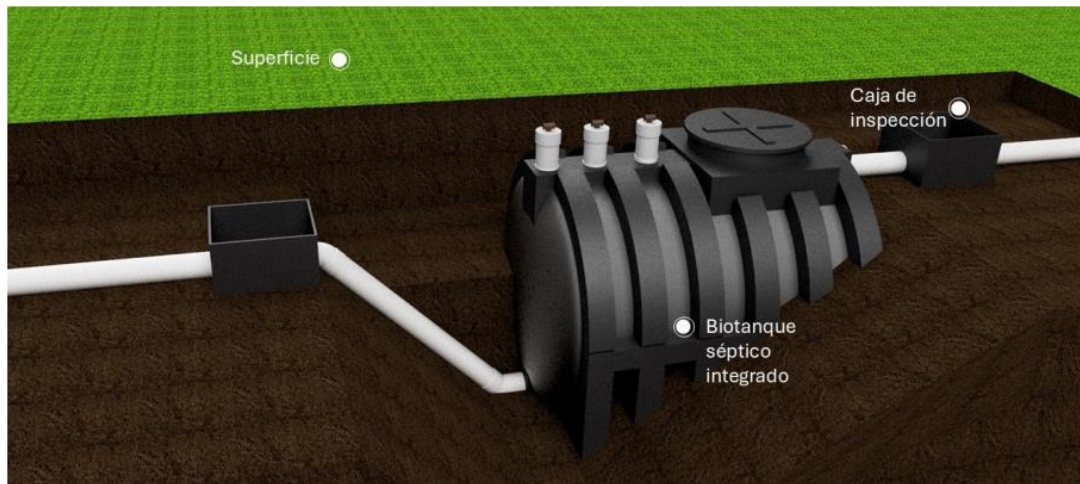
	gal/min	l/min	l/s
10	27	102	1,69
12	28,6	108,3	1,81
14	30,5	114,3	1,91
16	31,8	120,4	1,99
18	33,4	126	2,09
20	35	132,5	2,19
25	38	143,8	2,38
30	41	155,2	2,56
35	43,8	165,8	2,74
40	46,5	176	2,91
45	49	185,5	3,06
50	51,5	195	3,22
60	55	208,2	3,44
70	58,5	221,4	3,66
80	62	234,7	3,88
90	64,8	245,3	4,05
100	67,5	255,5	4,22
120	72,5	274,4	4,53

Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción (2011)

Estas aguas serán llevadas a un tanque séptico que es un sistema de tratamiento primario de aguas residuales domésticas que combina procesos físicos y biológicos anaerobios en un tanque cerrado prefabricado. Al ingresar, las aguas residuales experimentan una sedimentación donde los sólidos pesados se depositan formando lodos en el fondo y las grasas y espumas flotan en la superficie. Posteriormente, en condiciones sin oxígeno, bacterias anaerobias descomponen la materia orgánica contenida en los lodos, reduciendo su volumen y estabilizándolos. El efluente clarificado pasa finalmente a un sistema de disposición o tratamiento secundario, ya que el tanque solo realiza un pretratamiento, disminuyendo la carga contaminante, pero sin eliminarla completamente. Este sistema se caracteriza por su eficiencia mejorada respecto al tanque séptico convencional, facilidad de instalación y mantenimiento, y por ser una solución adecuada para el manejo sostenible de aguas residuales en áreas sin acceso a redes sanitarias. Se le debe dar su respectivo mantenimiento el cual dependerá de los habitantes de la zona y el tiempo.

Figura 12

Tanque séptico instalado con sus componentes



Fuente: Portal Verde (2025)

Se debe realizar el diseño del tanque, el cual se realizará de la siguiente manera:

Tiempo de retención hidráulica en días

Es el tiempo promedio que tarda un volumen de líquido en permanecer dentro de un tanque, reactor o sistema de tratamiento antes de salir. En otras palabras, es cuánto tiempo "se queda" el agua o efluente dentro del sistema para que los procesos de tratamiento (físicos, químicos o biológicos) puedan actuar sobre él.

$$Pr = 1.5 - 0.3 \log (P * q)$$

- Pr: Tiempo de retención hidráulica en días
- P: Población servida
- Q: Caudal de aporte unitario de aguas residuales

Para esto se debe hallar primero el caudal de aporte unitario de aguas residuales(q):

$$q = C * Dmf$$

- Q: Caudal de aporte unitario de aguas residuales
- C: Coeficiente de retorno, 0.8
- Dmf: Dotación media futuro

Volumen de sedimentación.

Es el espacio dentro de un tanque o cámara destinado a que las partículas sólidas suspendidas en un líquido puedan asentarse por gravedad. En sistemas de tratamiento de aguas residuales o potables, este volumen permite la separación física de sólidos para clarificar el agua antes de continuar con etapas de tratamiento posteriores.

$$V_s = 10^{-3} * (P * q) * Pr$$

- Vs: Volumen de sedimentación
- Pr: Tiempo de retención hidráulica en días
- P: Población servida
- Q: Caudal de aporte unitario de aguas residuales

Volumen de almacenamiento de lodos.

Es el espacio reservado en un tanque o sistema de tratamiento para acumular los sólidos sedimentados o decantados (lodos) que se generan durante el proceso de tratamiento de aguas residuales o agua potable. Este volumen permite almacenar el lodo sin necesidad de extracción inmediata, facilitando su manejo y mantenimiento.

$$V_d = G * P * N * 10^{-3}$$

- Vd: Volumen de almacenamiento de lodos
- G: Volumen de lodos producidos por persona y por año

- N: Intervalo de limpieza o retiro de lodos en años

Volumen de natas.

Se refiere a la cantidad o volumen de la capa flotante de sólidos y grasas que se acumulan en la superficie del tanque séptico. Esta capa es también conocida como escoria o espuma y está compuesta principalmente por materiales livianos como aceites, grasas, jabones y otros residuos que no se hunden ni se disuelven fácilmente. Tiene un valor de Vn: 0.70 m³

Volumen total.

$$V_t = V_s + V_d + V_n$$

Dimensiones del tanque.

$$A_t = \frac{V_t}{h_{asumida}}$$

$$L = \frac{A_t}{b_{asumida}}$$

Comprobación.

$$2 < \frac{L}{b} < 4$$

Tabla 8

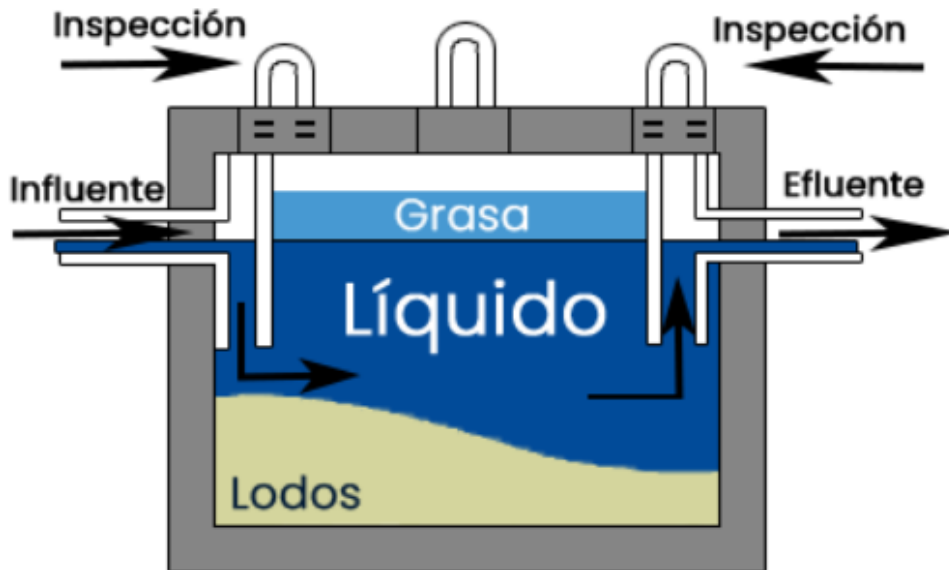
Tanques comerciales con sus respectivos datos

Capacidad nominal	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Diámetro de la tapa (mm)
1200 litros	1544	1108	1201	550
2000 litros	1976	1346	1424	550
4000 litros	1970	1900	1780	550

Fuente: Chile Green Building Council (2020)

Figura 13

Partes de un tanque séptico



Fuente: SaniPublic (2021)

3.4.3. Aguas lluvias.

Para determinar los datos que se necesita en este campo debemos partir desde obtener el caudal con el que se percibe trabajar ya que al trabajar con este tipo de agua que viene de manera irregular no se podría tener algo determinado.

Caudal

El caudal del diseño es el agua con la que vayamos a trabajar en cierta área techada, saber este dato nos ayudara a saber con cuánta agua debemos trabajar y establecer un diseño.

$$Q = C * I * A$$

Q: Caudal del diseño

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia

A: Área drenada

Mediante la tabla 7 se podrá ver la relación entre diámetros y caudales y podremos establecer el más apropiado para nuestro proyecto:

Tabla 9

Caudal que puede circular por diámetro de tubería

Φ "	Caudal en litros por segundo		
	$r = 1/4$	$r = 7/24$	$r = 1/3$
2	1,10	1,4	1,80
3	3,20	4,2	5,20
4	7,00	9,1	11,30
6	20,70	26,7	33,40
8	44,50	57,6	71,90
10	80,80	104	130,40
12	131,00	169,8	212,00

Fuente: Interagua (2015)

El caudal que baja de los techos por medio de las bajantes conectaras directamente con sus respectivas cajas de revisión.

Para el resto de terreno de la subestación se contará con sumidero, los cuales estarán conectados mediante una red de tubería y con la ayuda de pendientes distribuirla, hasta llegar a dos puntos, lo cuales hemos establecido para poder dispersar este caudal.

Primer punto de desfogue: En el sitio existen dos muros de ala(A,B), El muro de ala A trae agua lluvia de sumideros cercanos al terreno, y el muro de ala B lleva agua lluvia fuera del terreno hacia un canal abierto, se conectara estos dos puntos mediante un canal abierto para poder llevar esta agua externa más la de una parte de la subestación .

Figura 14

Vista aérea del primer punto de descarga de aguas lluvias y los muros de alas existentes

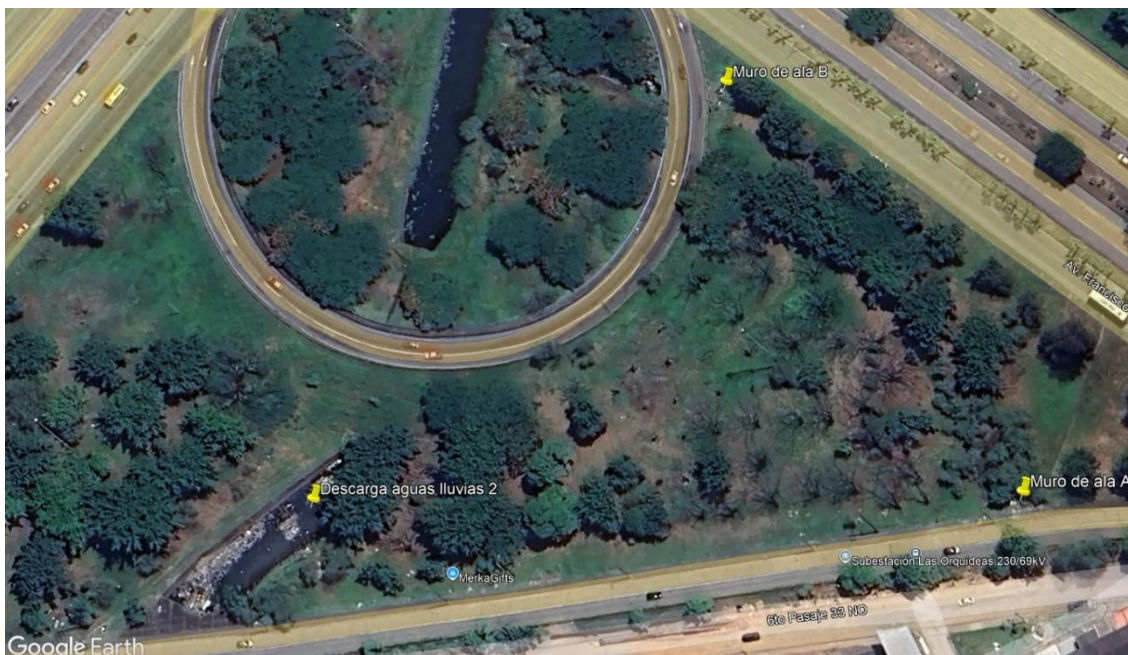


Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Segundo punto de desfogue: En el terreno se encuentra pasando un canal abierto de agua lluvia la cual nos servirá para poder expulsar ahí el agua que se encuentre en el área más lejana del primer punto. Mediante una ruta de tubería y conexiones podremos llevar el agua hasta este punto.

Figura 15

Vista aérea del segundo punto de descarga de aguas lluvias



Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

CAPÍTULO IV

PROPUESTA O INFORME

4. Presentación y análisis de resultados

4.1. Sistema de agua potable.

Para el diseño del sistema de agua potable se realizó un levantamiento detallado de la demanda hídrica basada en el análisis demográfico y las dotaciones establecidas por normativa. Se calcularon los caudales máximos diarios, horarios y de punta para dimensionar adecuadamente las tuberías y reservorios. Se aplicaron fórmulas hidráulicas como Darcy-Weisbach para determinar las pérdidas de carga en tramos largos y Hazen-Williams para redes de distribución, permitiendo seleccionar diámetros comerciales que garantizan presiones adecuadas en todos los puntos de consumo. Además, se calcularon las alturas piezométricas para evaluar las presiones estáticas y dinámicas, asegurando un sistema eficiente y con presión suficiente para evitar contaminación por retorno.

A continuación, se procederá a adjuntar las tablas con los datos obtenidos con estos cálculos.

Tabla 10

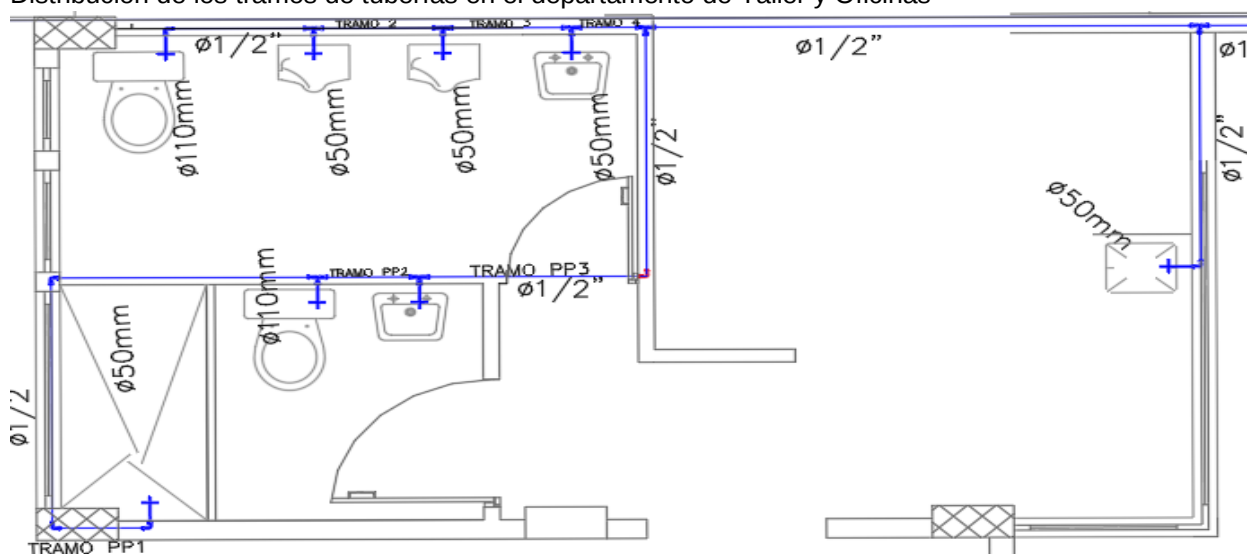
Datos obtenidos por tramos de tuberías en dicho departamento

Taller y oficinas	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo pp 2.1	Tramo pp 2.2	Tramo pp 2,3	Tramo pp1
Caudal instantáneo mínimo	0,5	0,4	0,25	0,1	0,9	0,7	0,6	1,1
Número total de aparatos servidos	4	3	2	1	7	6	5	8
Factor "F"	1	1	1	1	1	1	1	1
Simultaneidad	0,61	0,73	1	1	0,45	0,48	0,53	0,42
Caudal máximo probable (L/s)	0,31	0,29	0,25	0,1	0,41	0,34	0,32	0,46
Caudal máximo probable (m ³ /s)	0,00031	0,00029	0,00025	0,0001	0,00041	0,00034	0,00032	0,00046
Diámetro calculado (m)	0,019	0,018	0,017	0,01	0,022	0,02	0,019	0,23
Diámetro calculado (mm)	19	18	17	10	22	20	19	23
Diámetro nominal (mm)	32	32	32	20	32	32	32	32

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Figura 16

Distribución de los tramos de tuberías en el departamento de Taller y Oficinas



Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Tabla 11

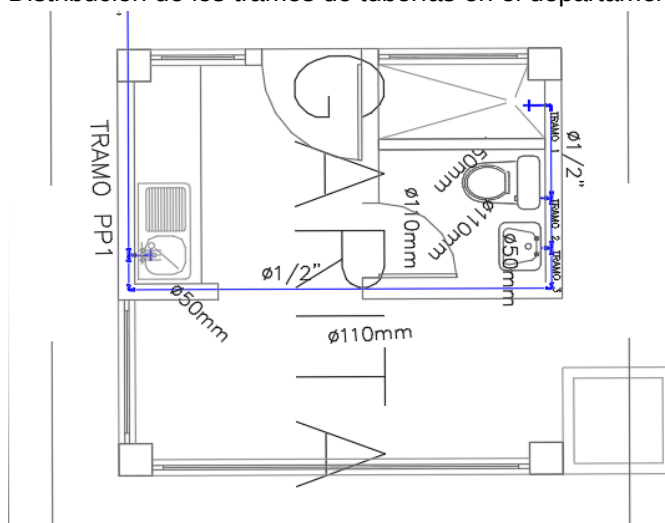
Datos obtenidos por tramos de tuberías en dicho departamento

Guardianía	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo pp pp1
Caudal instantáneo mínimo	0,4	0,2	0,1	0,6
Número total de aparatos servidos	3	2	1	4
Factor "F"	1	1	1	1
Simultaneidad	0,73	1	1	0,61
Caudal máximo probable (L/s)	0,29	0,2	0,1	0,37
Caudal máximo probable (m ³ /s)	0,00029	0,0002	0,0002	0,00037
Diámetro calculado (m)	0,016	0,013	0,009	0,018
Diámetro calculado (mm)	16	13	9	18
Diámetro nominal (mm)	20	20	20	32

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Figura 17

Distribución de los tramos de tuberías en el departamento de Guardianía



Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Tabla 12

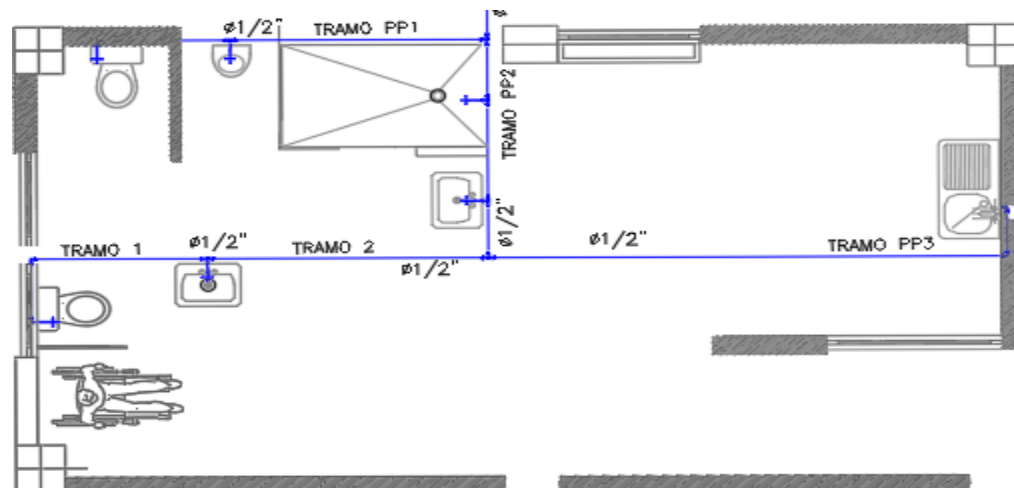
Datos obtenidos por tramos de tuberías en dicho departamento

Casa de control	Tramo 1	Tramo 2	Tramo pp 3	Tramo pp 2.2	Tramo pp 2.1	Tramo pp 1.2	Tramo pp 1.1
Caudal instantáneo mínimo	0,2	0,1	0,4	0,5	0,6	0,7	0,95
Número total de aparatos servidos	2	1	3	5	4	7	6
Factor "F"	1	1	1	1	1	1	1
Simultaneidad	1	1	0,73	0,53	0,61	0,45	0,48
Caudal máximo probable (L/s)	0,2	0,1	0,29	0,27	0,37	0,32	0,46
Caudal máximo probable (m ³ /s)	0,0002	0,0001	0,00029	0,00027	0,00037	0,00032	0,00046
Diámetro calculado (m)	0,0013	0,009	0,016	0,015	0,018	0,017	0,02
Diámetro calculado (mm)	13	9	16	15	18	17	20
Diámetro nominal (mm)	20	20	20	20	32	32	32

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

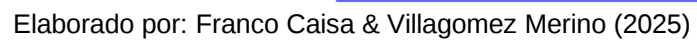
Figura 18

Distribución de los tramos de tuberías en el departamento Casa de control



Elaborado por: Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

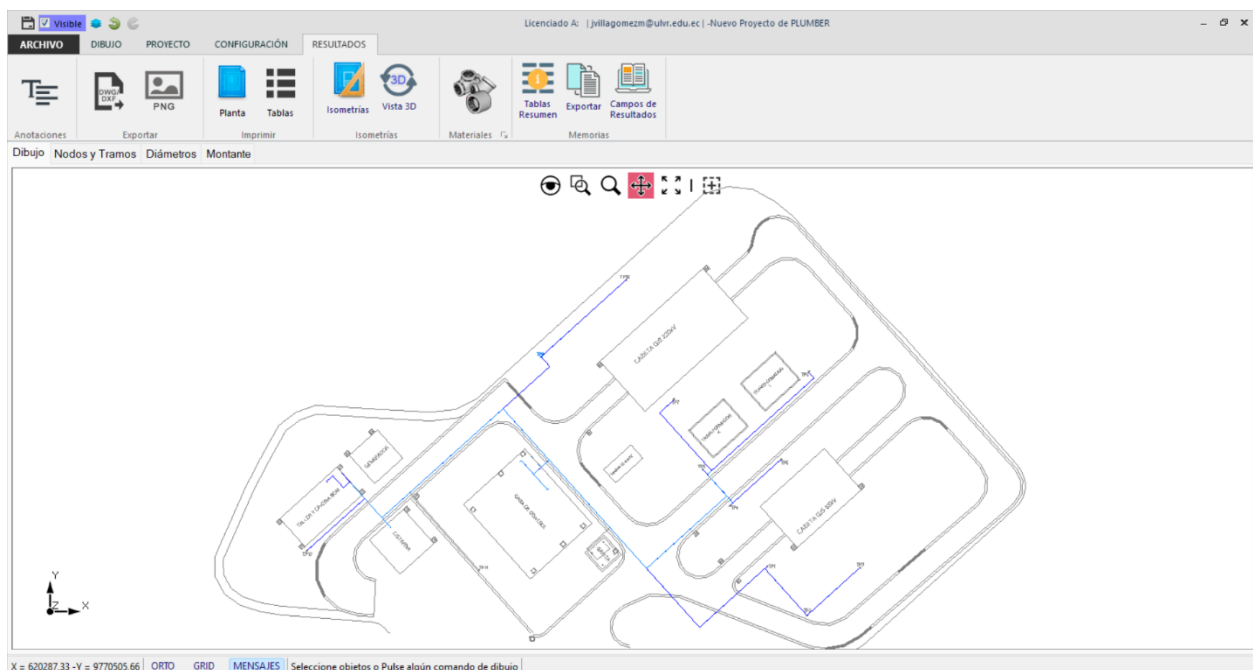
Diseño de red de aguas potable en el sector



De igual manera se trabajó mediante un programa el cual ayuda obteniendo datos mediante simulación este es PLUMBER, sirve para hacer simulaciones en diseños de redes de agua potable. Se debe ingresar datos del terreno y también la cantidad de baterías sanitarias que van a necesitar ser abastecidas con esta agua y asegurar su correcta distribución tomando en cuenta los accesorios que se van a tomar en cuenta para las instalaciones de las tuberías como por ejemplo codos.

Figura 20

Simulación hecha en el programa PLUMBER (Diseño de sistemas de agua potable)



Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Se puede apreciar cómo se va a distribuir la red de agua potable, tomando en cuenta que esta estructura necesita de grifos para poder darle limpieza a los aparatos que se encuentran en el sector y en las tres estructuras que se encuentran en el lugar se toma en cuenta la cantidad de agua potable requerida por estación y gracias al programa podemos obtener diámetros de la tubería necesarios para una correcta presión de las mismas, las cuales coinciden con las medidas que ya teníamos establecidas por norma. A continuación, adjunto los datos obtenidos con el programa.

Figura 21

Datos obtenidos gracias al programa PLUMBER

Ver

Ver

Ver

Ver

ARCHIVO

DIBUJO

PROYECTO

CONFIGURACIÓN

RESULTADOS

Dibujo

Nodos y Tramos

Diámetros

Montante

Tabla de Nodos

Etiqueta	Tipo	Presión AF [mH2O]	Presión Salida AF [mH2O]
llegada mont.		10,00	0,00
N3		9,93	0,00
N4		7,45	0,00
N5		9,88	0,00
lma1		7,25	-4,16
un1		6,26	-5,24
un2		5,43	-6,07
N13		8,22	0,00
N14		7,57	0,00
N15		5,62	0,00
N16		4,15	0,00
N17		4,10	0,00
N18		3,33	0,00
wc5		5,70	-5,27
lma5		5,82	-5,59
fre3		6,14	-5,16

Tablas de Tuberías (Agua Fría/Caliente)

Nodo Inicial	Nodo Final	DN [mm]	Longitud [m]	Longitud Equivalente [m]	Longitud Total [m]	Gasto [l/s]	Pérdida Total [mH2O]	Presión Inicio [mH2O]	Presión Fin [mH2O]
llegada mont.	N3	63,50	3,12	0,10	3,22	3,80	0,07	10,00	9,93
N3	N5	63,50	5,91	0,10	6,01	2,34	0,05	9,93	9,88
N4	lma1	25,40	0,45	0,10	0,55	1,94	0,20	7,45	7,25
lma1	un1	19,05	0,58	0,20	0,78	1,90	0,99	7,25	6,26
un1	un2	19,05	0,73	0,10	0,83	1,67	0,83	6,26	5,43
un2	wc1	12,70	1,20	0,30	1,50	0,20	0,11	5,43	5,32
N4	lma2	25,40	3,50	0,20	3,70	0,39	0,07	7,45	7,38
lma2	wc2	19,05	0,68	0,20	0,88	0,32	0,04	7,38	7,34
wc2	duc1	19,05	3,93	0,30	4,23	0,20	0,08	7,34	7,26
N5	mng1	19,05	17,74	0,20	17,94	0,20	0,35	9,88	-0,97
N3	N13	50,80	37,35	0,20	37,55	3,28	1,71	9,93	8,22
N13	mng2	19,05	17,43	0,30	17,73	0,42	1,37	8,22	6,85
mng2	mng3	19,05	26,29	0,10	26,39	0,20	0,52	6,85	6,34
N13	N14	50,80	15,84	0,10	15,94	3,10	0,65	8,22	7,57
N14	N22	38,10	2,46	0,20	2,66	2,01	0,14	7,57	7,42
N22	un3	19,05	2,58	0,20	2,78	1,67	2,77	7,42	4,65
un3	wc3	12,70	0,93	0,20	1,13	0,20	0,08	4,65	4,57
N22	duc2	19,05	0,44	0,20	0,64	0,47	0,06	7,42	7,36
duc2	lma3	19,05	0,97	0,10	1,07	0,42	0,08	7,36	7,28
lma3	wc4	12,70	2,00	0,20	2,20	0,20	0,16	6,89	6,72
N5	fre2	25,40	1,02	0,20	1,22	2,23	0,57	9,88	9,31
fre2	N4	25,40	4,10	0,10	4,20	2,16	1,86	9,31	7,45
N14	N32	38,10	20,85	0,20	21,05	1,28	0,50	7,57	7,07
N32	fre3	19,05	10,33	0,30	10,63	0,45	0,93	7,07	6,14

Elaborador por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Figura 22

Datos obtenidos gracias al programa PLUMBER

Visible

ARCHIVO

DIBUJO

PROYECTO

CONFIGURACIÓN

RESULTADOS

Diagrama

Nodos y Tramos

Diámetros

Montante

Tabla de Nodos

	Etiqueta	Tipo	Presión AF [mH2O]	Presión Salida AF [mH2O]
	llegada mont.		10,00	0,00
	N3		9.93	0.00
	N4		7.45	0.00
	N5		9.88	0.00
	lma1		7.25	-4.16
	un1		6.26	-5.24
	un2		5.43	-6.07
	N13		8.22	0.00
	N14		7.57	0.00
	N15		5.62	0.00
	N16		4.15	0.00
	N17		4.10	0.00
	N18		3.33	0.00
	wc5		5.70	-5.27
	lma5		5.82	-5.59
	fre3		6.14	-5.16

Tablas de Tuberías (Agua Fría/Caliente)

	Nodo Inicial	Nodo Final	DN [mm]	Longitud [m]	Longitud Equivalente [m]	Longitud Total [m]	Gasto [l/s]	Pérdida Total [mH2O]	Presión Inicio [mH2O]	Presión Fin [mH2O]
	lma4	wc4	12.70	2.00	0.20	2.20	0.20	0.16	6.89	6.72
	N5	fre2	25.40	1.02	0.20	1.22	2.23	0.57	9.88	9.31
	fre2	N4	25.40	4.10	0.10	4.20	2.16	1.86	9.31	7.45
	N14	N32	38.10	20.85	0.20	21.05	1.28	0.50	7.57	7.07
	N32	fre3	19.05	10.33	0.30	10.63	0.45	0.93	7.07	6.14
	fre3	lma5	19.05	4.42	0.30	4.72	0.39	0.32	6.14	5.82
	lma5	wc5	12.70	0.46	0.20	0.66	0.32	0.12	5.82	5.70
	wc5	duc3	12.70	0.87	0.10	0.97	0.20	0.07	5.70	5.63
	N32	N15	25.40	12.56	0.20	12.76	1.04	1.45	7.07	5.62
	N15	N16	25.40	24.76	0.10	24.86	0.73	1.47	5.62	4.15
	N16	N17	25.40	2.11	0.10	2.21	0.42	0.05	4.15	4.10
	N17	mng4	19.05	0.99	0.20	1.19	0.20	0.02	4.10	4.08
	N17	mng5	19.05	14.93	0.20	15.13	0.20	0.30	4.10	3.80
	N15	mng6	25.40	38.40	0.30	38.70	0.53	1.27	5.62	4.35
	mng6	mng7	19.05	14.44	0.20	14.64	0.42	1.13	4.35	3.22
	mng7	mng8	19.05	16.33	0.10	16.43	0.20	0.32	3.22	2.90
	N16	N18	19.05	6.64	0.20	6.84	0.53	0.81	4.15	3.33
	N18	mng9	19.05	1.56	0.10	1.66	0.20	0.03	3.33	3.30
	N18	N36	19.05	1.30	0.10	1.40	0.42	0.11	3.33	3.22
	N36	mng10	19.05	22.31	0.20	22.51	0.20	0.44	3.22	2.78
	N36	mng11	19.05	33.61	0.20	33.81	0.20	0.66	3.22	2.56
	lma3	N38	19.05	0.95	0.10	1.05	0.39	0.07	7.28	7.21
	N38	fre1	12.70	5.23	0.30	5.53	0.20	0.41	7.21	6.80
	N38	lma4	12.70	2.78	0.20	2.98	0.25	0.32	7.21	6.89

Elaborador por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

En los resultados presentados del programa “Plumber”, se observa la Tabla de Nodos y la Tabla de Tuberías. En la primera se detalla la presión de agua fría disponible en distintos puntos de la red, evidenciando cómo esta disminuye a medida que se avanza desde la llegada del montante (10 m.c.a.) hacia los nodos más

alejados, algunos llegando incluso a presiones negativas, lo que indica pérdida significativa de carga o falta de presión suficiente en esos tramos. En la segunda tabla se muestran las características hidráulicas de cada tramo de tubería, incluyendo el diámetro nominal (DN), longitud real y equivalente, caudales de diseño, así como las pérdidas de carga totales y las presiones de inicio y fin en cada tramo. Estos resultados permiten analizar el comportamiento de la red, identificar sectores con caídas críticas de presión y evaluar si el diseño cumple con las condiciones mínimas de servicio.

4.2. Sistema aguas servidas.

Para el diseño del sistema de aguas servidas, se realizó inicialmente un levantamiento planimétrico y arquitectónico de la subestación eléctrica “Las Orquídeas”, identificando la ubicación de los aparatos sanitarios y los puntos de descarga. Con esta información, se definió la red interna de evacuación, dimensionando las tuberías de acuerdo con el caudal probable de diseño y las pendientes mínimas establecidas por la normativa ecuatoriana vigente. Se establecieron las rutas más eficientes para la conducción de las aguas residuales, considerando la topografía del terreno y el punto de conexión al sistema de disposición final. Dado que el área de implantación no cuenta con una red pública de alcantarillado sanitario, se proyectó un sistema de tratamiento mediante tanque séptico, diseñado para realizar la sedimentación y degradación biológica de la materia orgánica, complementado con un pozo de absorción para la infiltración del efluente tratado en el terreno. El tanque fue dimensionado según el número de usuarios y el volumen estimado de aguas residuales generadas, asegurando un tiempo de retención hidráulica suficiente para el tratamiento primario, en cumplimiento con los criterios técnicos establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y las guías técnicas del MAATE, priorizando la eficiencia operativa, durabilidad y facilidad de mantenimiento del sistema.

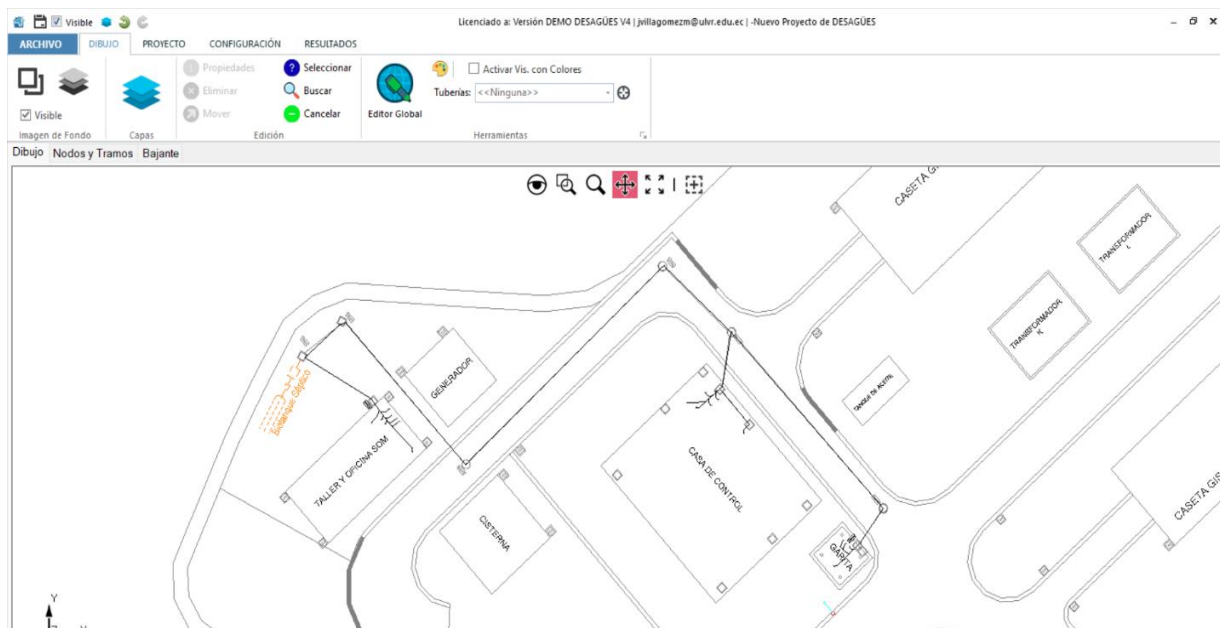
Considerando las condiciones del proyecto clima cálido, un total de ocho habitantes y un tanque séptico de 2000 litros, se estima que la extracción de lodos debe realizarse cada 18 a 24 meses para mantener la eficiencia del tratamiento. Esta periodicidad responde a que, en ambientes cálidos, la degradación de la materia

orgánica es más rápida pero también se produce un mayor volumen de sedimentos, lo que reduce el tiempo de retención hidráulica. Se recomienda realizar una inspección anual del nivel de lodos y programar la limpieza cuando estos alcancen aproximadamente el 50 % de la capacidad de la cámara de sedimentación, con el fin de evitar el arrastre de sólidos hacia el pozo de absorción y prolongar la vida útil del sistema.

Para asegurar un sistema más eficiente y que sea factible se realizó una simulación mediante un programa llamado “DESAGÜES” el cual nos ayuda con la obtención de datos del sistema mediante la simulación ejecutada mediante este software, a continuación, se adjunta la simulación realizada.

Figura 23

Simulación hecha en el programa DESAGÜES (Diseño de sistema de agua residual)



Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Figura 24

Datos de tramos obtenidos gracias al programa DESAGÜES

Visible

ARCHIVO

DIBUJO

PROYECTO

CONFIGURACIÓN

RESULTADOS

Imagen de Fondo

Capas

Visible

Propiedades

Eliminar

Mover

Selección

Buscar

Cancelar

Activar Vis. con Colores

Tuberías: <<Ninguna>>

Editor Global

Herramientas

Dibujo

Nodos y Tramos

Bajante

Nodos en Instalación

Etiqueta	Tipo
N1	
N2	
N3	
N4	
N5	
N6	
N7	
N8	
N9	
N10	
duc1	
wct1	
wct2	
un1	

Tramos en Instalación

Nodo Final	Nodo Inicial	Longitud [m]	Pieza	UD's Pieza	UD's Tramo	Diámetro Nominal [mm]
N12	N11	0.85		0.00	34.00	110.00
N13	N12	23.83		0.00	34.00	110.00
N14	N13	36.21		0.00	34.00	110.00
N16	N14	12.24		0.00	34.00	110.00
N15	N16	6.84		0.00	23.00	110.00
Ima3	N17	1.62	Lavamanos	2.00	2.00	50.00
N17	N18	0.55		0.00	6.00	110.00
N18	N19	0.57		0.00	8.00	110.00
N19	N20	0.64		0.00	12.00	110.00
N21	N15	0.40		0.00	23.00	110.00
fre2	N21	7.44	Fregadero	2.00	2.00	50.00
wct3	N17	2.53	WC Con Tanque	4.00	4.00	110.00
Ima4	N18	0.95	Lavamanos	2.00	2.00	50.00
wct4	N19	1.10	WC Con Tanque	4.00	4.00	110.00
duc2	N20	0.99	Ducha	3.00	3.00	50.00
N22	N21	0.57		0.00	21.00	110.00
N20	N22	0.18		0.00	15.00	110.00
un3	N22	0.32	Urinario	6.00	6.00	75.00
N23	N16	35.19		0.00	11.00	110.00

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Figura 25

Datos de tramos obtenidos gracias al programa DESAGÜES

Visible

ARCHIVO

DIBUJO

PROYECTO

CONFIGURACIÓN

RESULTADOS

Imagen de Fondo

Capas

Propiedades

Eliminar

Mover

Selección

Buscar

Cancelar

Editor Global

Activar Vis. con Colores

Tuberías:

<<Ninguna>>

Herramientas

rs

Dibujo

Nodos y Tramos

Bajante

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Figura 26

Datos de tramos obtenidos gracias al programa DESAGÜES

The screenshot shows the DESAGÜES software interface. At the top, there are tabs for 'ARCHIVO', 'DIBUJO', 'PROYECTO', 'CONFIGURACIÓN', and 'RESULTADOS'. Below these are various tool icons and a 'Tuberías' dropdown menu. The main area is divided into two panels. The left panel, titled 'Nodos en Instalación', contains a table with columns 'Etiqueta' and 'Tipo'. The right panel, titled 'Tramos en Instalación', contains a table with columns: 'Nodo Final', 'Nodo Inicial', 'Longitud [m]', 'Pieza', 'UD's Pieza', 'UD's Tramo', and 'Diámetro Nominal [mm]'. The 'Tramos en Instalación' table lists 12 segments of the sewer network, including nodes N1 through N12, various pipe pieces like 'Ducha', 'WC Con Tanque', 'Lavamanos', 'Fregadero', and 'Urinario', and their respective lengths and diameters.

Nodos en Instalación		Tramos en Instalación						
Etiqueta	Tipo	Nodo Final	Nodo Inicial	Longitud [m]	Pieza	UD's Pieza	UD's Tramo	Diámetro Nominal [mm]
N1		N2	N1	10,20		0,00	29,00	110,00
N2		N3	N2	1,81		0,00	29,00	110,00
N3		duc1	N3	1,96	Ducha	3,00	3,00	50,00
N4		N4	N3	0,32		0,00	26,00	110,00
N5		wc1	N4	1,13	WC Con Tanque	4,00	4,00	110,00
N6		N5	N4	0,51		0,00	22,00	110,00
N7		wc2	N5	0,72	WC Con Tanque	4,00	4,00	110,00
N8		N6	N5	0,32		0,00	18,00	75,00
N9		un1	N6	1,09	Urinario	6,00	6,00	75,00
N10		N7	N6	0,43		0,00	12,00	75,00
duc1		lma1	N7	0,59	Lavamanos	2,00	2,00	50,00
wc1		N8	N7	0,36		0,00	10,00	75,00
wc2		un2	N8	1,17	Urinario	6,00	6,00	75,00
un1		N9	N8	0,44		0,00	4,00	50,00
		lma2	N9	1,25	Lavamanos	2,00	2,00	50,00
		N10	N9	4,03		0,00	2,00	50,00
		fre1	N10	0,51	Fregadero	2,00	2,00	50,00
		N11	N1	6,17		0,00	34,00	110,00
		N12	N11	0,85		0,00	34,00	110,00

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

En esta segunda captura de resultados del programa DESAGÜES, se presentan los Nodos en Instalación junto con los Tramos en Instalación. En la primera tabla se listan los nodos que representan puntos de conexión a distintos artefactos sanitarios (ducha, inodoro con tanque, urinario, lavamanos, fregadero, entre otros). En la segunda tabla se detalla la longitud de cada tramo de tubería, el artefacto sanitario asociado, las unidades de descarga asignadas por pieza y por tramo, así como el diámetro nominal de la tubería en milímetros. Se aprecia que el software asigna diámetros de 50, 75 y 110 mm dependiendo del tipo de aparato y el caudal esperado, garantizando así la capacidad hidráulica necesaria para la evacuación. Estos resultados permiten verificar si las dimensiones de la red de desagüe cumplen con los criterios de diseño y normativas aplicables.

Tabla 13

Tramos obtenidos en el programa DESAGÜES en español

Nodo Final	Nodo Inicial	Pieza	Longitud (m)	Cota Inicial	Cota final
N1	N2		10,25	15	14,7
N2	N3		104	15,2	15,1
N4	N5		0,6	15,2	15,1
N5	DUC1	Ducha	116	15,2	15,1

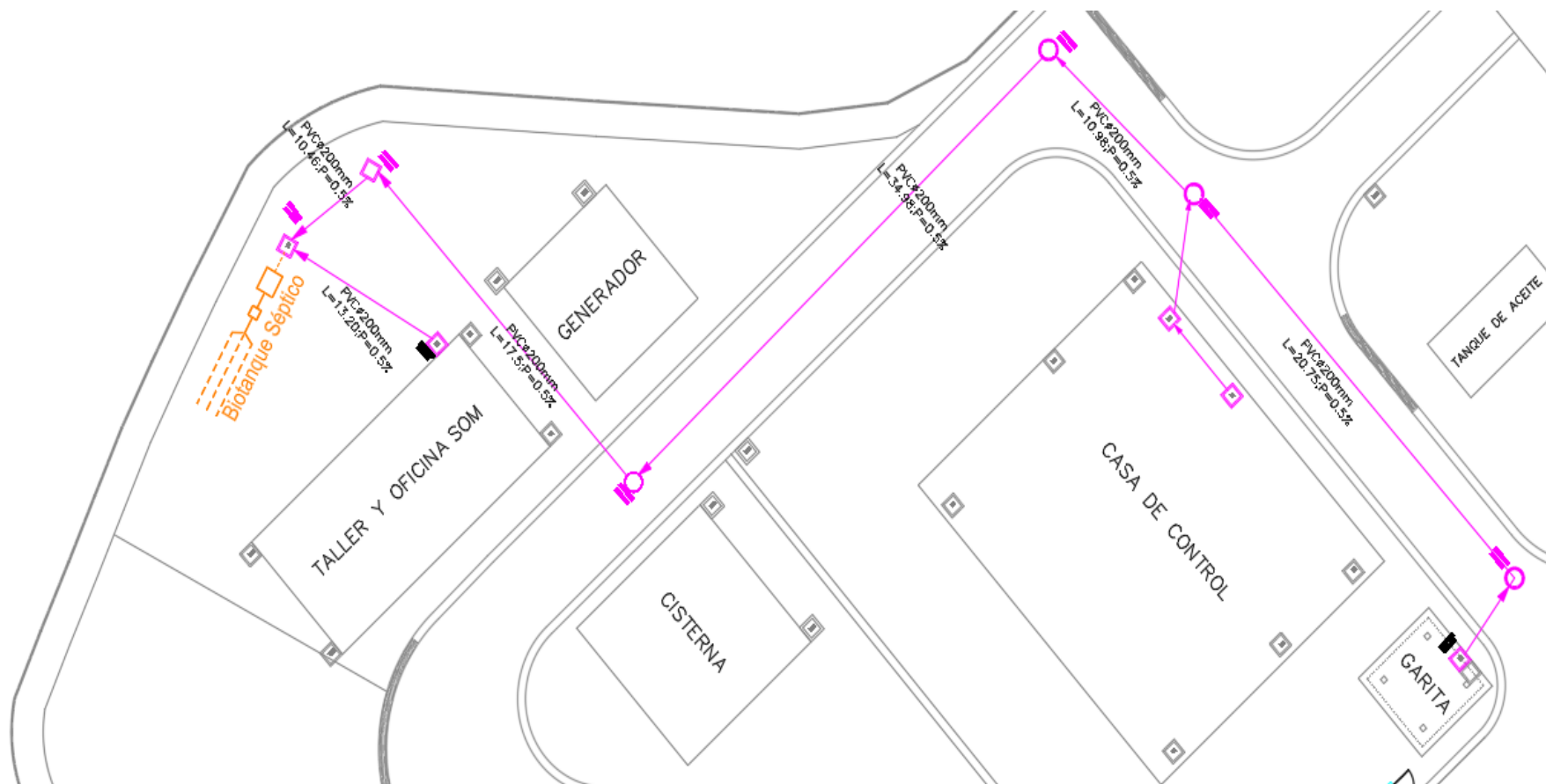
N7	WTC1	WC con tanque	0,3	15,2	15,1
N4	N6		0,57	15,2	15,1
N6	N8		0,45	15,2	15,1
N6	N9		0,57	15,2	15,1
N9	N10		6	15,2	15,1
N10	WCT2	WC con tanque	85	15,2	15,1
N9	N11		0,75	15,2	15,1
N11	N12		0,42	15,2	15,1
N12	URI1	Urinario	0,75	15,2	15,1
N11	N13		45	15,2	15,1
N13	N14		0,59	15,2	15,1
N14	LMA1	Lavamanos	0,81	15,2	15,1
N13	N15		0,32	15,2	15,1
N15	N16		0,45	15,2	15,1
N16	URI2	Urinario	0,69	15,2	15,1
N15	N17		0,76	15,2	15,1
N17	N18		0,44	15,2	15,1
N18	LMA2	Lavamanos	0,7	15,2	15,1
N17	N19		3,22	15,2	15,1
N19	FRE1	Fregadero	8	15,2	15,1
N20	N21		10,8	14,65	14,6
N22	N23		7,3	14,7	14,67
N23	N24		13,05	14,78	14,72
N24	N25		20,75	14,9	14,8
N25	N26		7,7	15,3	14,95
N24	N27		5,4	15,7	15,5
N28	N29		0,3	15,7	15,5
N29	N30		0,72	15,7	15,5
N30	N31		2,11	15,7	15,5
N31	FRE2	Fregadero	87	15,7	15,5
N30	N32		0,53	15,7	15,5
N32	N33		0,36	15,7	15,5
N33	N34		0,5	15,7	15,5
N34	DUC2	Ducha	1,13	15,7	15,5
N30	N31		2,11	15,7	15,5
N31	FRE2	Fregadero	87	15,7	15,5
N30	N32		0,53	15,7	15,5
N32	N33		0,36	15,7	15,5
N33	N34		0,5	15,7	15,5
N34	DUC2	Ducha	1,13	15,7	15,5
N35	WTC3	WC con tanque	8	15,7	15,5
N36	N37		0,21	15,7	15,5
N37	LMA3	Lavamanos	0,5	15,7	15,5
N38	N39		2,19	15,7	15,5

N39	FRE3	Fregadero	2,61	15,7	15,5
N40	N41		235	15,7	15,5
N41	LMA4	Lavamanos	0,62	15,7	15,5
N42	WCT4	WC con tanque	2,2	15,7	15,5
N43	N44		0,9	15,7	15,5
N44	LMA5	Lavamanos	116	15,15	15,1
N45	N46		0,97	15,15	15,1
N46	WCT5	WC con tanque	1,1	15,15	15,1
N47	N48		0,63	15,15	15,1
N48	DUC3	Ducha	1,21	15,15	15,1
N49	URI3	Urinario	0,36	15,15	15,1

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Figura 27

Diseño de red de agua servida en el sector



Elaborado por: Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Diseño de un tanque séptico

$$Pr = 1.5 - 0.3 \cdot \log(P \cdot q)$$

$$Pr = 1.5 - 0.3 \cdot \log(8 \cdot 1600)$$

$$Pr = 0.27$$

$$q = C \cdot Dmf$$

$$q = 0.8 \cdot 2000$$

$$q = 1600 \text{ L/hab} \cdot \text{día}$$

Volumen de sedimentación= Vs

$$Vs = 10^{-3} \cdot (P \cdot q) \cdot Pr$$

$$Vs = 10^{-3} \cdot (8 \cdot 1600) \cdot 0.27$$

$$Vs = 3.46 \text{ m}^3$$

Volumen de almacenamiento de lodos= Vd

$$Vd = G \cdot P \cdot N \cdot 10^{-3}$$

$$Vd = 40 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 10^{-3}$$

$$Vd = 0.70 \text{ m}^3$$

Volumen de Natas = 0,70 m^3

Volumen total del tanque

$$Vt = Vs + Vd + Vn$$

$$V_t = 3,46 + 0,32 + 0,7$$

$$V_t = 4,48$$

4.3. Sistema de aguas pluviales.

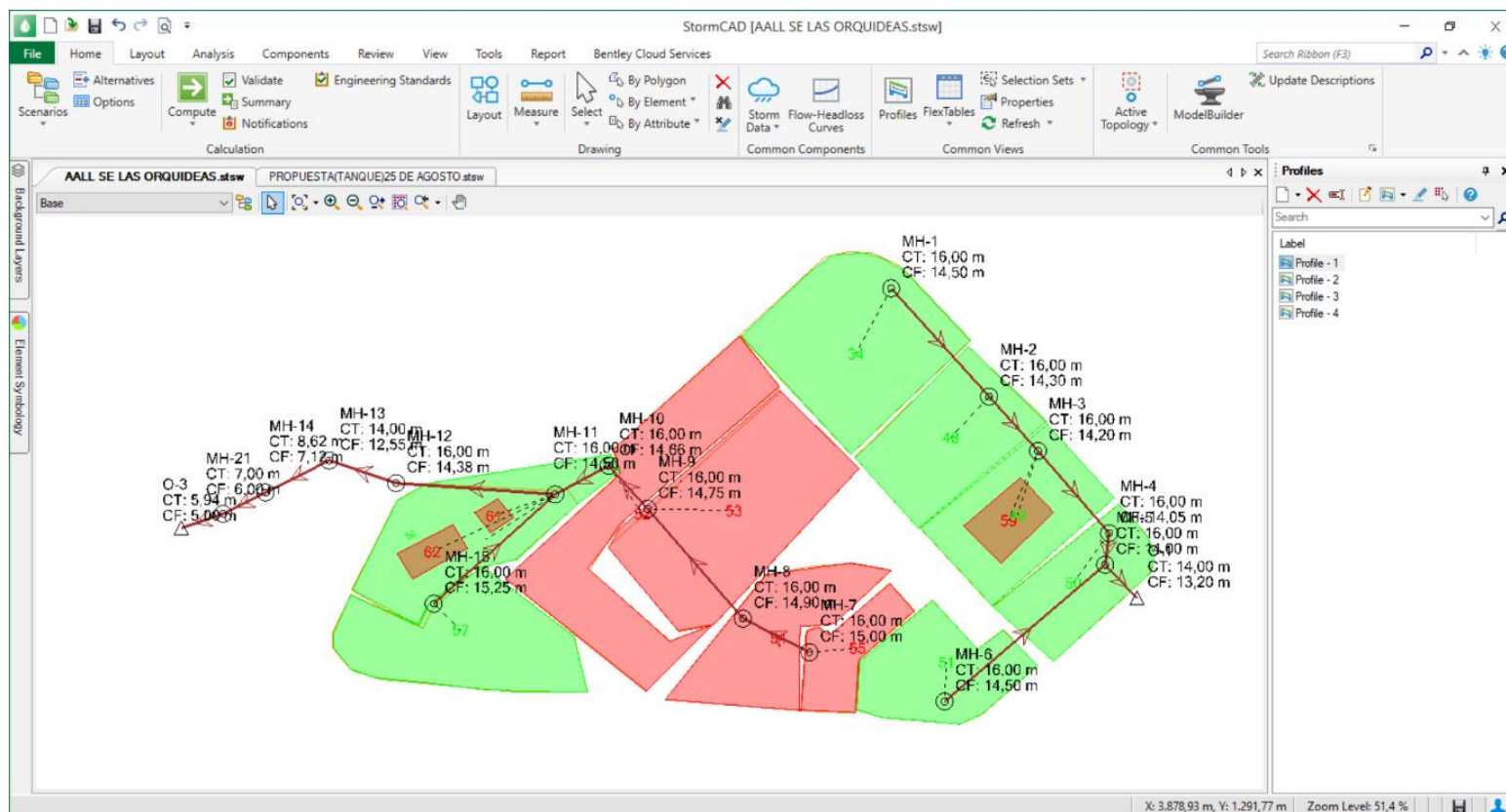
Para obtener el diseño del sistema de aguas pluviales, se inició determinando el área drenada de las superficies expuestas, seguido de la asignación del coeficiente de escorrentía según el tipo de material y su impermeabilidad. Posteriormente, se calculó la intensidad de precipitación a partir de datos pluviográficos, considerando el periodo de retorno y la duración del evento, con el fin de estimar el caudal máximo de escorrentía mediante el método racional. Con este caudal, se procedió al dimensionamiento de los elementos del sistema, incluyendo colectores horizontales, bajantes y sumideros, considerando el material de las tuberías, la pendiente adecuada y la capacidad hidráulica necesaria para garantizar el transporte eficiente del agua. Finalmente, se definió la disposición de cada componente para asegurar que la captación, conducción y descarga de las aguas lluvias se realice sin riesgo de acumulación o inundación en la infraestructura.

La presentación deberá corresponder a las técnicas de análisis de la metodología utilizada. Es importante la presentación ordenada de los resultados según los instrumentos utilizados, pudiendo representarse mediante planos.

Se utilizó el programa “Stormcad” para simular nuestro diseño y verificar si los valores establecidos en el mismo funcionarían de manera adecuada, obviamente se registró los datos existentes del terreno como la topografía y nivel de lluvia del sector tomando en cuenta las redes de agua lluvia que hay en el sector.

Figura 28

Sistema de agua pluvial en (STORMCAD)



Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

La simulación realizada es arrojo los siguientes datos los cuales nos ayudan a un mejor entendimiento de los valores que van a tener dichos tramos por los que va a circular esta agua lluvia.

Tabla 14

Datos obtenidos de STORMCAD

ID	ETIQUETA	CAMARA INICIAL	INVERT INICIAL (m)	CAMARA FINAL	INVERT FINAL (m)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (m/km)	DIÁMETRO (mm)	COEFICIENTE DE MANNING	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	CALADO (m)
37	CO-1	MH-1	14,5	MH-2	14,43	32,7	6,1	315	0,01	12,87	0,96	0,11
39	CO-2	MH-2	14,3	MH-3	14,2	16,4	6,1	315	0,01	21,25	1,1	0,14
41	CO-3	MH-3	14,2	MH-4	140,5	24,4	6,2	350	0,01	34,77	1,26	0,15
43	CO-4	MH-4	14,05	MH-5	14	7,1	7	350	0,01	40,78	1,38	0,15
45	CO-5	MH-5	14	O-1	13,2	10,3	77,6	400	0,01	47,72	3,36	0,07
47	CO-6	MH-6	14,5	MH-5	14,35	47,3	3,2	250	0,01	6,94	0,65	0,07
71	CO-7	MH-7	15	MH-8	14,9	16,7	6	100	0,01	9,13	1,16	0,14
73	CO-8	MH-8	14,9	MH-9	14,75	32,6	4,6	250	0,01	29,55	1,1	0,19
75	CO-9	MH-9	14,75	MH-10	14,66	13	6,9	400	0,01	69,14	1,58	0,22
77	CO-10	MH-10	14,66	MH-11	14,5	13,6	11,8	450	0,01	103,57	2,12	0,24
79	CO-11	MH-11	14,5	MH-12	14,38	35,8	3,4	500	0,01	127,52	1,41	0,23
81	CO-12	MH-12	14,38	MH-13	12,55	15,8	155,5	500	0,01	127,52	5,02	0,1
83	CO-13	MH-13	12,55	MH-14	7,12	16	339,3	500	0,01	127,52	7,33	0,07
85	CO-14	MH-15	15,25	MH-11	14,8	36,7	12,3	150	0,01	10,24	1,22	0,07
106	CO-17	MH-21	6	O-3	5	9,9	100,7	500	0,013	127,52	3,97	0,12
109	CO-18	MH-14	7,12	MH-21	6	10,6	105,6	500	0,013	127,52	4,04	0,11

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Tabla 15

Datos obtenidos de STORMCAD

CAPACIDAD CAUDAL (L/s)	FLUJO/CAPACIDAD (L/S)	CALADO/DIÁMETRO (%)
11,9	11,5	22,9
111,67	19	29,6
148,76	23,4	32,9
158,67	25,7	34,6
754,35	6,3	17
43,51	16	27
5,19	175,9	16
52,43	56,4	53,7
224,91	30,7	38
402,27	25,7	34,6
284,24	44,9	46,9
1668,3	7,6	18,7
2859,23	4,5	14,4
21,93	46,7	48
1198,13	10,6	22
1226,75	10,4	21,8

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Tabla 16

Tabla de coeficientes de rugosidad, tiempo de concentración y caudal

ID	ETIQUETA	CAMARA	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (HORAS)	CAUDAL (L/S)
34	34	MH-1	0,3	10	12,87
48	48	MH-2	0,3	10	8,38
49	49	MH-3	0,3	10	8,51
50	50	MH-4	0,3	10	60,1
51	51	MH-6	0,3	10	6,94
52	52	MH-10	0,8	10	34,44
53	53	MH-9	0,8	10	39,6
54	54	MH-8	0,8	10	20,42
55	55	MH-7	0,8	10	9,13
56	56	MH-11	0,3	10	10,41
57	57	MH-15	0,3	10	10,24
59	59	MH-3	0,8	10	5,02
61	61	MH-11	0,8	10	0,91
62	62	MH-11	0,8	10	2,42

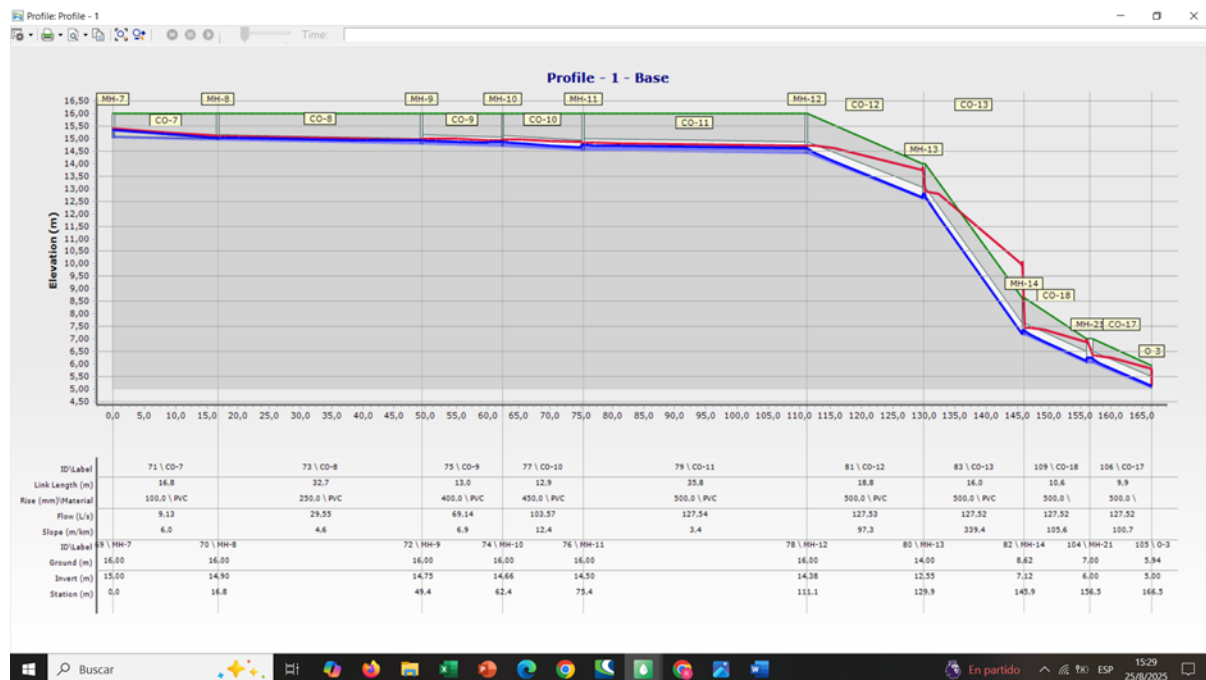
Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

A continuación, se precedió a indicar los perfiles de los tramos establecidos para la circulación del agua lluvia, en los cuales se puede identificar las cuotas y el abastecimiento total que podría abordar un sumidero y no se va ahogar o estancar de agua debido a los datos obtenidos del proyecto. Se lo dividió en 4 tramos ya que el proyecto va a contar con dos lugares para deshacerse del caudal y cada una contara con dos tramos.

Se debe tomar en cuenta que mediante las líneas se puede identificar el nivel del agua por el que va a pasar por cada parte del sistema y cómo van a fluir hasta darle una correcta función al proyecto.

Figura 29

Perfil del primer tramo de aguas lluvias



Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Se puede apreciar que al final del tramo hay una baja muy brusca del agua es debido a la geografía del terreno.

Figura 30

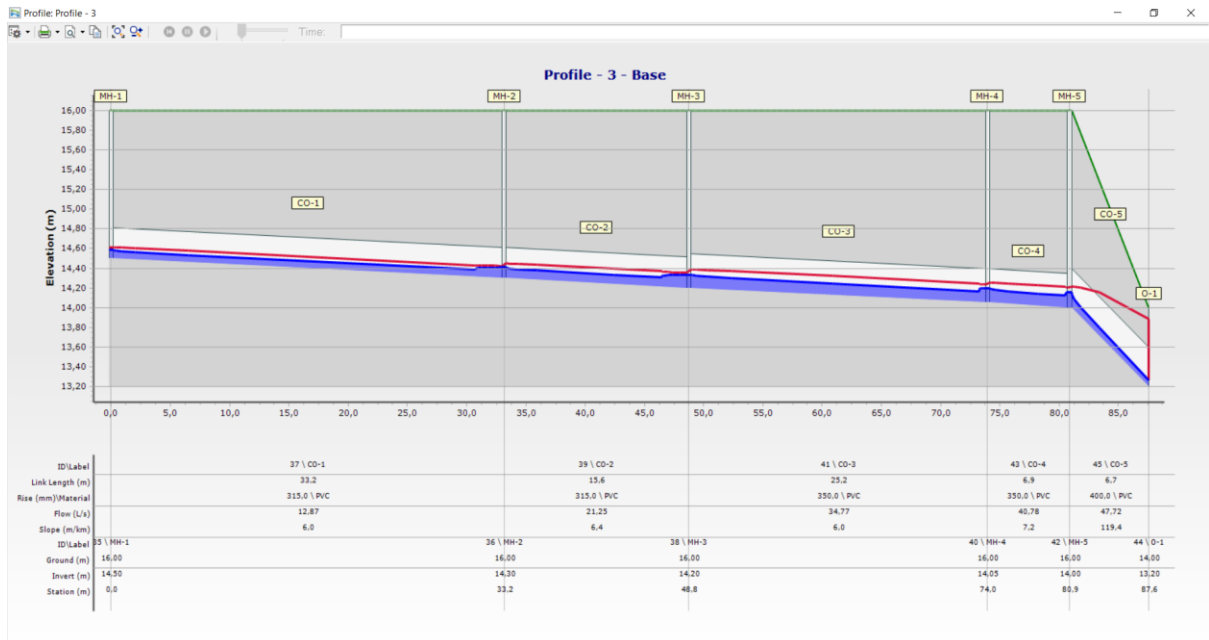
Perfil del segundo tramo de aguas lluvias



Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Figura 31

Perfil del tercer tramo de aguas lluvias



Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Figura 32

Perfil del cuarto tramo de aguas lluvias



Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Figura 33
Diseño de red de agua lluvia en el sector



Y
Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

4.3.1. Presupuesto.

En el desarrollo de la tesis se elaboró un presupuesto detallado del sistema hidrosanitario, en el cual se identificaron y organizaron 26 rubros principales que contemplan materiales, mano de obra y equipos necesarios para la ejecución del proyecto. Entre estos, el rubro de mayor incidencia económica corresponde a el sistema de aguas lluvias, que representa el costo más elevado dentro del presupuesto y constituye un factor determinante en la estimación final de la inversión

Tabla 17

Presupuesto del proyecto

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
A	RED DE AGUA POTABLE				
1	REPLANTEO Y NIVELACION, INCLUYE EQUIPO TOPOGRAFICO	km	0,48	266,68	128,01
2	EXCAVACION A MAQUINA EN ZANJA EN SUELO SIN CLASIFICAR	m3	307,36	3,21	986,63
3	RASANTEO DE ZANJA	m2	384,20	1,70	653,14
4	CAMA DE ARENA	m3	38,42	28,70	1102,65
5	TUBERIA DE POLIPROPILENO 1/2". INC. ACCESORIOS Y SOLDADURA POR TERMOSFUSIÓN	m	196,60	2,73	536,72
6	TUBERIA DE POLIPROPILENO 3/4". INC. ACCESORIOS Y SOLDADURA POR TERMOSFUSIÓN	m	121,60	3,03	368,45
7	TUBERIA DE POLIPROPILENO 1". INC. ACCESORIOS Y SOLDADURA POR TERMOSFUSIÓN	m	77,25	4,08	315,180
8	TUBERIA DE POLIPROPILENO 2". INC. ACCESORIOS Y SOLDADURA POR TERMOSFUSIÓN	m	84,80	10,77	913,30
9	RELLENO COMP. MECANICO (MATERIAL DE MEJORAMIENTO).	m3	268,94	16,26	4372,96
B	ALCANTARILLADO PLUVIAL				

10	REPLANTEO Y NIVELACION, INCLUYE EQUIPO TOPOGRAFICO	km	1,11	266,68	296,01
11	EXCAVACION A MAQUINA EN ZANJA EN SUELO SIN CLASIFICAR	m3	1.326,36	3,21	4257,62
12	RASANTEO DE ZANJA	m2	884,24	1,70	1503,21
13	CAMA DE ARENA	m3	88,42	28,70	2537,65
14	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D=200mm INTERIOR, NORMA NTE INEN2059	m	785,20	19,77	15523,40
15	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D=250mm INTERIOR, NORMA NTE INEN2059	m	108,95	21,32	2322,81
16	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D=315mm INTERIOR, NORMA NTE INEN2059	m	77,95	26,41	2058,66
17	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D=350mm INTERIOR, NORMA NTE INEN2059	m	81,00	35,15	2847,15
18	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D=400mm INTERIOR, NORMA NTE INEN2059	m	52,20	38,48	2008,66
19	RELLENO COMP. MECANICO (MATERIAL DE MEJORAMIENTO).	m3	1.237,94	16,26	20128,90
C	ALCANTARILLADO SANITARIO				
20	REPLANTEO Y NIVELACION, INCLUYE EQUIPO TOPOGRAFICO	km	0,10	266,68	26,67
21	EXCAVACION A MAQUINA EN ZANJA EN SUELO SIN CLASIFICAR	m3	121,32	3,21	389,44
22	RASANTEO DE ZANJA	m2	80,88	1,70	137,50
23	CAMA DE ARENA	m3	8,09	28,70	232,18
24	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D=110mm INTERIOR, NORMA NTE INEN 1374	m	20,45	15,38	314,52
25	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D=160mm INTERIOR, NORMA NTE INEN 1374	m	80,65	17,83	1437,99
26	RELLENO COMP. MECANICO (MATERIAL DE MEJORAMIENTO).	m3	113,23	16,26	1841,120
				Subtotal:	67240,52720

IVA 15%:	10086,08000
TOTAL:	77326,60720

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

4.4. Propuesta

4.4.1. Agua servida.

Se planteo la alternativa de conectar el sistema de desagüe sanitario de la subestación a la red de alcantarillado público, la cual se ubica a una distancia de 486 metros. Esta alternativa requiere de permisos municipales para la ejecución de trabajos en área pública. A continuación, se presenta el presupuesto de las obras previstas para la ejecución de esta alternativa.

Tabla 18

Presupuesto de la conexión a la red pública de aguas servidas

EQUIPOS				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
Retroexcavadora 0.3 m3 (alquiler día)	día	17,51	240	4202,4
Camión volquete 7-10 m3 (alquiler día)	día	15,63	210	3282,3
Compactador tipo canguro (alquiler día)	día	14,59	55	802,45
Placa compactadora (alquiler día)	día	4,86	45	218,7
Cortadora de asfalto (alquiler día)	día	4,86	60	291,6
			SUBTOTAL	8797,45
MANO DE OBRA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
Maestro de obra	jornal	84,74	45	3813,3
Oficial plomero/sanitario	jornal	86,75	40	3470
Ayudante	jornal	349,66	30	10489,8
Operario compactador	jornal	58,36	35	2042,6
Bandera / Señalero	jornal	33,14	28	927,92
			SUBTOTAL	20743,62
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
Arena para cama (m3)	m3	29,179	19	554,401
Tubería PVC-U DN200 SDR41 (m)	m	486,32	28	13616,96
Base granular (m3)	m3	77,811	22	1711,842
Mezcla asfáltica AC 5 cm (m2)	m2	389,06	14	5446,84

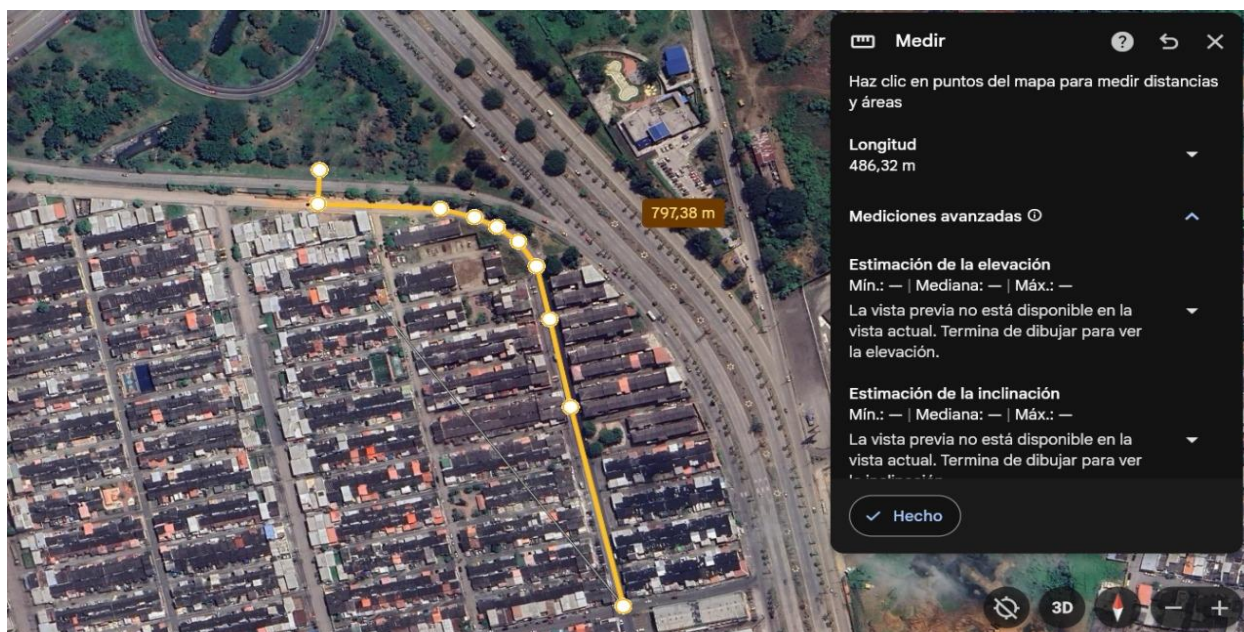
Anillos / elementos pozo (u)	u	10	520	5200
Tapa y marco D400 (u)	u	10	380	3800
			SUBTOTAL	30330,043
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
Transporte volquete (tarifa/día)	día	15,63	60	937,8
			SUBTOTAL	937,8
			SUBTOTAL GENERAL	60808,913

Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Observando el presupuesto se puede identificar los rubros que van a intervenir en este proceso que el valor de dicha obra da como resultado un valor muy elevado ya que al tener que trabajar en un área publica se complica la situación de la conexión con la red pública más cercana debido a la gran distancia que hay entre los dos puntos.

Figura 34

Ruta de la conexión a la tubería de aguas residuales



Elaborado por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Mediante la figura 34 podemos apreciar la distancia del recorrido por el cual debería conectarse la instalación a la red pública de aguas servidas del sector, al pasar por una vía pública esta alternativa tendría que pasar por permisos del municipio los cuales retardarían la obra.

Tabla 19

Comparación presupuestal entre las dos opciones presentadas

Tanque Séptico	Red Publica
Equipo: 220.07	Equipo: 8797,45
Mano de obra:186,42	Mano de obra: 20,74
Materiales: 2400	Materiales: 30330,04
Final: \$2008,11	Final: \$60808,91

Elaborada por: Franco Caisa & Villagomez Merino (2025)

Para poder visualizar de mejor manera los precios de cada una de estas instalaciones podemos apreciarlos los APUS en el transcurso del documento, en el cual podemos objetar porque se decidió la decisión del tanque séptico

CONCLUSIONES

La metodología aplicada para el levantamiento de información topográfica fue fundamental para definir con precisión las pendientes del terreno y la topografía de detalle.

El diseño contempla la adecuada ubicación de cámaras de inspección y pozos de revisión, lo cual facilita las labores de mantenimiento preventivo y correctivo, prolongando la vida útil del sistema y reduciendo costos futuros de operación.

La aplicación de herramientas de cálculo y software especializado permitió verificar el cumplimiento de los parámetros hidráulicos y estructurales, asegurando que el sistema hidrosanitario sea confiable y técnicamente eficiente.

El dimensionamiento hidráulico basado en los cálculos de caudal, presión y velocidad asegura un flujo eficiente dentro de la red, manteniendo las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento y mantenimiento del sistema hidrosanitario.

El cálculo de caudales de diseño y la selección de diámetros de tuberías se realizaron en función de la demanda proyectada, asegurando que el sistema tenga la capacidad suficiente para responder a las necesidades actuales que se van a presentar.

La comparación entre la conexión directa a la red pública más cercana (486.32 metros) y la alternativa de tratamiento de aguas residuales dentro de las instalaciones de la subestación, evidenció que la primera opción, si bien es técnicamente viable, presenta un costo mayor.

La selección de materiales y equipos fue realizada considerando factores hidráulicos, de durabilidad y resistencia, asegurando la eficiencia del sistema y reducción de los riesgos de fallas o pérdidas por fugas.

La planificación presupuestaria realizada permite proyectar con claridad la inversión necesaria para la construcción del sistema, asegurando la transparencia y la correcta asignación de recursos económicos durante la ejecución de la obra.

El desglose de costos por partidas facilita la identificación de los componentes críticos del presupuesto, lo que permitirá a los responsables de la obra tomar decisiones informadas respecto a ajustes o priorización de recursos en caso de restricciones económicas.

RECOMENDACIONES

Implementar un plan de mantenimiento preventivo periódico que incluya inspección de tuberías, accesorios y equipos, con el fin de garantizar la continuidad operativa y prevenir fallas en el sistema hidrosanitario.

Incorporar sistemas de medición y monitoreo de consumo de agua para optimizar el uso del recurso, identificar posibles fugas y reducir desperdicios.

Capacitar al personal encargado del mantenimiento de la subestación en la operación del sistema hidrosanitario, asegurando un uso adecuado y una respuesta rápida frente a emergencias

Evaluar periódicamente la eficiencia hidráulica del sistema, especialmente ante cambios en la demanda o en la configuración de las instalaciones, a fin de realizar ajustes oportunos en el diseño o en la operación.

Establecer una reserva presupuestaria para imprevistos, considerando que las obras civiles suelen presentar sobrecostos derivados de condiciones del terreno o variación de precios en materiales.

En proyectos futuros dentro de la Universidad, replicar la metodología empleada en este diseño (levantamiento topográfico, cálculos hidráulicos y presupuestarios) como modelo de buenas prácticas.

Impulsar la captación y aprovechamiento de aguas lluvias para riego de áreas verde, lo que contribuiría a un uso más eficiente de los recursos hídricos.

Mantener un equilibrio entre velocidad suficiente para limpieza automática y moderación para proteger la integridad de la red.

Los colectores principales deben ser lo suficientemente grandes para manejar los caudales máximos previstos, generalmente entre 100 mm y 300 mm.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguillera Piñones , F. J. (2010). Metodología para Determinar Calidad Natural en Acuíferos. *[Tesis de Postgrado]*. Universidad de Chile. Recuperado el 7 de jun de 2025, de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/102368>
- Aucapiña Sierra, D. G., & Garzón Barba, D. P. (2024). Rediseño del sistema de tratamiento de aguas residuales en la comunidad San Pedro, Cuenca. *[Tesis de Pregrado]*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Recuperado el 15 de Diciembre de 2024, de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/45445>
- Ayuntamiento de Zaragoza. (2020). *Potabilización*. Recuperado el 10 de feb de 2025, de Ayuntamiento de Zaragoza: <https://www.zaragoza.es/sede/portal/infraestructuras/agua/potabilizacion>
- Cacao Sancán, G. d., & Coloma Cerruffo, C. E. (2025). Análisis de los factores que afectan la productividad de la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair. *[Tesis de Pregrado]*. Universidad Laica Vicente Roca fuerte. Recuperado el 10 de ago de 2025, de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/7951>
- Camacho Monar, M. A., Joo Wang, K., & Párraga Blacio, E. R. (2019). Optimización Del Plano De Presiones De La Red De Agua Potable Del Sector Hidráulico N72-382 Ubicado En La Ciudad De Guayaquil. *[Manual de agua potable y saneamiento]*. Escuela Politecnica del Litoral. Recuperado el 10 de feb de 2025, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/48745>
- Caraguay Palacios, C. A., & Plaza León, P. A. (2023). Evaluación de tratamientos sostenibles de aguas residuales domésticas a escala piloto en sistemas unifamiliares de la parroquia Baños. *[Tesis de Pregrado]*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Recuperado el 5 de Febrero de 2025, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/42228>
- Chile Green Building Council. (2020). *Diámetros*. Recuperado el 6 de jun de 2025, de Plastigama: <https://www.portalverdechilegbc.com/ecuador/assets/productos/Biotanque%20Septico%20-%20Plastigama%20Edge.pdf>
- Díaz Villacreses, E. F. (2024). Sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial con tuberías de PVC y elementos de polietileno virgen de alta densidad, para el

- recinto San Francisco perteneciente al cantón Naranjito de la provincia del Guayas. [Tesis de Postgrado]. Guayas: Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Recuperado el 20 de jul de 2025, de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/7412>
- El día de Valladolid. (2024). *Fuga de agua*. Recuperado el 6 de feb de 2025, de El día de Valladolid: <https://www.eldiadevalladolid.com/noticia/z73b222c7-ba1e-d981-72285ca4ed566571/202411/un-reventon-deja-sin-agua-y-luz-a-la-calle-santiago>
- El Oficial. (2017). *PROGRAMA DE CAPACITACIÓN CONTINUA: INSTALACIONES DE AGUA FRÍA, CALIENTE Y SANEAMIENTO EN UNA VIVIENDA*. Recuperado el 2 de ago de 2025, de El Oficial: <https://www.eloficial.ec/programa-de-capacitacion-continua-instalaciones-de-agua-fria-caliente-y-saneamiento-en-una-vivienda/>
- Fábregas. (2025). *Sumideros*. Recuperado el 24 de jul de 2025, de Fábregas: <https://grupfabregas.com/noticias/para-que-sirven-los-sumideros/>
- Franco Caisa, A. D., & Villagomez Merino, J. J. (2025). Diseño de las instalaciones hidrosanitarias de la subestación eléctrica Las Orquídeas. [Tesis de Pregrado]. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte.
- Fundacion Terram. (2025). *Ciclo del agua*. Recuperado el 25 de jun de 2025, de Fundacion Terram: <https://www.terram.cl/cientificos-de-la-nasa-senalan-que-la-humanidad-esta-cambiando-el-ciclo-global-del-agua/>
- G&J Jardines SAC. (2025). *Áreas verdes*. Recuperado el 10 de ago de 2025, de G&J Jardines SAC: <https://gyj-jardines.com/la-importancia-de-las-areas-verdes-nuestra-ciudad/>
- González Tello, C. R., & Narváez Torres, A. C. (2019). Evaluación y rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales Acchayacu, parroquia Tarqui, del cantón Cuenca, Ecuador. [Tesis de Pregrado]. Cuenca: UNIVERSIDAD DE CUENCA. Recuperado el 12 de Febrero de 2025, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/33577>
- Guillén Morales, F. H., & Alcívar Cedeño, L. A. (2024). Diseño de un sistema integral de tratamiento de aguas residuales para el sector El Rodeo del Cantón Portoviejo. [Tesis de Pregrado]. Portoviejo: UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ. Recuperado el 10 de Febrero de 2025, de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/6070>

- Hard Chrome Specialists. (2020). *Historia de la Hidráulica*. Recuperado el 14 de ene de 2025, de Hard Chrome Specialists:
<https://hcsplating.com/resources/hydraulic-systems-guide/history-of-hydraulics/>
- iagua. (2025). *Agua pluvial*. Recuperado el 16 de ago de 2025, de iagua:
<https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-pluviales#:~:text=Las%20aguas%20pluviales%20son%20las,drenaje%20pluvial%20de%20cada%20ciudad.>
- iagua. (2025). *Ciclo Urbano del agua*. Recuperado el 16 de ago de 2025, de iagua:
<https://www.iagua.es/respuestas/que-es-ciclo-urbano-agua>
- iagua. (2025). *Escorrentia*. Recuperado el 15 de ago de 2025, de iagua:
<https://www.iagua.es/respuestas/que-es-escorrentia>
- Interagua. (2015). *Manuel de red de diseño de alcantarillado*. Guayaquil: Interagua.
- Interagua. (2024). *Sistema alcantarillado pluvial*. Recuperado el 1 de ago de 2025, de Interagua: <https://www.interagua.com.ec/servicios/sistema-de-alcantarillado-pluvial>
- Jaramillo Correa, J. S. (2022). Gestión de aguas residuales como medida de adaptación al cambio climático en Manta, Ecuador 2015-2021. [Tesis de Pregrado]. Quito: Flacso Ecuador. Recuperado el 12 de Febrero de 2025, de <http://hdl.handle.net/10469/18963>
- La Voz de Galicia. (2000). *Inundaciones*. Recuperado el 6 de feb de 2025, de La Voz de Galicia:
https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/arousa/2000/12/06/temporal-dejo-luz-comarca-salnes-durante-dos-horas/0003_322657.htm
- Long-Run Health Matters. (2023). *Revolución industrial*. Recuperado el 2 de jul de 2025, de Daniel Gallardo Albarrán: <https://lrhmatters.com/drivers-of-health/the-industrial-revolution-and-the-origins-of-modern-sanitation#>
- López Brango, S. M. (2021). Análisis de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domésticas, generadas en la Subestación Eléctrica de Cerromatoso localizada en el municipio de Montelíbano. [Informe Final de Pasantía]. Universidad De Cordova. Recuperado el 15 de ago de 2025, de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/4562>
- Morla Bustamante, R. D., & Yunda Tomalá, J. E. (2024). Modelación del sistema hidráulico para la captación de olas de una central undimotriz en la provincia

- Santa Elena. [Tesis de Pregrado]. Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Recuperado el 22 de jul de 2025, de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/7538>
- Nabalia. (2018). *Hidroelectrica*. Recuperado el 17 de jun de 2025, de Nabalia: <https://nabaliaenergia.com/blog/energia-hidraulica/>
- Norma Ecuatoriana de la construcción. (2011). *Norma hidrosanitaria NHE agua*. Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. Recuperado el 27 de abr de 2025, de <https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/nec2011-cap-16-norma-hidrosanitaria-nhe-agua-021412.pdf>
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2024). *Acuíferos*. Recuperado el 5 de jul de 2025, de Organismo Internacional de Energía Atómica: <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/aguas-subterranas-como-se-estudia-su-polucion-y-sostenibilidad>
- Portal Verde. (2025). *Ficha Técnica*. Recuperado el 10 de ago de 2025, de Plastigama Wavin: <https://www.portalverdechilegbc.com/ecuador/assets/productos/Biotanque%20Septico%20-%20Plastigama%20Edge.pdf>
- Proain tecnología agrícola. (2020). *Agrícola*. Recuperado el 29 de jul de 2025, de Proain tecnología agrícola: https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/calidad-del-agua-para-riego-agricola?srsId=AfmBOorjV8vXbEFnTMpPtoODYZPBrYCUCmPUcWzT7qJ-S9_7XPx6zgUx
- Quishpe Coro, F. P. (2015). Diseño de las instalaciones hidrosanitarias y el sistema contra incendios del Edificio Residencial Grunn. [Tesis de Pregrado]. (U. C. Ecuador, Ed.) Recuperado el 20 de jun de 2025, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4483>
- Rival. (2024). *Diámetro de Tubos*. Recuperado el 20 de mar de 2025, de Rival: <https://www.plasticosrival.com/fil/Tuberias/PVC/Catalogos/RIVAL-PVC-TuberiasDesague.pdf>
- SaniPublic. (2021). *Biotanque*. Recuperado el 10 de jun de 2025, de SaniPublic: <https://sanipublic.com/sistemas-hidrosanitarios/>
- Software Hidra. (2025). *Sumideros*. Recuperado el 7 de ago de 2025, de Software Hidra: <https://www.hidrasoftware.com/tipos-de-sumideros-para-la-captacion->

de-agua-de-lluvia-disponibles-en-dren-urba/

Universidad Laica Vicente Rocafuerte. (2024). *Línea de investigación*. Recuperado el 23 de nov de 2024, de Universidad Laica Vicente Rocafuerte:

<https://www.ulvr.edu.ec/unidad-de-titulacion-2>

Weather Spark. (2025). *Probabilidad diaria de precipitación en Guayaquil*.

Recuperado el 5 de ago de 2025, de Weather Spark:

https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o#google_vignette

ANEXOS

Anexos 1

Visita de campo, cunetas



Anexos 2

Cunetas para aguas lluvias



Anexos 3

Imagen del sector



Anexos 4

Sector de la obra



Anexos 5

Vista aérea del lugar de la obra



Anexos 6

Documento que verifica que no se encuentra una red interna de agua residual cerca del sector



EOM-DO-000413812024

Guayaquil, 16 de julio del 2024.

Darwin Ivan Iza

Especialista de Ingeniería y Obra Civil

Zona Sur Occidental - SPEX

CELEC EP TRANSELECTRIC

Celular: 0985704315

Correo electrónico: darwin.iza@celec.gob.ec

Ciudad

Asunto: Certificado de Afectación de Servidumbre Proyecto a Implementarse en Av. Francisco de Orellana- CELEC EP. Código Catastral #48-8840-001-0-0-0.

Referencia: Oficio usuario, Requerimiento N° 56063905.

Estimado Ing.

En atención al oficio de referencia se informa lo siguiente:

Conforme a lo establecido en la "REFORMA A LA ORDENANZA DE SERVIDUMBRE Y CESIÓN GRATUITA DE TERRENOS PARA ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA CANALES ABIERTOS PARA AGUAS LLUVIAS", publicado en la Gaceta Oficial Municipal N°93, vigente desde el 26 de noviembre de 2018, se otorgan las servidumbres de los sistemas de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial del presente certificado.

- **Servidumbre de Agua Potable**

Estructuras existentes:

Parque Empresarial Colón, Av. Rodrigo Chávez (Undesa Norte). Edificio Corporativo 4.
Agencia Centro: Coronel y Maldonado • Agencia Policentro: CC. Policentro, Piso 2, local 14 • Agencia Mall El Fortín: CC. Planta Alta, local 247 • Agencia Puná: Calle Tarquí y Ayacucho, sector Los Ceibos • Agencia Posorja: Calle Gutiérrez de Chaguay s/n (Barrio Los Ficus) • Agencia Tanguet: Calle Víctor Hugo Flores junto al Hospital San Francisco.
PBX 5050300 | E-mail: secretaria@interagua.com.ec
www.interagua.com.ec
Guayaquil - Ecuador

Interagua protege los datos personales en cumplimiento de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales y estará exenta de responsabilidad por infracciones leves o graves cuando estas hayan ocurrido por acciones u omisiones originadas por terceros.

Pág. 1 de 4

operado por  **VEOLIA**

Documento que verifica que no se encuentra una red interna de agua residual cerca del sector



EOM-DO-000413812024

- **Tubería de Ø63mm_PVC, Ø90mm_PVC, Ø110mm_PVC, Ø315mm_PVC:** Se establece una faja de servidumbre de 2.00 metros, considerando 1.00 metro a cada lado, medido desde el eje de la tubería.
 - **Tubería de Ø300mm_ACERO:** Se establece una faja de servidumbre de 2.00 metros, considerando 1.00 metro a cada lado, medido desde el eje de la tubería.
 - **Acueducto de Ø600mm_ACERO:** Se establece una faja de servidumbre de 5.00 metros, considerando 10.00 metros a cada lado, medido desde el eje de la tubería.
 - **Acueducto de Ø2000mm_ACERO:** Se establece una faja de servidumbre de 5.00 metros, considerando 10.00 metros a cada lado, medido desde el eje de la tubería.
- Cod.Cat 48-8840-001-0-0-0: Área de afectación: 4259.82 m2.

(Ver lámina SE-AP-2024-681).

- **Servidumbre de Alcantarillado Sanitario**

El predio en consulta no cuenta con sistema de alcantarillado sanitario. Una vez instalado, el usuario deberá solicitar la actualización del presente informe.

- **Servidumbre de Alcantarillado Pluvial**

Estructuras de drenaje existente:

- **Tubería de Ø300mm_HS:** Se establece una faja de servidumbre de 2.00 metros, considerando 1.00 metro a cada lado medido desde el eje de la tubería.
- **Tubería de Ø400mm_HS:** Se establece una faja de servidumbre de 3.20 metros, considerando 1.60 metros a cada lado medido desde el eje de la tubería.
- **Tubería de Ø600mm_HA:** Se establece una faja de servidumbre de 3.40 metros, considerando 1.70 metros a cada lado medido desde el eje de la tubería.
- **Tubería de Ø675mm_HA:** Se establece una faja de servidumbre de 3.48 metros, considerando 1.74 metros a cada lado medido desde el eje de la tubería.
- **Tubería de Ø750mm_HA:** Se establece una faja de servidumbre de 3.56 metros, considerando 1.78 metros a cada lado medido desde el eje de la tubería.
- **Tubería de Ø800mm_HA:** Se establece una faja de servidumbre de 3.60 metros, considerando 1.80 metros a cada lado medido desde el eje de la tubería.

Parque Empresarial Colón, Av. Rodrigo Chávez (Urdesa Norte), Edificio Corporativo 4.
Agencia Centro: Coronel y Maldonado • Agencia Policentro: CC, Policentro, P
iso 2, local 14 • Agencia Mall El Fortín: CC, Planta Alta, local 247 • Agencia Puna: Calle Tanqui y
Ayacucho, sector Los Ceibos • Agencia Posorja: Calle Gutiérrez de Chaguay s/n (Barrio Los
Ficus) • Agencia Tenguel: Calle Víctor Hugo Flores junto al Hospital San Francisco.
PBX 5050500 | E-mail: secretaria@interagua.com.ec
www.interagua.com.ec
Guayaquil - Ecuador

Interagua protege los datos personales en cumplimiento de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales y
estará exenta de responsabilidad por infracciones leves o graves cuando estas hayan ocurrido por acciones u
omisiones originadas por terceros.

Pág. 2 de 4

operado por  **VEOLIA**

Anexos 8

Documento que verifica que no se encuentra una red interna de agua residual cerca del sector



EOM-DO-000413812024

- **Tubería de Ø825mm_HA:** Se establece una faja de servidumbre de 3,64 metros, considerando 1,82 metros a cada lado medido desde el eje de la tubería.
 - **Canal de tierra 43C:** Se establece una faja de servidumbre total de 32,00 metros, correspondientes a los 20,00 metros del borde superior del canal, sumando los 6,00 metros del lado izquierdo y 6,00 metros del lado derecho del canal en el sentido del flujo.
 - **Conducto Cajón (10,0m de ancho x 4,00m de altura):** Se establece una faja de 18,00 metros, considerando 10,00 metros de ancho superior del conducto cajón, sumado 4,00 metros del lado izquierdo y 4,00 metros del lado derecho desde la estructura.
 - **Canaleta:** Las canaletas que atraviesan manzanas se consideran una faja de 4,00 m.
- **Cod.Cat 48-8840-001-0-0-0:** Área de afectación: 3556,90 m2.

(Ver lámina SE-AL-2024-699-1).

Los límites prediales se realizaron con base en la información proporcionada por el usuario.

El usuario deberá respetar los límites prediales establecidos en el presente informe, en caso de existir algún cambio, modificación, aumento o disminución del predio asignado con Cód. Cat. # 48-8840-001-0-0-0, se deberá solicitar a Interagua la actualización del presente informe adjuntado la validación de linderos y mensuras proporcionada por la Subdirección de Catastro de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil.

Sobre las fajas de servidumbre no se deben realizar ningún tipo de construcciones civiles o siembra de árboles por cuanto estos elementos se verán afectados por la ejecución de las labores de mantenimiento o reparación de las redes de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial.

Recomendamos que sobre estas áreas se realice la siembra de césped, el cual es de fácil recuperación en los casos en los cuales se ve afectado, y genera un entorno favorable para el hábitat urbano.

El presente Informe tiene validez de un año.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Parque Empresarial Colón, Av. Rodrigo Chávez (Urdesa Norte), Edificio Corporativo 4,
Agencia Centro: Coronel y Maldonado. • Agencia Policentro: CC. Policentro, P
iso 2, local 14. • Agencia Mall El Fortín: CC. Planta Alta, local 247. • Agencia Puná: Calle Tarqui y
Ayacucho, sector Los Ceibos. • Agencia Posorja: Calle Gutiérrez de Chagway s/n (Barrio Los
Ficus). • Agencia Tanguel: Calle Víctor Hugo Flores junto al Hospital San Francisco.
PBX 5050300 | E-mail: secretaria@interagua.com.ec
www.interagua.com.ec
Guayaquil - Ecuador

Interagua protege los datos personales en cumplimiento de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales y
estará exenta de responsabilidad por infracciones leves o graves cuando estas hayan ocurrido por acciones u
omisiones originadas por terceros.

Pág. 3 de 4

operado por  **VEOLIA**

Anexos 9

Documento que verifica que no se encuentra una red interna de agua residual cerca del sector



EOM-DO-000413812024

Atentamente,

Patrick Reuter
Jefe de Modelación y SIG
Interagua C Ltda.

C.C:
Ing. Juan Carlos Bernal - Director de Operaciones - Interagua C. Ltda.
Ing. Osmar Moreira - Gerente de Distribución de AAPP y Control ANC - Interagua C. Ltda.
Ing. Ana Chulco - Supervisora SIG - Interagua C. Ltda.
Ing. Leonor Aranea - Ing. de Proyectos - Interagua C. Ltda.

C.C:
Arq. Fernando Alazco Campovente - Director de Urbanismo, Movilidad, Catastro y Edificaciones - Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil
Arq. Hector Pino Frugone, Coordinador de Catastro - Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil

Adj. Planos: SE-AP-2024-681, SE-AL-2024-699-1, SE-AL-2024-699-2.
Génesis UIR / Leonor Aranea

Parque Empresarial Colón, Av. Rodrigo Chávez (Urdesa Norte). Edificio Corporativo 4.
Agencia Centro: Coronel y Maldonado - Agencia Policentro: CC. Pulicentro, P
iso 2, local 14 - Agencia Mall El Fortín: CC. Planta Alta, local 247 - Agencia Puná: Calle Tarqui y
Ayacucho, sector Los Ceibos - Agencia Posorja: Calle Guáñez de Chaguay s/n (Barrio Los
Ficus) - Agencia Tenguel: Calle Víctor Hugo Flores junto al Hospital San Francisco.
PBX 5050300 | E-mail: secretaria@interagua.com.ec
www.interagua.com.ec
Guayaquil - Ecuador

Interagua protege los datos personales en cumplimiento de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales y
está exenta de responsabilidad por infracciones leves o graves cuando estas hayan ocurrido por acciones u
omisiones originadas por terceros.

Pág. 4 de 4

operado por  **VEOLIA**

Presupuesto de la instalación del tanque séptico

TESIS

Rubro:	1	Descripción:			
Unidad:	c/u	Suministro e instalación de tanque séptico (Biotanque) de 2000 lt.			
EQUIPOS (EQ)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	COSTO REAL (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (HORA- MÁQUINA) (R)	COSTO (C*R)
Herramientas Menores (5%Mano de Obra)	1	\$ 8,93	\$ 8,93	1,00	\$ 8,93
Retroexcavadora 100 HP	1	\$ 30,00	\$ 30,00	4,69	\$ 140,76
Equipo de topografía (Estación total, nivel, gps)	1	\$ 15,00	\$ 15,00	4,69	\$ 70,38
		SUBTOTAL EQ		\$	220,07
MANO DE OBRA (MO)					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (A)	COSTO REAL (B)	COSTO HORA (C=A*B)	RENDIMIENTO (HORA-HOMBRE) (R)	COSTO (C*R)
Est. Ocup. C1 (Maestro Mayor)	1	\$ 4,75	\$ 4,75	4,69	\$ 22,29
Est. Ocup. D2 (Albañil, Plomero, Cadenero, Carpintero)	2	\$ 4,28	\$ 8,56	4,69	\$ 40,16
Est. Ocup. E2 (Peon)	4	\$ 4,23	\$ 16,92	4,69	\$ 79,39
Est. Ocup. C1 (OEP 1)	1	\$ 4,75	\$ 4,75	4,69	\$ 22,29
Est. Ocup. C1 (Topógrafo 2)	1	\$ 4,75	\$ 4,75	4,69	\$ 22,29
		SUBTOTAL MO		\$	186,42
MATERIALES (MT)					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	PRECIO UNITARIO (B)	COSTO (A*B)	
Tanque séptico (Biotanque) de 2000 lt (incluye accesorios)	u	1,00	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00	
		SUBTOTAL MT		\$	1.200,00
TRANSPORTE (TP)					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO (A*B)	
		SUBTOTAL TP		\$	-
		COSTO DIRECTO (EQ+MO+MT+TP)		\$	1.606,49
		COSTO INDIRECTO	15%	\$	240,97
		UTILIDADES	10%	\$	160,65
				\$	2.008,11

Anexos 11

Rubro de replanteo y nivelación

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:					
REPLANTEO Y NIVELACION, INCLUYE EQUIPO TOPOGRAFICO					
DETALLE:				UNIDAD: km	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					6,30
equipo topográfico	1,00	5,50	5,50	9,46	52,03
SUBTOTAL (M)					58,32
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Cadenero	2	4,28	8,56	9,46	80,98
Topógrafo <En Construcción - Estr.Oc.C1>	1	4,75	4,75	9,46	44,93
SUBTOTAL (N)					125,91
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
estacas	u	100,00	0,19	19,00	
puntos	u	100,00	0,19	19,00	
SUBTOTAL (O)					38,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					222,24
INDIRECTOS Y UTILIDADES					20,00% 44,45
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					266,68
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO					266,68

Anexos 12

Rubro excavación a máquina en zanja en suelo

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:					
EXCAVACION A MAQUINA EN ZANJA EN SUELO SIN CLASIFICAR					
DETALLE:				UNIDAD: m3	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,05
Retroexcavadora 90 HP.	1,00	26,22	26,22	0,06	1,57
SUBTOTAL (M)					1,63
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. de Retroexcavadora (Estr.Oc C1)	1	4,75	4,75	0,06	0,29
Engrasador o abastecedor responsable en construcción (E	1	4,28	4,28	0,06	0,26
Peón (Estr.Oc E2)	2	4,23	8,46	0,06	0,51
SUBTOTAL (N)					1,05
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)					
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					2,67
INDIRECTOS Y UTILIDADES					0,53
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,21
VALOR OFERTADO					3,21
Ing. 10MO "A" NOCTURNA					
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO					

Anexos 13

Rubro de rasanteo de zanja

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: RASANTEO DE ZANJA					
DETALLE:				UNIDAD: m2	
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,07
Seguridad Industrial (2% M.O.)					0,03
SUBTOTAL (M)					0,09
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (Estr.Oc E2)	1	4,23	4,23	0,10	0,42
Albañil (Estr.Oc D2)	1	4,28	4,28	0,10	0,43
Maestro mayor en ejecución de obras civiles (Estr.Oc C1)	1	4,75	4,75	0,10	0,48
SUBTOTAL (N)					1,33
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)					
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
			TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		1,42
			INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%		0,28
			OTROS INDIRECTOS		
Ing. 10MO "A" NOCTURNA			COSTO TOTAL DEL RUBRO		1,70
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO			VALOR OFERTADO		1,70

Anexos 14

Rubro de cama de arena

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: CAMA DE ARENA					
DETALLE:			UNIDAD: m3		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,56
Seguridad Industrial (2% M.O.)					0,22
SUBTOTAL (M)					0,78
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (Estr.Oc E2)	1	4,23	4,23	2,37	10,01
Inspector de obra (Estr.Oc B3)	0,1	4,76	0,48	2,37	1,13
SUBTOTAL (N)					11,14
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Arena gruesa.	m3	1,00	12,00	12,00	
SUBTOTAL (O)					12,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00% OTROS INDIRECTOS					23,92 4,78
Ing. 10MO "A" NOCTURNA					28,70
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO					28,70

Anexos 15

Rubro de tubería de polipropileno 1/2

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: TUBERIA DE POLIPROPILENO 1/2".INC. ACCESORIOS Y SOLDADURA POR TERMOSFUSIÓN					
DETALLE:			UNIDAD: m		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,02
SUBTOTAL (M)					0,02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero (Estr.Oc D2)	1	4,28	4,28	0,06	0,25
Peón (Estr.Oc E2)	1	4,23	4,23	0,06	0,25
SUBTOTAL (N)					0,50
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tuberia polipropileno, d=1/2" (1,25MPa)	m	1,00	1,25	1,25	
Accesorios de polipropileno	u	0,10	5,00	0,50	
SUBTOTAL (O)					1,75
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					2,27
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%					0,45
OTROS INDIRECTOS					
Ing. 10MO "A" NOCTURNA					COSTO TOTAL DEL RUBRO 2,73
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO					VALOR OFERTADO 2,73

Anexos 16

Rubro de tubería de polipropileno 3/4"

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: TUBERIA DE POLIPROPILENO 3/4".INC. ACCESORIOS Y SOLDADURA POR TERMOSFUSIÓN					
DETALLE:			UNIDAD: m		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,03
SUBTOTAL (M)					0,03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero (Estr.Oc D2)	1	4,28	4,28	0,07	0,30
Peón (Estr.Oc E2)	1	4,23	4,23	0,07	0,30
SUBTOTAL (N)					0,60
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tuberia polipropileno, d=3/4" (1,25MPa)	m	1,00	1,40	1,40	
Accesorios de polipropileno	u	0,10	5,00	0,50	
SUBTOTAL (O)					1,90
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)					
			TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) 2,53		
			INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00% 0,51		
			OTROS INDIRECTOS		
Ing. 10MO "A" NOCTURNA			COSTO TOTAL DEL RUBRO 3,03		
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO			VALOR OFERTADO 3,03		

Anexos 17

Rubro de tubería de polipropileno de 1”

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: TUBERIA DE POLIPROPILENO 1".INC. ACCESORIOS Y SOLDADURA POR TERMOSFUSIÓN					
DETALLE:			UNIDAD: m		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,03
SUBTOTAL (M)					0,03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero (Estr.Oc D2)	1	4,28	4,28	0,08	0,35
Peón (Estr.Oc E2)	1	4,23	4,23	0,08	0,34
SUBTOTAL (N)					0,69
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tubería polipropileno, d=1" (1,25MPa)	m	1,00	2,18	2,18	
Accesorios de polipropileno	u	0,10	5,00	0,50	
SUBTOTAL (O)					2,68
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			3,40
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%			0,68
		OTROS INDIRECTOS			
Ing. 10MO "A" NOCTURNA		COSTO TOTAL DEL RUBRO			4,08
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO		VALOR OFERTADO			4,08

Anexos 18

Rubro de polipropileno de 2"

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: TUBERIA DE POLIPROPILENO 2".INC. ACCESORIOS Y SOLDADURA POR TERMOSFUSIÓN					
DETALLE:			UNIDAD: m		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,07
SUBTOTAL (M)					0,07
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero (Estr.Oc D2)	1	4,28	4,28	0,17	0,73
Peón (Estr.Oc E2)	1	4,23	4,23	0,17	0,72
SUBTOTAL (N)					1,45
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tuberia polipropileno, d=2" (1,25MPa)	m	1,00	6,96	6,96	
Accesorios de polipropileno	u	0,10	5,00	0,50	
SUBTOTAL (O)					7,46
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
			TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) 8,98		
			INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00% 1,80		
			OTROS INDIRECTOS		
Ing. 10MO "A" NOCTURNA			COSTO TOTAL DEL RUBRO 10,77		
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO			VALOR OFERTADO 10,77		

Anexos 19

Rubro comp. Mecánico (Material de Mejoramiento)

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: RELLENO COMP. MECANICO (MATERIAL DE MEJORAMIENTO).					
DETALLE:			UNIDAD: m3		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,17
Compactador mecánico.	1,00	6,2500	6,25000	0,25000	1,56250
SUBTOTAL (M)					1,73
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (Estr.Oc E2)	2	4,23	8,46	0,25	2,12
Operador de equipo liviano (Estr.Oc D2)	1	4,28	4,28	0,25	1,07
Maestro mayor en ejecución de obras civiles (Estr.Oc C1)	0,1	4,75	0,48	0,25	0,12
SUBTOTAL (N)					3,30
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Material de mejoramiento.	m3	1,00	8,50	8,50	
Agua.	m3	0,01	1,50	0,02	
SUBTOTAL (O)					8,52
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) 13,55 INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00% 2,71 OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16,26
VALOR OFERTADO					16,26
Ing. 10MO "A" NOCTURNA RESPONSABLE DE PRESUPUESTO					

Rubro replanteo y nivelación

105

Anexos 21

Rubro de excavación a máquina en zanja

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:					
EXCAVACION A MAQUINA EN ZANJA EN SUELO SIN CLASIFICAR					
DETALLE:					
					UNIDAD: m3
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,05
Retroexcavadora 90 HP.	1,00	26,22	26,22	0,06	1,57
SUBTOTAL (M)					1,63
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. de Retroexcavadora (Estr.Oc C1)	1	4,75	4,75	0,06	0,29
Engrasador o abastecedor responsable en construcción (E	1	4,28	4,28	0,06	0,26
Peón (Estr.Oc E2)	2	4,23	8,46	0,06	0,51
SUBTOTAL (N)					1,05
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL (O)					
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					2,67
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%					0,53
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,21
VALOR OFERTADO					3,21
Ing. 10MO "A" NOCTURNA RESPONSABLE DE PRESUPUESTO					

Anexos 22

Rubro de suministro e instalación de tubería PVC D=200mm

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:					
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D=200mm INTERIOR,NORMA NTE INEN2059					
DETALLE:			UNIDAD: m		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,45
Seguridad Industrial (2% M.O.)					0,18
SUBTOTAL (M)					0,63
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (Estr.Oc E2)	1	4,23	4,23	1,00	4,23
Plomero (Estr.Oc D2)	1	4,28	4,28	1,00	4,28
Inspector de obra (Estr.Oc B3)	0,1	4,76	0,48	1,00	0,48
SUBTOTAL (N)					8,99
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tubería PVC ø 200 mm interior, Norma NTE INEN 2059	m	1,00	6,86	6,86	
SUBTOTAL (O)					6,86
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)					
			TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) 16,48		
			INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00% 3,30		
			OTROS INDIRECTOS		
Ing. 10MO "A" NOCTURNA			COSTO TOTAL DEL RUBRO 19,77		
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO			VALOR OFERTADO 19,77		

Rubro de suministro e instalación de tubería PVC D=250mm

108

Rubro de suministro e instalación de tubería PVC D=315mm

109

Anexos 25

Rubro de suministro e instalación de tubería PVC D=350mm

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D=350mm INTERIOR,NORMA NTE INEN2059					
DETALLE:			UNIDAD: m		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,45
Seguridad Industrial (2% M.O.)					0,18
SUBTOTAL (M)					0,63
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (Estr.Oc E2)	1	4,23	4,23	1,00	4,23
Plomero (Estr.Oc D2)	1	4,28	4,28	1,00	4,28
Inspector de obra (Estr.Oc B3)	0,1	4,76	0,48	1,00	0,48
SUBTOTAL (N)					8,99
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tubería PVC ø 350 mm interior, Norma NTE INEN 2059,	m	1,00	19,68	19,68	
SUBTOTAL (O)					19,68
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)					
		TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)			29,30
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%			5,86
		OTROS INDIRECTOS			
Ing. 10MO "A" NOCTURNA		COSTO TOTAL DEL RUBRO			35,15
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO		VALOR OFERTADO			35,15

Anexos 26

Rubro de suministro e instalación de tubería PVC D=400mm

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:					
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D=400mm INTERIOR,NORMA NTE INEN2059					
DETALLE:			UNIDAD: m		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,45
Seguridad Industrial (2% M.O.)					0,18
SUBTOTAL (M)					0,63
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (Estr.Oc E2)	1	4,23	4,23	1,00	4,23
Plomero (Estr.Oc D2)	1	4,28	4,28	1,00	4,28
Inspector de obra (Estr.Oc B3)	0,1	4,76	0,48	1,00	0,48
SUBTOTAL (N)					8,99
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tubería PVC ø 400 mm interior, Norma NTE INEN 2059	m	1,00	22,45	22,45	
SUBTOTAL (O)					22,45
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)					
			TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) 32,07		
			INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00% 6,41		
			OTROS INDIRECTOS		
Ing. 10MO "A" NOCTURNA			COSTO TOTAL DEL RUBRO 38,48		
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO			VALOR OFERTADO 38,48		

Anexos 27

Rubro de suministro e instalación de tubería PVC D=110mm

ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:					
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D=110mm INTERIOR,NORMA NTE INEN 1374					
DETALLE:			UNIDAD: m		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,45
Seguridad Industrial (2% M.O.)					0,18
SUBTOTAL (M)					0,63
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (Estr.Oc E2)	1	4,23	4,23	1,00	4,23
Plomero (Estr.Oc D2)	1	4,28	4,28	1,00	4,28
Inspector de obra (Estr.Oc B3)	0,1	4,76	0,48	1,00	0,48
SUBTOTAL (N)					8,99
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Suministro e instalación de Tubería PVC ø 110 mm interior, Norma NTE INEN 1374	m	1,00	3,20	3,20	
SUBTOTAL (O)					3,20
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
			TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P) 12,82		
			INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00% 2,56		
			OTROS INDIRECTOS		
Ing. 10MO "A" NOCTURNA			COSTO TOTAL DEL RUBRO 15,38		
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO			VALOR OFERTADO 15,38		

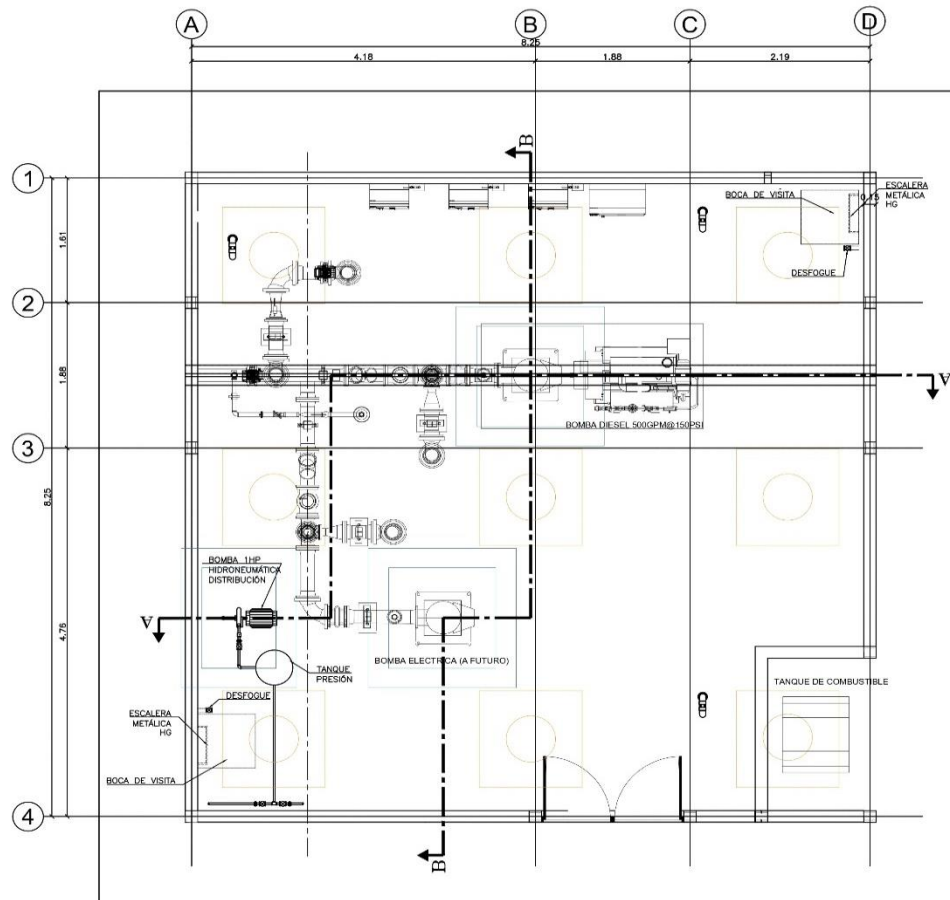
Anexos 28

Rubro de suministro e instalación de tubería PVC D=160mm

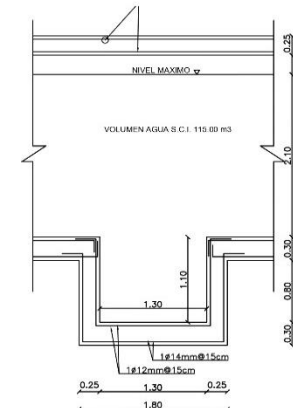
ULVR			TESIS		
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:					
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC D=160mm INTERIOR,NORMA NTE INEN 1374					
DETALLE:			UNIDAD: m		
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,45
Seguridad Industrial (2% M.O.)					0,18
SUBTOTAL (M)					0,63
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón (Estr.Oc E2)	1	4,23	4,23	1,00	4,23
Plomero (Estr.Oc D2)	1	4,28	4,28	1,00	4,28
Inspector de obra (Estr.Oc B3)	0,1	4,76	0,48	1,00	0,48
SUBTOTAL (N)					8,99
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Suministro e instalación de Tubería PVC ø 160 mm interior, Norma NTE INEN 1374	m	1,00	5,24	5,24	
SUBTOTAL (O)					5,24
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL (P)					
			TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		14,86
			INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%		2,97
			OTROS INDIRECTOS		
Ing. 10MO "A" NOCTURNA			COSTO TOTAL DEL RUBRO		17,83
RESPONSABLE DE PRESUPUESTO			VALOR OFERTADO		17,83

Anexos 29

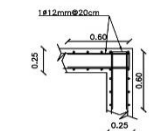
Diseño de la planta de cuartos de bombas



PLANTA DE CUARTO DE BOMBAS



DETALLE DE CARCAMO
ESCALA 1:25



REFUERZO EN ESQUINAS
VISTA EN PLANTA
ESCALA 1:20

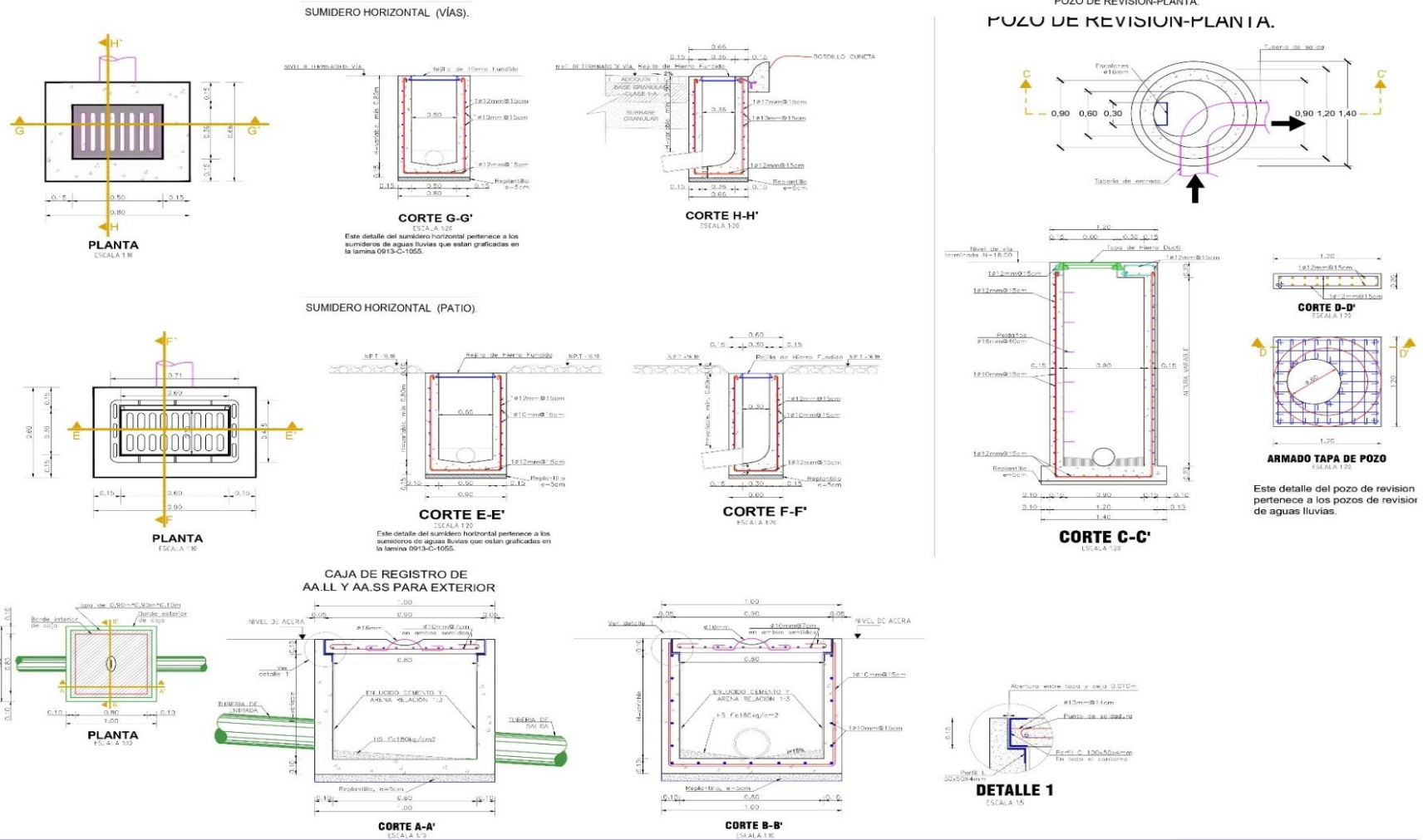
NOTAS:

- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN METROS SALVO INDICACIÓN CONTRARIA. TODA DIMENSIÓN PREVALECE SOBRE LA ESCALA.
- 2.- EL DIÁMETRO DE LAS VARILLAS ESTÁ DADO EN mm.
- 3.- LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN A LOS 28 DÍAS SERÁ $f'_{c}=240 \text{ Kg/cm}^2$. LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN DE REPLANTEO SERÁ $f'_{c}=140 \text{ Kg/cm}^2$.
- 4.- EL ACERO DE REFUERZO CUMPLIRÁ CON LA NORMA ASTM-A-706 STANDARD CON UN $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$.
- 5.- RECURRIMIENTOS MÍNIMOS:

CABEZALES Y/O ZAPATAS:	7.0 cm.
VIGAS Y COLUMNAS:	4.0 cm.
- 6.- LAS DIMENSIONES DE ANCLAJE, TRASLAPES, GANCHOS, ETC., NO ESPECIFICADOS ESTARÁN DE ACUERDO AL CÓDIGO A.C.I. 318-14.
- 7.- EL NIVEL DE PLATAFORMA TERMINADA: +16.00 SERÁ EL INICIO DEL PILETAJE.

Anexos 30

Detalle de partes del diseño hidrosanitario



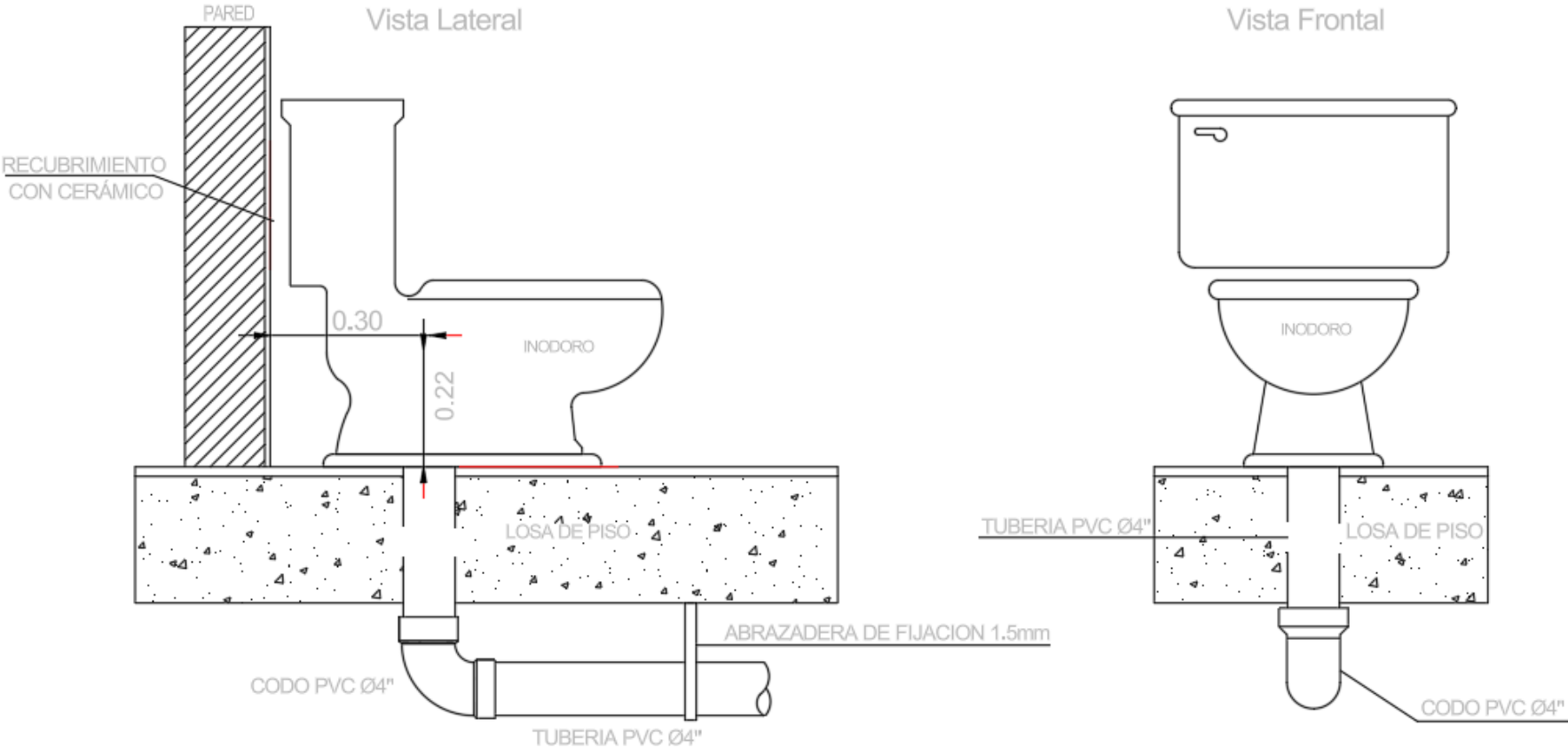
Anexos 31

Diseño de instalación de tuberías



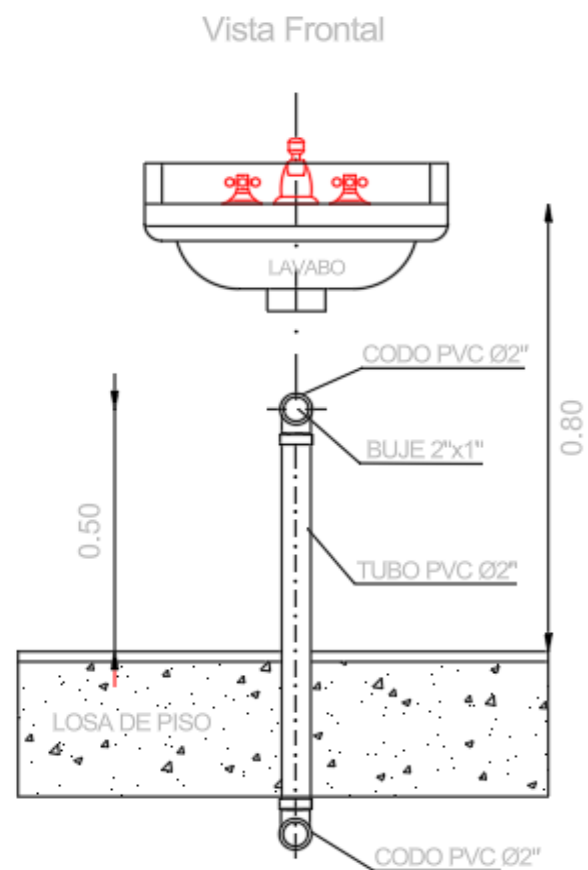
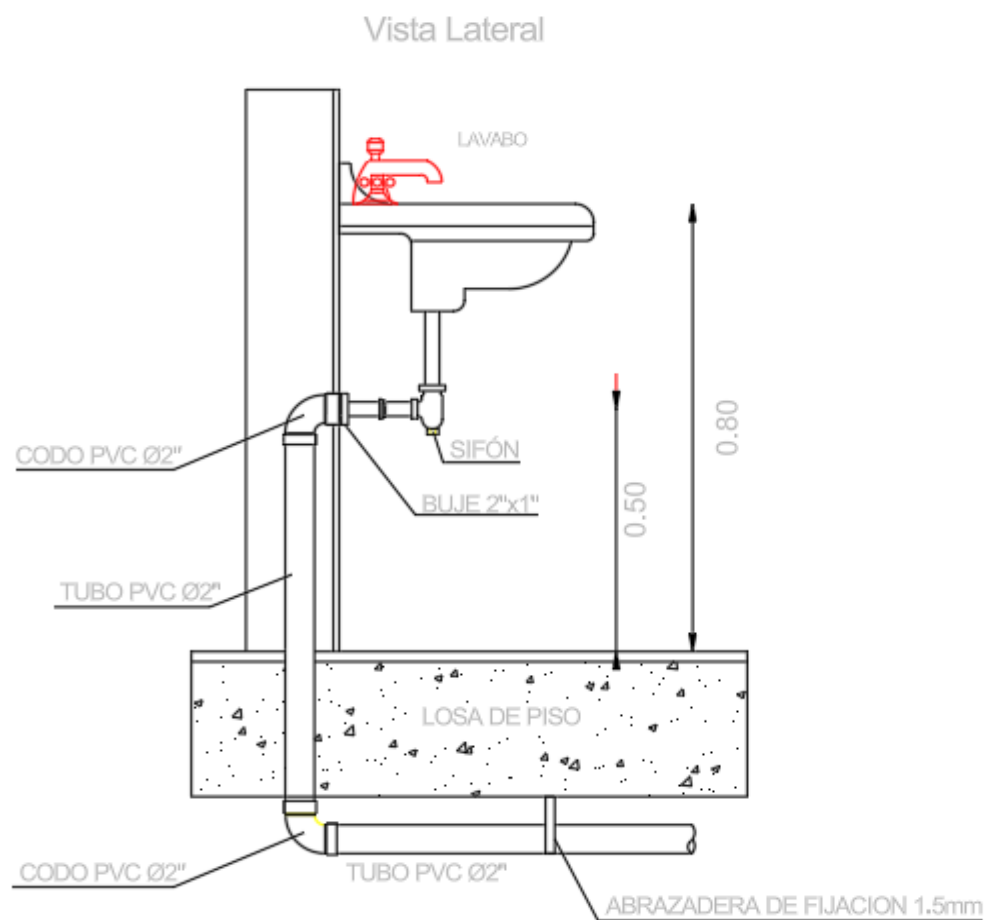
Anexos 32

Detalles de instalaciones de AASS



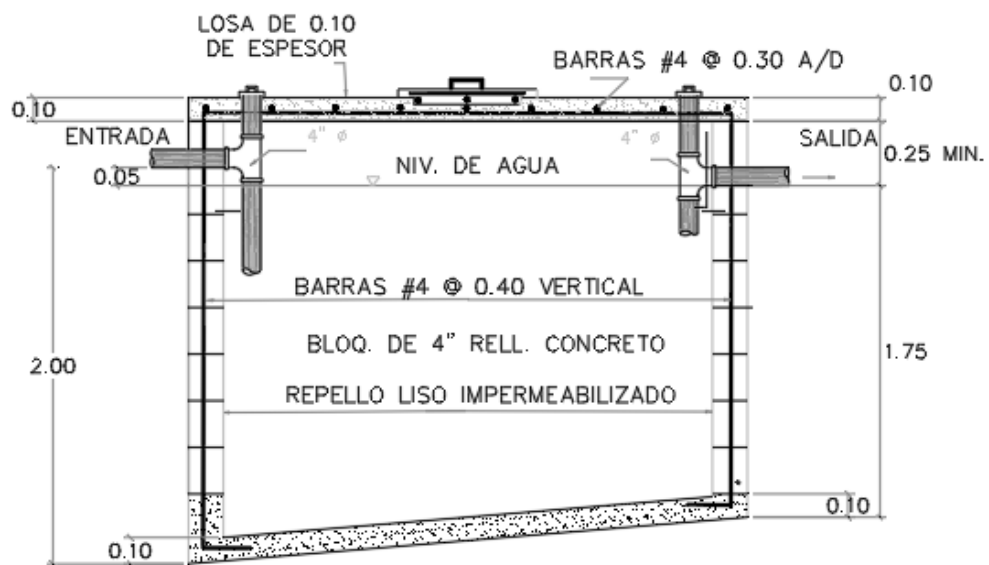
Anexos 33

Detalle de instalaciones de lava manos

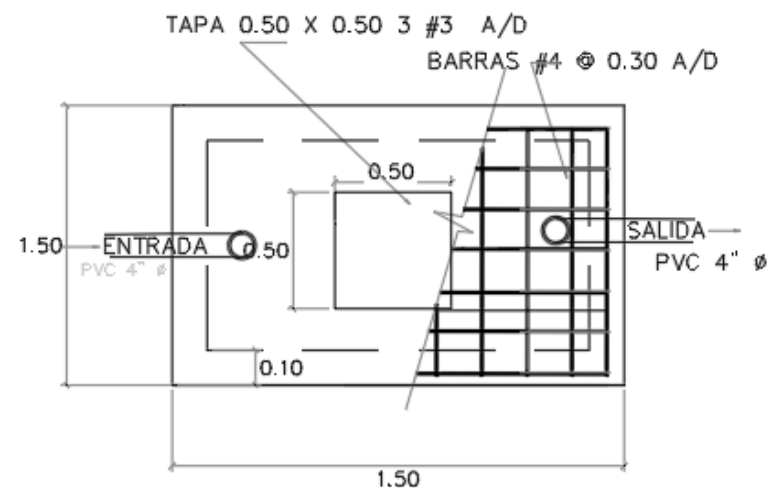


Anexos 34

Diseño del tanque séptico



SECCION DEL TANQUE SEPTICO



PLANTA DE TANQUE SEPTICO