



Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura.

Carrera de Ingeniería Civil

Proyecto de trabajo de titulación

Modalidad Proyecto Técnico

TEMA:

DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, PARA EL
ENCAUZAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA QUEBRADA EN LOS PREDIOS
UNIVERSITARIOS

TÍTULO:

DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO MEDIANTE PERFORACIÓN
DIRIGIDA, PARA EL ENCAUZAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES Y RESIDUALES EN
LA QUEBRADA DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.

Autor:

Intriago Cedeño Emmanuel Alejandro

Asesor académico: Ing. Javier Baque Solís

Manta – Manabí–Ecuador

2026 (1)

APROBACIÓN DEL TUTOR

Como tutor académico de la carrera de Arquitectura en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, certifico lo siguiente:

He supervisado y orientado la elaboración del trabajo de titulación, completando un total de 384 horas, bajo la modalidad de Proyecto Técnico. El tema del proyecto se titula **"DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO MEDIANTE PERFORACIÓN DIRIGIDA, PARA EL ENCAUZAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES Y RESIDUALES EN LA QUEBRADA DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ"**. Este proyecto ha sido desarrollado conforme a los lineamientos internos de la mencionada modalidad, y ha cumplido con los requisitos establecidos por el Reglamento de Régimen Académico. Por lo tanto, **certifico** que el proyecto mencionado posee los méritos académicos, científicos y formales necesarios para ser evaluado por el tribunal de titulación designado por la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde a Emmanuel Alejandro Intriago Cedeño, estudiante de la carrera de Ingeniería Civil, período académico 2025 (2), quien se encuentra apto para la sustentación de su trabajo de titulación.

Certifico lo anterior para los fines pertinentes, a menos que la ley disponga lo contrario.

Manta, 16 de julio de 2026.

Lo certifico,



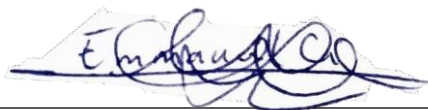
Ing. Baque Solis Javier Enrique. MSc.
C.C. 130999417-4
Tutor

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Emmanuel Alejandro Intriago Cedeño con CC: 131683364-7, doy constancia de ser el autor del Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Técnico con el tema **"DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO MEDIANTE PERFORACIÓN DIRIGIDA, PARA EL ENCAUZAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES Y RESIDUALES EN LA QUEBRADA DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ"**, el cual fue dirigido por el tutor, Ing. Javier Baque Solis, MSc.

Quiero resaltar la originalidad de este trabajo, que se fundamenta en la contribución de varios autores que enriquecieron la investigación, así como en la recopilación de datos e información provenientes de fuentes bibliográficas, visitas de campo, entre otros recursos.

En la ciudad de Manta, a los 16 días del mes de julio de dos mil veinte y seis.



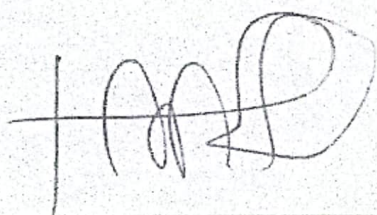
Emmanuel Alejandro Intriago Cedeño
C.C. 131683364-7
Autor

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

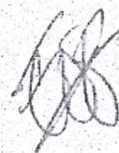
En calidad de tribunales de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, certifico:

Haber revisado el trabajo de titulación, bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, cuyo tema es "ANÁLISIS FUNCIONAL DE LA VIVIENDA EN EL SECTOR DEL FLORÓN 8, PARROQUIA ANDRÉS DE VERA, PORTOVIEJO" internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo APRUEBO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para proceder a la defensa correspondiente.

Certifico lo anterior para los fines pertinentes, a salvo disposición de Ley en contrario.
En la ciudad de Manta, a los 30 días del mes de enero de dos mil veinte y cinco.



Ing. José Hualpa Muñoz
Tribunal 1



Ing. Eric Cabrera Estupiñán
Tribunal 2

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi mamá, por ser el ejemplo de una persona luchadora, perseverante e incondicional que ha estado para mí en todo momento a lo largo de mi vida; la cual, a pesar de mis defectos y momentos no tan buenos, siempre me ha brindado su apoyo, nunca ha dejado de educarme en todos los aspectos de la vida y siempre ha querido lo mejor para mí. Me quedaría corto en elogioso nombrando los logros que ella ha obtenido, tan solo espero poder llegar a ser, aunque sea la mitad de lo excelente persona y profesional que es ella, siendo uno de mis ejemplos a seguir.

A mi abuela, a mis tíos y a mis primos que de una u otra forma aportaron directa o indirectamente a lo largo de los años en este proceso universitario.

De igual manera, dedico este trabajo a todos los lectores, esperando que este trabajo sea de utilidad y motivación en su propio camino académico y profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a mi pequeña familia más cercana conformada por mi mamá y yo, no me alcanzarían nunca las palabras para poder darle las gracias por todo lo que ha hecho por mí, desde su educación impartida hacia mí, su aliento, sus regaños, su apoyo brindado siempre, su conocimiento compartido conmigo, sus noches desvelándose para ayudarme, o su amor incondicional que siempre me ha brindado; sin importar el país, la distancia o la hora se que siempre puedo contar con ella.

Al resto de mi familia agradecerles también por sus enseñanzas, soporte y cariño, a mis primos que son como unos hermanos que siempre me han brindado su apoyo y sé que puedo contar con ellos.

A mis amigos por su amistad, motivación, risas, e incluso por soportarme a mí que a veces no es tarea fácil.

A mis compañeros de clases por su ayuda a lo largo de la carrera.

A mi tutor de tesis por su orientación y compromiso brindado en el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, pero no menos importante, a los docentes de la facultad por sus enseñanzas, dedicación, apoyo y arduo trabajo, los cuáles fueron fundamentales para mi formación académica y profesional.

SÍNTESIS Y PALABRAS CLAVES

Este documento describe el desarrollo de los estudios técnicos, diseño hidráulico y readecuación de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitarios en el campus central de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. El proyecto surge ante la necesidad de corregir deficiencias hidráulicas en el colector sanitario existente, y a su vez encauzar las aguas lluvias que derivan en la quebrada; con el objetivo de mitigar contaminaciones ambientales, futuros asentamientos, riesgos de colapsos e inundaciones, y la futura construcción de un parque lineal proyectado en esa zona.

El diseño se fundamenta en criterios hidrosanitarios avanzados, integrando la tecnología de Perforación Horizontal Dirigida (HDD) para la instalación del nuevo tramo de alcantarillado pluvial. Esta metodología fue seleccionada para garantizar la continuidad de las actividades diarias, reducir costos, entre otros. El comportamiento hidráulico de las redes fue validado mediante modelación dinámica en el software SewerGEMS, utilizando motores de cálculo de onda dinámica y flujo gradualmente variado para verificar el cumplimiento de parámetros críticos como la relación de llenado y el esfuerzo tractivo, asegurando la eficiencia operativa del sistema a largo plazo.

Finalmente, se presenta el análisis de precios unitarios y el presupuesto referencial detallado, los cuales contemplan rendimientos técnicos especializados para obras sin zanja y materiales de alta resistencia, proporcionando una estimación económica adecuada y fundamentada para la ejecución técnica de la readecuación sanitaria y la optimización del drenaje pluvial del sitio.

ABSTRACT AND KEYWORD

This document describes the development of the technical studies, hydraulic design, and retrofitting of the storm and sanitary sewer systems at the central campus of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. The project arises from the need to correct hydraulic deficiencies in the existing sanitary trunk sewer and, at the same time, convey stormwater runoff into the ravine. The objective is to mitigate environmental pollution, future land settlement, risk of collapse and flooding, as well as to accommodate the future construction of a linear park projected for that area.

The design is based on advanced hydrosanitary criteria, integrating Horizontal Directional Drilling (HDD) technology for the installation of the new storm sewer section. This methodology was selected to ensure the continuity of daily activities, and reduce costs, among other factors. The hydraulic behavior of the networks was validated through dynamic modeling in SewerGEMS software, using dynamic wave and gradually varied flow calculation engines to verify compliance with critical parameters such as the depth-to-diameter ratio and tractive stress, ensuring the long-term operational efficiency of the system.

Finally, the unit price analysis and detailed referential budget are presented, which contemplate specialized technical performances for trenchless works and high-strength materials, providing an adequate and well-founded economic estimation for the technical execution of the sanitary retrofitting and the optimization of the site's storm drainage.

Índice

Modalidad Proyecto Técnico	1
TÍTULO:	1
Autor:.....	1
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	2
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
SÍNTESIS Y PALABRAS CLAVES.....	6
ABSTRACT AND KEYWORD	7
Índice	8
Índice de Tablas	11
Índice de Ilustraciones	11
1. Antecedentes.....	13
2. Justificación	15
3. Propuesta	16
4. Objetivo general.....	17
5. Objetivos específicos.....	17
6. CAPÍTULO I: Memoria Descriptiva y Detalle de Topografía	18
6.1 Caracterización Física de la zona de diseño.....	18
6.2 Diagnóstico de la infraestructura pluvial y sanitaria existente.....	18
• Evaluación del estado actual del alcantarillado sanitario	19
• Diagnóstico del sistema de drenaje pluvial y estado de la quebrada	20
6.3 Zonificación	22
6.3.1 Área de proyecto	23
6.4 Levantamiento topográfico.....	23
6.5 Elevación del terreno	25
7. CAPÍTULO II: Sistemas de alcantarillado Pluvial y Sanitario	27
7.1 Fundamentos avanzados de ingeniería de drenaje pluvial urbano.....	27
7.1.1 Dinámica del Ciclo Hidrológico en zonas urbanas	27
7.1.2 Manejo y encauzamiento de quebradas urbanas	28

7.1.3	Modelación Temporal mediante el Tiempo de Concentración (T_c)	29
7.1.4	Ecuación de Manning	30
7.1.5	Parametrización Coeficiente de Escorrentía Ponderado (C).....	31
7.1.6	Intensidad de precipitación	31
7.2	Readecuación de Red Sanitarias	32
7.2.1	Aporte de Caudal en Campus Universitarios.....	32
7.2.2	Patología Hidráulica del Flujo en Carga y Fenómeno de Sección Estrangulada	33
7.2.3	Criterios de Rediseño: Relación de Llenado Mínima, Máxima y Teoría de la Fuerza Tractiva	34
8.	CAPÍTULO III: Memoria de Cálculo y diseño (Resultados de Excel)	35
8.1	Diseño Hidráulico del Sistema de Alcantarillado Pluvial.....	35
8.2	Análisis de Datos Para Obtener las Intensidades de precipitación	35
	Estaciones Meteorológicas empleadas	36
	Obtención de la intensidad de lluvia.....	37
8.3	Análisis Comparativo de Datos Sobre los Caudales de la Red AALL de la Universidad	42
8.4	Valores con los que se va a trabajar el diseño.....	43
8.5	Resultados del Diseño Pluvial a Partir de los Datos Calculados	44
8.6	Análisis de Resultados.....	46
8.7	Diseño Para Readecuación del Sistema de Alcantarillado Sanitario	46
8.3.1	Estimación Población Aportante	46
8.3.2	Parámetros de Densidad Poblacional	47
8.4	Determinación del Caudal de Infiltración	47
8.5	Material de Uso en la Tubería.....	48
8.6	Determinación del Aporte Unitario de Aguas Servidas.....	48
8.7	Resultados del Diseño Sanitario a Partir de los Datos Calculados	48
9.	CAPÍTULO IV: Tecnología de Perforación Horizontal Dirigida	50
9.1	Componentes y Mecánica del Proceso de Instalación.....	50
9.2	Criterios de selección de materiales y radio de curvatura.....	50
9.3	Fases Operativas de la Ejecución Constructiva de la Perforación.....	51
9.3.1	Fase I.....	51
9.3.2	Fase II	51
9.3.3	Fase III.....	52
9.4	Ventajas Técnicas y de Sostenibilidad de la HDD.....	52
9.5	Campos de Aplicación en Infraestructura	53
9.6	Diseño Geométrico y especificaciones de la Perforación Dirigida HDD	53
9.6.1	Perfil de Perforación y profundidad de instalación.	53
9.6.2	Especificaciones del material y método de instalación.	54

9.6.3	Empleo de líquidos de perforación (lodo bentonítico).....	57
9.6.4	Proceso Constructivo.....	58
9.7	Mitigación de Riesgos del método de Perforación Dirigida en rellenos.....	58
10.	CAPITULO V: Modelación Hidráulica y Análisis de Perfiles Longitudinales en SewerGEMS	60
10.1	Arquitectura de Cálculo y funcionamiento de SewerGems.....	60
10.1.1	Motores de Cálculo Hidráulico Incorporados.....	60
10.1.2	Algoritmo de Enrutamiento de Onda Dinámica	61
10.1.3	Herramientas de Validación de Topología y Conectividad	61
10.2	Metodología de Parametrización del modelo	61
10.3	Parámetro del Tractive Stress.....	62
10.3.1	La Ecuación Matemática en SewerGems	62
10.3.2	Rangos de Diseño Recomendados	63
10.4	Resultados del AALL obtenidos en el software de SewerGEMS	64
	Planta General del Modelo.....	66
10.5	Perfil del AALL.....	67
10.6	Resultados del AASS obtenidos en el software de SewerGEMS.....	70
10.7	Perfil del AALL.....	70
10.8	Análisis y comparación de los Resultados de ambos alcantarillados.	71
11.	CAPÍTULO VI: Presupuestos, Análisis de Precios Unitarios	72
11.1	Metodología Para la Determinación de Costos	72
11.2	Análisis de Presupuestos Unitarios (APUs)	72
11.3	Presupuesto Para Readecuación de Alcantarillado Sanitario.....	92
11.4	Presupuesto Alcantarillado Pluvial.....	93
12.	Conclusiones	94
13.	Recomendaciones	96
14.	Bibliografía	97
15.	Anexos	102

Índice de Tablas

Tabla 1 Levantamiento topográfico	20
Tabla 2 Levantamiento topográfico	21
Tabla 3 Diseño de AALL.....	33
Tabla 4 Velocidades máximas permitidas.....	34
Tabla 5 Diseño de Readecuación del AASS.....	37
Tabla 6 Diseño de la Readecuación del AASS	37
Tabla 7 Cálculo para poder realizar el gráfico del Hietograma en forma de campana (elaboración propia)	41
Tabla 8 elaboración propia.....	44
Tabla 9 elaboración propia.....	44

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Registro fotográfico de campo (campo, 2026)	17
Ilustración 2 Zona de estudio	19
Ilustración 3 Área de proyecto	20
Ilustración 4 Elevación del terreno	22
Ilustración 5 Topografía del área de diseño.....	23
Ilustración 6 fórmula general de Manning.....	27
Ilustración 7 fórmula de Manning para caudal	27
Ilustración 8 Caudal medio diario.....	29

Ilustración 9 Resultados extraídos de SewerGEMS..... 46

Ilustración 10 Perfil del AALL 47

Ilustración 11 Resultados obtenidos de SewerGEMS..... 48

Ilustración 12 Perfil AASS 48

1. Antecedentes

El campus universitario de la ciudad de Manta dispone actualmente de redes de alcantarillado sanitario y pluvial que atienden a la mayor parte de las edificaciones y áreas funcionales; sin embargo, la zona de la quebrada que atraviesa los predios carece de un sistema específico de recolección y conducción de las aguas pluviales que se generan en su entorno inmediato. Esta condición ha propiciado que determinadas escorrentías superficiales se encaucen de forma dispersa hacia el cauce natural, sin un control hidráulico adecuado.

Es importante señalar que el sistema de AALL de ciertos sectores aledaños a los predios universitarios, atraviesa por el campus, donde dicha descarga pluvial es dirigida hacia la zona de la Quebrada. La Dirección de Infraestructura, Obras, Patrimonio y Medioambiente (DIOP) de la universidad realizó un estudio previo para poder encauzar dichas aguas que descargaban directo a la quebrada por un ducto cajón. Dichos estudios determinaron que se podría canalizar el flujo en mención mediante una red de AALL con un diámetro nominal de 875mm, la cual descargaría en los límites de los predios universitarios con la quebrada.

En diferentes ciudades se han desarrollado proyectos que combinan la recuperación de quebradas urbanas con la implementación de parques lineales, incorporando redes de alcantarillado y obras de drenaje como soporte básico para mejorar la calidad ambiental y garantizar la seguridad de los usuarios; como en las tesis desarrolladas por (MERINO, 2018) o (Molina, 2017). Estas experiencias evidencian la integración entre saneamiento, manejo de aguas pluviales y espacio público permitiendo reducir procesos de contaminación, erosión de taludes e inundaciones localizadas.

En el caso particular de la quebrada ubicada en los predios universitarios, el proyecto de construcción de un parque lineal plantea la necesidad de diseñar un sistema de alcantarillado pluvial y sanitario que permita encauzar de manera adecuada parte de los caudales pluviales y sanitarios

asociados a la microcuenca inmediata; teniendo a consideración que existe una vía aledaña que atraviesa por dónde se plantea construir el alcantarillado para distribuir estas aguas hacia el alcantarillado público de la ciudad de Manta, planteando así una alternativa para evitar el corte total de esta calle mediante la perforación horizontal dirigida.

De esta forma se busca articular la infraestructura de saneamiento existente con una solución específica para la quebrada, contribuyendo a la protección ambiental del área y al adecuado funcionamiento de una futura construcción de un parque lineal.

2. Justificación

La presente propuesta se realiza porque la quebrada que atraviesa los predios universitarios no dispone de un sistema específico de alcantarillado pluvial que conduzca de manera adecuada las aguas pluviales hacia la red pública existente, y a su vez existe una alcantarilla que colapsa cada tanto debido a su poco mantenimiento y capacidad de captación de aguas sanitarias; lo que puede generar problemas de contaminación, y encharcamientos en su entorno inmediato. Asimismo, la planificación de un parque lineal exige contar con una infraestructura adecuada de saneamiento y drenaje que garantice condiciones de salubridad, seguridad y funcionamiento hidráulico apropiado del futuro espacio público.

De esta forma, se mejorarán las condiciones ambientales y sanitarias en el área de influencia de la quebrada y se proporcionará el soporte técnico necesario para la implementación del parque lineal, beneficiando tanto a la comunidad universitaria como a la población aledaña que hará uso de este espacio.

El proyecto dispone de información básica sobre la infraestructura existente, acceso al área de estudio, normativa técnica aplicable al diseño de sistemas de alcantarillado y recursos académicos suficientes para desarrollar el estudio dentro del alcance de un trabajo de titulación. Se espera mitigar problemas de contaminación, inundación y erosión; y a la par ganar un espacio verde de dispersión pública para la universidad.

3. Propuesta

La propuesta consiste en desarrollar el diseño del sistema de alcantarillado pluvial, junto con una readecuación del alcantarillado sanitario existente para la quebrada ubicada en los límites del campus principal de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, de manera que las aguas pluviales y residuales generadas en su entorno inmediato sean encauzadas y conducidas adecuadamente hacia la red de alcantarillado público existente. El proyecto contempla el levantamiento de información de campo, la estimación de caudales sanitarios y pluviales para el diseño, la definición del trazado y diámetro de las tuberías, así como el dimensionamiento de pozos de revisión y obras de encauzamiento necesarias para garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema. Adicionalmente, se propone que el diseño del alcantarillado sirva como soporte técnico para la implementación del parque lineal proyectado a lo largo de la quebrada, de modo que la infraestructura de drenaje contribuya a mejorar las condiciones ambientales, la seguridad y la funcionalidad del espacio público para la comunidad universitaria y la población aledaña. (Lara-Calderón, 2024)

4. Objetivo general

Realizar el diseño del sistema de alcantarillado pluvial en la quebrada y desarrollar la readecuación técnica de un tramo de 100 metros del colector de alcantarillado sanitario colapsado en el campus principal de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en la ciudad de Manta, a fin de encauzar adecuadamente las aguas residuales y pluviales hacia la red de alcantarillado público existente, garantizando condiciones adecuadas de salubridad y funcionamiento hidráulico para el futuro parque lineal proyectado en esa zona.

5. Objetivos específicos

- Recopilar y procesar la información topográfica, en el sector de la quebrada y áreas de influencia para definir el diseño.
- Estimar los caudales pluviales y sanitarios de diseño asociados a la zona de estudio, considerando las contribuciones de la universidad y del entorno inmediato.
- Diseñar el trazado y dimensionamiento de las redes de alcantarillado pluvial y sanitario, para encauzar las aguas hacia la red pública existente.
- Verificar el funcionamiento hidráulico del sistema alcantarillado pluvial propuesto en el entorno de la quebrada.
- Elaborar un presupuesto referencial para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial diseñado.

6. CAPÍTULO I: Memoria Descriptiva y Detalle de Topografía

6.1 Caracterización Física de la zona de diseño.

El proyecto se localiza en la Quebrada aledaña a los predios del Campus Central de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), asentado en la zona urbana de la ciudad y cantón Manta, provincia de Manabí, República del Ecuador. Geográficamente, el campus se sitúa en la parroquia urbana Manta, delimitado por avenidas principales de alto tráfico vehicular que configuran su perímetro.

En términos de coordenadas técnicas, el polígono de estudio e influencia hidráulica se inscribe bajo el sistema de proyección universal transversal de Mercator (UTM), zona 17 Sur. La delimitación de las hoyas y subcuencas pluviales internas abarca no solo las áreas construidas de las diferentes facultades, laboratorios y parqueaderos pavimentados, sino que concentra su eje colector principal en la sección de la antigua escorrentía natural o quebrada que atravesaba el campus. Esta área específica recibe los flujos superficiales de los sectores, barrios y bloques adyacentes que se conecta de manera directa con los linderos perimetrales, donde se proyectará la entrega final hacia la red de alcantarillado público existente administrada por la entidad municipal.

De manera simultánea, dentro de este mismo polígono de intervención, el proyecto delimita un área de influencia sanitaria específica destinada a la readecuación técnica de un tramo crítico de 100 metros de colector de alcantarillado sanitario, el cual se encuentra actualmente colapsado debido a su poca capacidad y sobrecarga de drenaje. Este tramo de intervención puntual recolecta y transporta las aguas servidas provenientes de zonas aledañas situadas alrededor de la Universidad, proyectando su reconexión y descarga controlada hacia la red pública de alcantarillado sanitario pública de Manta. Con esto, el área de estudio consolida un enfoque de diseño integral que mitiga tanto los riesgos por inundaciones pluviales como los focos de contaminación biológica por fallas en el sistema de evacuación de aguas servidas.

6.2 Diagnóstico de la infraestructura pluvial y sanitaria existente

A continuación, se abordará la razón por la cual es necesaria la intervención del encauzamiento de las aguas pluviales y el reacondicionamiento del tramo de alcantarillado sanitario colapsado, para la futura construcción del parque lineal proyectado.

- **Evaluación del estado actual del alcantarillado sanitario**

El sistema de alcantarillado existente en las periferias del campus central de la ULEAM más específico en la zona de la quebrada opera de manera informal como una red de tipo combinada. Aguas arribas de la sección crítica, el sistema recepta tanto descargas de aguas servidas domesticas como caudales pluviales provenientes de bajantes aledañas. Al confluir ambos flujos, la infraestructura existente sufre un fenómeno hídrico de insuficiencia hidráulica por sección estrangulada, debido a que la población de la zona y las intensidades de las lluvias han superado los parámetros de diseño con los que fue concebida la tubería original.

Esta sobrecarga provoca que el sistema funcione a presión (bajo carga hídrica), superando la capacidad de almacenamiento de la caja de revisión existente. Como consecuencia directa, el flujo hidro-sanitario rebosa por las paredes y las juntas de la estructura, emergiendo a la intemperie del sitio y generando emanaciones de gases nocivos y malos olores característicos de materia orgánica en descomposición.



Ilustración 1 Registro fotográfico de campo (campo, 2026)

Como se evidencia en la ilustración 1, las aguas mal encauzadas rebosan del cajón al superar su carga hidráulica diseñada y derivando en el fondo de la quebrada antes de ingresar a la tubería existente la cual dirige el caudal de manera deficiente hacia la red pública municipal ubicada a una distancia aproximada de 100 metros sobre la vía pública perimetral.

Frente a esta patología ingenieril, el proyecto plantea como solución definitiva la reconfiguración mediante de una estructura de alivio y derivación lateral que capte los excedentes hídricos, acoplada a la implementación de un nuevo pozo de revisión de sección ampliada y diámetro de tubería mayor, calculado para transportar eficientemente los caudales máximos hidro-sanitarios hasta su transportación final en la red pública.

- **Diagnóstico del sistema de drenaje pluvial y estado de la quebrada**

El sector correspondiente a la antigua esorrentía natural o quebrada del campus opera actualmente como el eje receptor macro de los flujos pluviales superficiales de la universidad y de sectores aledaños a la misma. Debido al continuo desarrollo de infraestructura constructiva (casas residenciales, cubiertas, bloques de facultades, calles y parqueaderos pavimentados), el coeficiente de esorrentía global se ha incrementado drásticamente, acelerando los tiempos de concentración de las tormentas. Los sectores aledaños como son el barrio de la ciudadela “los Eléctricos”, ciertas cuadras y calles de la Ciudadela Universitaria, y la universidad cuentan con una red técnica de sumideros y colectores pluviales, sin embargo, la totalidad del agua lluvia no es derivada de manera correcta hacia el alcantarillado público de la ciudad, siendo parte de esta encauzada y derivada por gravedad hacia las cotas más bajas de la quebrada. En la siguiente ilustración se muestra un extracto del mapa catastral de la zona de estudio que detalla las divisiones prediales de los sectores previamente mencionados. Asimismo, se identifica la

microcuenca (resaltada con color azul y magenta) y se esquematiza la dirección de confluencia de los caudales hacia el cauce de la quebrada.

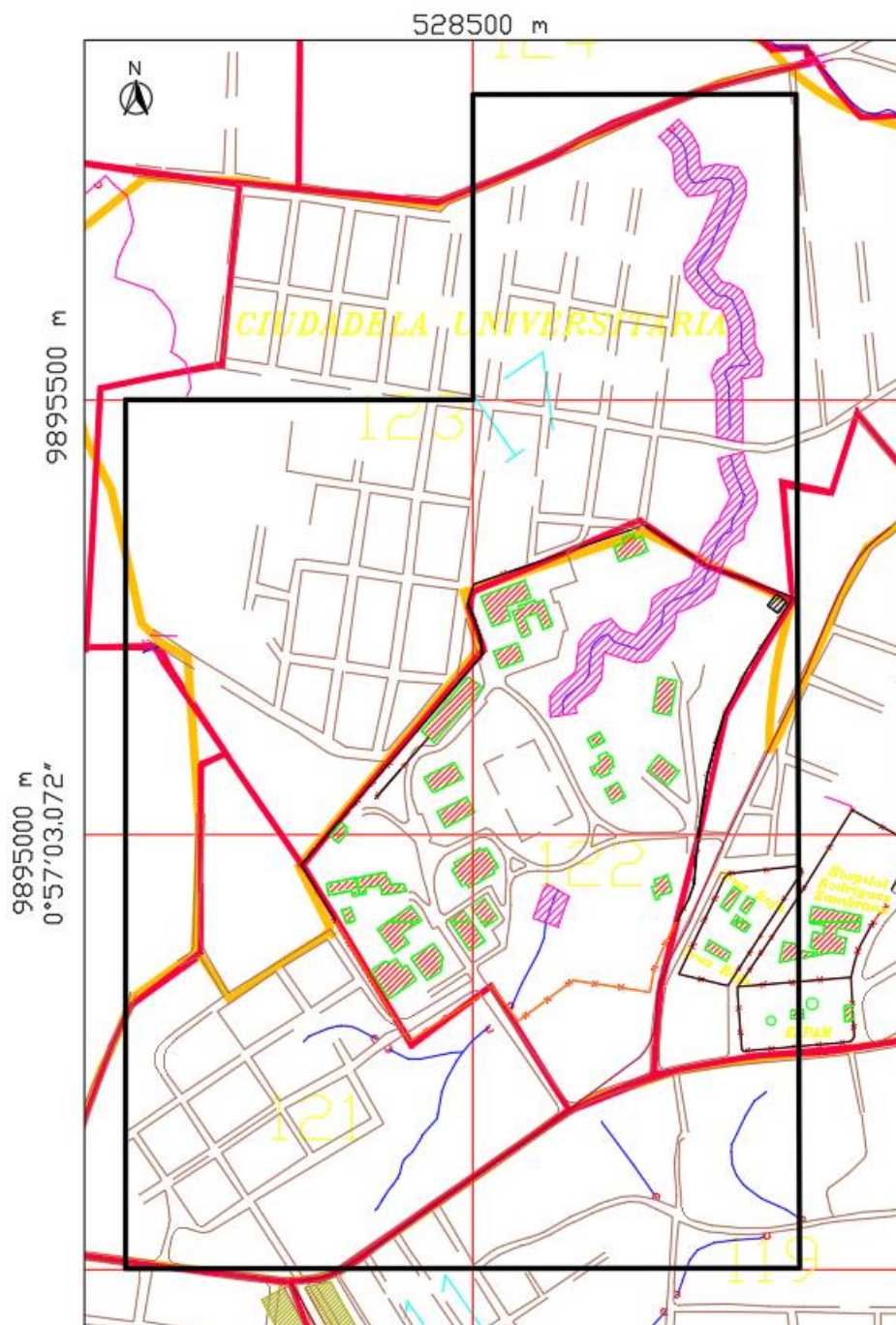


Ilustración 2 Polígono Campus Universitario y zonas aledañas tomado del plano catastral de la ciudad de Manta (Quiroz, 2021)

Esta masa de agua pluvial impacta directamente a la quebrada pudiendo provocar inestabilidad en los taludes que rodean a la quebrada. La falta de estructuras de captación y canales revestidos en esa zona provoca que el agua lluvia se acumule y genere canales de erosión en las laderas de la quebrada. Este estancamiento masivo no solo acelera la pérdida de estabilidad geotécnica de los taludes, sino que anula por completo el uso del espacio físico, justificando la urgente necesidad de implementar colectores pluviales independientes que capten las aguas de tormenta en los puntos de origen antes de su ingreso descontrolado al sector de la quebrada.

6.3 Zonificación

Presenta una zonificación, que podría considerarse mediana, pero en constante expansión debido a la cercanía con la Universidad Laica Eloy Alfaro Delgado, teniendo etapas del año dónde la densidad poblacional crece debido a los períodos académicos, a su vez la zona urbana está rodeada de viviendas y calles que permiten la circulación ordenada de la población.

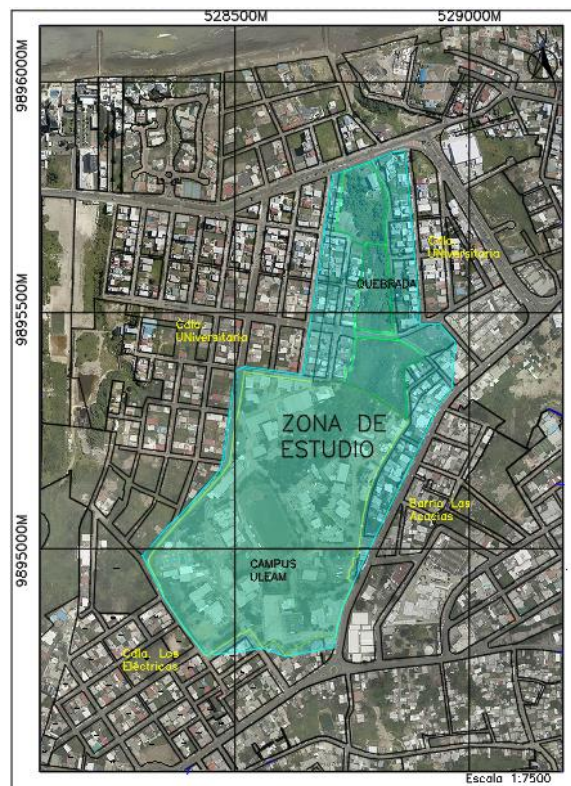


Ilustración 3 Zona de estudio. Elaboración propia a partir de cartografía de la EPAM.

6.3.1 Área de proyecto

El área del proyecto será en la zona de la quebrada ubicada en la matriz principal, cuya cuenca comienza desde los límites de la universidad atravesando la zona de la calle universitaria hasta los predios del teatro La Trinchera, abarcando aproximadamente un recorrido de unos 500 metros lineales, llegando a la calle 32 donde se encuentra el alcantarillado pluvial público de la ciudad de Manta.

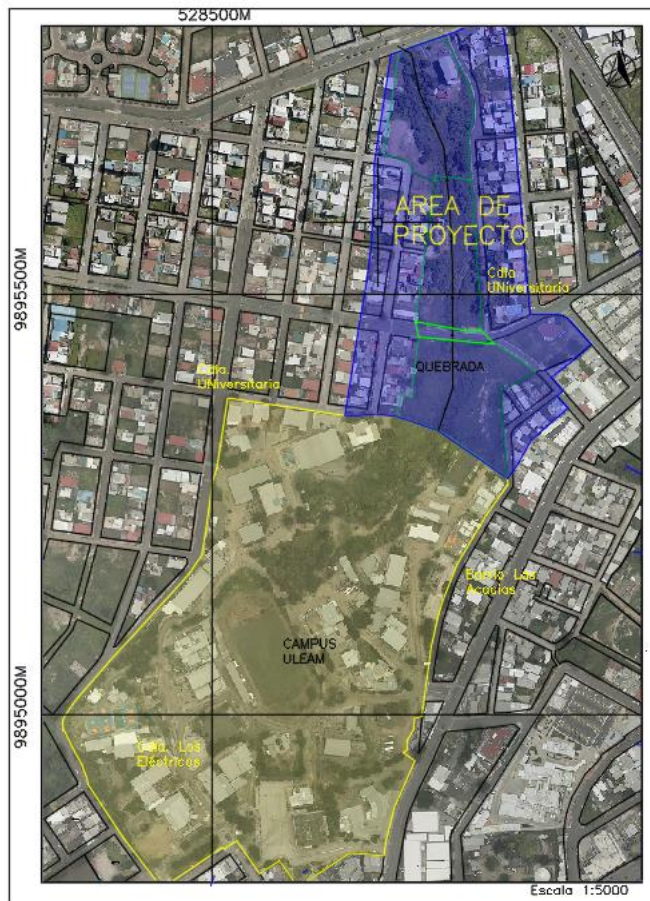


Ilustración 4 Área de proyecto (Earth, s.f.)

6.4 Levantamiento topográfico

Para el desarrollo de los diseños hidráulicos y la readecuación de las pendientes de ambas redes, se ejecutó un levantamiento topográfico de alta precisión empleando equipos de posicionamiento global GNSS en modalidad RTK.

La metodología de campo consistió en el establecimiento de puntos de control georreferenciados (BM's) en zonas estables del campus universitario, lo que permitió enlazar de manera precisa las plani-altimetrías del polígono de influencia hídrica y el trazado del eje sanitario colapsado.

Estos fueron los puntos tomados:

Tabla 1 Levantamiento topográfico

1	9894979.68	528539.27	43
2	9895087.33	528557.9	35
3	9895100.04	528555.17	35
4	9895453.58	528478.94	26

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2 Levantamiento topográfico

1	9894742.6310	528186.104	49.403
2	9894737.5545	528189.1504	49.2651
3	9894907.8144	528480.685	34.2191
4	9894891.8315	528480.7576	33.4591
5	9894939.4831	528511.7932	34.8981
6	9895084.8286	528601.2453	33.8221
7	9895085.8490	528586.4108	31.9831
8	9895087.8500	528565.0073	30.4751
9	9895090.9250	528533.8259	31.7881
10	9895093.5026	528505.7207	34.7611
11	9895106.0179	528515.6694	33.9571
12	9895102.0067	528533.901	32.0141
13	9895096.1763	528582.659	31.4471
14	9895246.2212	528562.6584	27.5341
15	9895451.1549	528485.1456	21.2851
16	9895450.7885	528484.0847	21.2781
17	9895452.0203	528473.5031	21.1541
18	9895459.8184	528480.0927	21.2561

Fuente: Elaboración Propia

6.5 Elevación del terreno

La tubería de alcantarillado pluvial que desemboca en la quebrada tiene una altura de terreno de 33.94 y su cota de proyecto de 30.94; y el alcantarillado pluvial al q se proyecta encauzar las aguas pluviales se encuentra en la cota de proyecto 19.28. Lo cual nos indica un desnivel de alrededor de 10 metros.

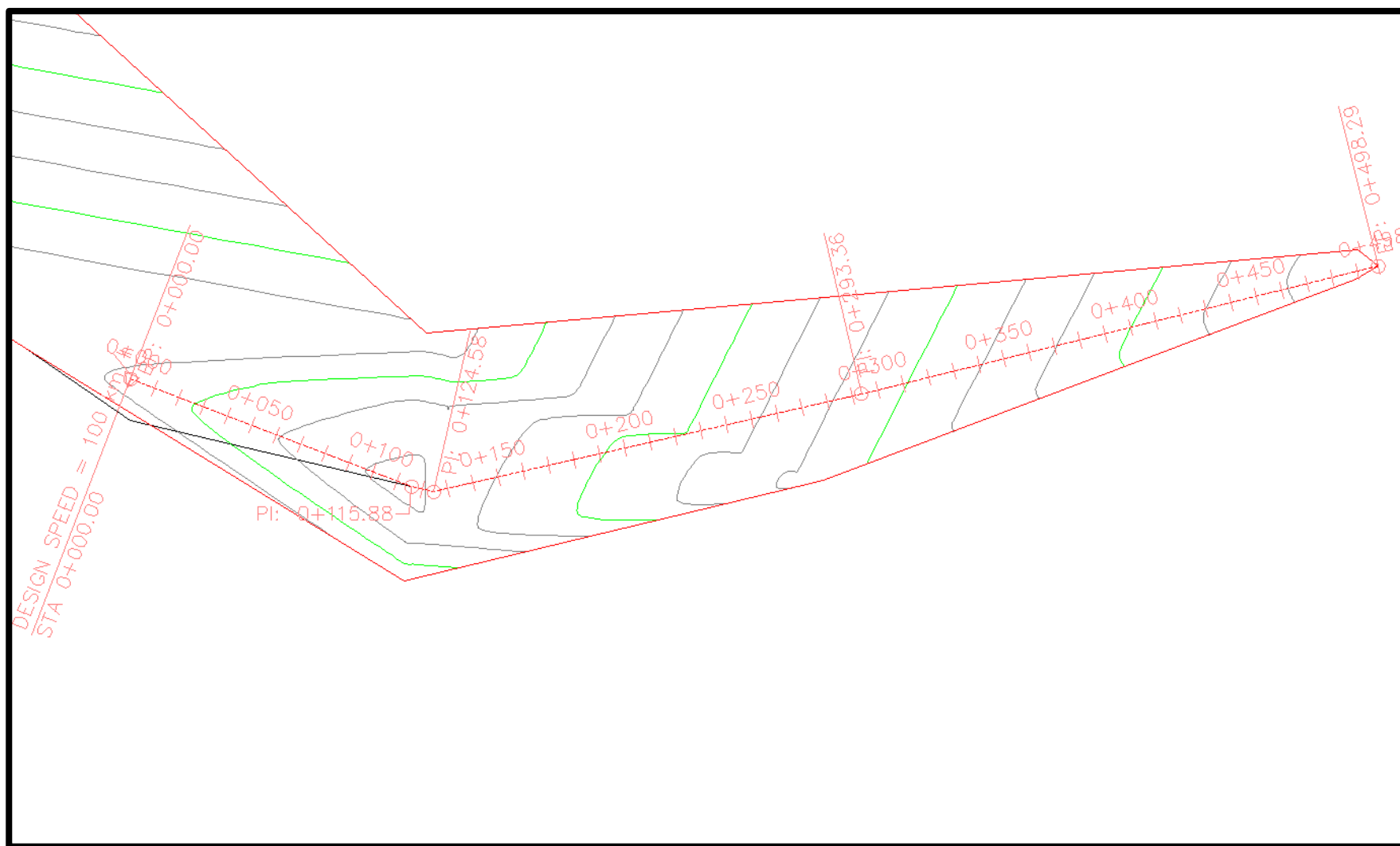


Ilustración 5 Topografía del área de diseño

Fuente: Elaboración Propia

7. CAPÍTULO II: Sistemas de alcantarillado Pluvial y Sanitario

El alcantarillado pluvial es el sistema de drenaje encargado de captar y conducir las aguas de lluvia generadas en cubiertas, calzadas y demás superficies impermeables, con el fin de evacuar los caudales de escorrentía y evitar encharcamientos o inundaciones en zonas urbanas. Está conformado por sumideros, colectores pluviales, estructuras de ingreso, pozos de revisión y obras de descarga hacia cauces naturales, redes mayores o estructuras de control. (Arquitectos, 2024)

7.1 Fundamentos avanzados de ingeniería de drenaje pluvial urbano

7.1.1 Dinámica del Ciclo Hidrológico en zonas urbanas

La evaluación del drenaje pluvial en infraestructuras institucionales modernas exige un análisis riguroso de las modificaciones termodinámicas y mecánicas que sufre el ciclo del agua en entornos pavimentados (Paredes, 2020). La urbanización y expansión física del campus de la ULEAM actúan como un factor disruptivo antrópico que rompe el equilibrio hidrogeológico natural del suelo (Paredes, 2020). En un entorno virgen, el balance hídrico se distribuye en componentes de infiltración somera, percolación profunda, evapotranspiración y una fracción menor de escorrentía superficial. Sin embargo, la introducción de superficies impermeables rígidas como las cubiertas, las losas de hormigón, las calles pavimentadas, entre otras anula drásticamente la capacidad de retención hídrica del terreno.

Desde la perspectiva de la física de fluidos, esta impermeabilización masiva elimina el almacenamiento en depresiones y la resistencia al avance que ofrece la vegetación natural. Al no existir fricción ni capacidad de infiltración, la energía potencial del agua de lluvia se transforma inmediatamente en energía cinética, generando un flujo laminar superficial que se desplaza a altas velocidades. Este fenómeno no solo acorta los tiempos hidráulicos de respuesta de la cuenca, sino que multiplica el volumen del caudal pico que converge de forma caótica hacia el fondo de la quebrada (Paredes, 2020). El estrato de relleno artificial ubicado en esta zona baja, al carecer de un

sistema de confinamiento y evacuación técnica, absorbe los excedentes por gravedad, saturándose rápidamente y reduciendo la presión de poros del suelo, lo que desencadena procesos de inestabilidad de taludes y subsidencia estructural que amenazan las cimentaciones civiles colindantes.

Para el diseño pluvial se delimita la cuenca o microcuenca urbana que aporta escorrentía al sistema, identificando su área, pendientes, usos del suelo y grado de impermeabilización. Estos factores influyen en la cantidad de escorrentía generada y en el tiempo de concentración, que es el intervalo requerido para que una lluvia uniforme produzca el caudal máximo en la salida de la cuenca. (tut, 2017).

En cuencas urbanas pequeñas es común estimar el caudal pluvial de diseño mediante el método racional, que relaciona caudal máximo, intensidad de lluvia de diseño, coeficiente de escorrentía y área de la cuenca, considerando un período de retorno acorde a la importancia de la infraestructura. La intensidad de la lluvia, el coeficiente de escorrentía y la selección del período de retorno se realizan con base en guías y manuales de diseño de alcantarillado pluvial y drenaje urbano, así como en la normativa hidrológica vigente. (Arquitectos, 2024).

7.1.2 Manejo y encauzamiento de quebradas urbanas

Las quebradas en entornos urbanos suelen recibir históricamente descargas de aguas residuales, residuos sólidos y escorrentía mal manejada, lo que genera problemas de contaminación, socavación de taludes e inundaciones en las zonas aledañas. Estrategias recientes de gestión han planteado la recuperación integral de estas quebradas, combinando la construcción de redes de alcantarillado que recojan las aguas servidas con obras de drenaje y encauzamiento que controlen los caudales de lluvia y estabilicen las márgenes. (EPMAPS, 2012)

En varios casos de ciudades latinoamericanas se ha demostrado que la implementación de

colectores sanitarios, sistemas de drenaje pluvial y obras de estabilización de taludes constituye un paso previo necesario para transformar quebradas degradadas en corredores ambientales y espacios públicos seguros. Este enfoque es especialmente relevante cuando se proyectan parques lineales a lo largo de cauces existentes, ya que la calidad del agua, la protección contra inundaciones y la seguridad de los usuarios dependen directamente del manejo adecuado de las descargas y de la escorrentía (digital, 2012). Conceptualmente, se define como el tiempo estrictamente necesario para que una partícula de agua lluvia, precipitada en el punto geográfico y topográficamente más alejado de la cuenca aportante, viaje a través de los diferentes gradientes de pendiente hasta alcanzar el punto de control o nodo de captación evaluado (INEN, 2021).

7.1.3 Modelación Temporal mediante el Tiempo de Concentración (T_c)

El Tiempo de Concentración (T_c) es el parámetro cronológico fundamental que gobierna la respuesta hidráulica de una subcuenca urbana ante un evento hidro-meteorológico (INEN., 1992). Conceptualmente, se define como el tiempo estrictamente necesario para que una partícula de agua lluvia, precipitada en el punto geográfico y topográficamente más alejado de la cuenca aportante, viaje a través de los diferentes gradientes de pendiente hasta alcanzar el punto de control o nodo de captación evaluado (INEN., 1992). En el diseño de sistemas pluviales, la determinación precisa de este intervalo es crítica: un T_c subestimado sobredimensionará innecesariamente los colectores, mientras que un T_c sobreestimado resultará en diámetros insuficientes que provocarán el colapso hidráulico y una consecuente inundación.

Para el análisis de los tramos colectores pluviales, el cálculo del T_c se subdivide de forma explícita en dos fases dinámicas secuenciales:

- Tiempo de escorrentía superficial o de entrada: Representa los minutos que le toma al agua lluvia discurrir sobre los techados, patios y calzadas antes de ingresar a un sumidero. Su cálculo se rige por factores de rugosidad superficial y pendientes viales.

- Tiempo de viaje en el conducto: Es el tiempo de tránsito del flujo en movimiento una vez que ingresa a la red de tuberías, calculado mecánicamente dividiendo la longitud del tramo para la velocidad real de diseño obtenida mediante la ecuación de Manning.

Debido a que el campus de la universidad presenta pendientes longitudinales pronunciadas hacia la zona del relleno, las velocidades de aproximación superficial son elevadas, lo que comprime el T_c global y exige que la red colectora responda con una capacidad de evacuación casi instantánea

7.1.4 Ecuación de Manning

La ecuación de Manning es una de las fórmulas más utilizadas en la ingeniería civil e hidráulica para calcular la velocidad del agua y el caudal en canales abiertos (ríos, canales artificiales, alcantarillados) y tuberías que no trabajan a sección llena (flujo por gravedad).

Fue propuesta por el ingeniero irlandés Robert Manning en 1889.

La ecuación se expresa comúnmente de dos formas, dependiendo de lo que desee calcular:

- Para calcular la velocidad media (V):

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Ilustración 6 fórmula general de Manning

Fuente: (Manning, 1889)

- Para calcular el caudal (Q):

Como el caudal es $Q = A \cdot V$, la fórmula se convierte en:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Ilustración 7 fórmula de Manning para caudal

Fuente: (Manning, 1889)

7.1.5 Parametrización Coeficiente de Escorrentía Ponderado (C)

El Coeficiente de Escorrentía (C) es una variable física adimensional de vital importancia que cuantifica la capacidad de respuesta y la impermeabilidad de una superficie sometida a una precipitación (Bastidas, 2010). Matemáticamente, representa la relación directa existente entre el volumen de agua que efectivamente escurre por la superficie y el volumen total de agua lluvia que se precipitó sobre el área de estudio. Los valores de este coeficiente fluctúan teóricamente en un rango de 0.00 a 1.00, donde un valor nulo describe una superficie ideal de infiltración absoluta (como un terreno arenoso seco) y la unidad representa una superficie de impermeabilidad perfecta (como una lámina metálica o de vidrio) (INEN, 2021).

En el campus, a las zonas de pavimentos rígidos y techados de bloques de aulas se les asignan coeficientes críticos elevados (entre 0.85" y " 0.95) debido a su nula porosidad, mientras que a las áreas verdes y jardines remanentes se les asocian valores menores (entre 0.15" y " 0.30) (INEN., 1992). Este promedio ponderado garantiza que el caudal de diseño refleje la escorrentía real combinada que impactará sobre la red colectora.

7.1.6 Intensidad de precipitación

En la zona de la ciudad de Manta se conoce que existe escasez de lluvias durante el año, sin embargo, en los meses de lluvia se han llegado a registrar datos históricos según el INAMHI de hasta 110mm/h en periodos cortos de tiempo durante los fenómenos del niño, llegando a datos mensuales recolectados en Manabí por las estaciones meteorológicas de 230mm de lluvia mensuales (INAMHI, 2026), habiendo recolectado estos datos del Instituto de Tiempo, Clima y Agua del Ecuador se diseña en rangos elevados de intensidad de precipitación; teniendo en cuenta que se ubica un colector principal de 800mm q actúa como descarga principal directa hacia la quebrada.

7.2 Readecuación de Red Sanitarias

7.2.1 Aporte de Caudal en Campus Universitarios

La determinación de las demandas de diseño para el tramo objeto de readecuación en el campus de la ULEAM difiere sustancialmente de los métodos de cálculo demográficos empleados en zonas residenciales convencionales. En la ingeniería sanitaria urbana, los caudales se proyectan en función de censos poblacionales habitacionales y tasas de crecimiento geométrico o exponencial a largo plazo. Sin embargo, un complejo universitario se rige bajo un modelo de población flotante institucional de alta concentración intermitente (Parrales Córdova, 2020)

Para estimar el Caudal Medio Diario (Q_{md}) aportante a la sección crítica evaluada, se debe procesar estadísticamente la densidad de estudiantes, docentes y personal administrativo que saturan los bloques áulicos superiores durante las jornadas académicas (Parrales Córdova, 2020). La fórmula de cuantificación de la masa líquida residual se expresa matemáticamente mediante la siguiente relación ingenieril:

$$Q_{md} = \frac{P_f \cdot D_i \cdot C_r}{86400}$$

Ilustración 8 Caudal medio diario

Donde:

- P_f : Población futura o flotante máxima proyectada para el horizonte de diseño de la infraestructura del campus.
- D_i : Dotación institucional de agua potable por habitante al día ($L/\text{hab} \cdot \text{día}$), parametrizada por las normativas vigentes para centros educativos en zonas de clima cálido (INEN., 1992). Para la readecuación del alcantarillado sanitario se consideró 150 litros.

- C_r : Coeficiente de retorno de aguas servidas. Este factor adimensional (fijado normativamente en 0.85) establece que el 85% del volumen de agua potable consumido en los laboratorios y baterías sanitarias de los bloques es devuelto instantáneamente al colector en forma de desecho líquido residual.

7.2.2 Patología Hidráulica del Flujo en Carga y Fenómeno de Sección

Estrangulada

El colapso operativo del colector antiguo en la zona de la quebrada se explica físicamente a través de la pérdida del régimen de flujo libre a gravedad. Los conductos de alcantarillado sanitario se calculan para operar como canales abiertos, donde la superficie del líquido está en contacto permanente con la presión atmosférica del aire (Jiménez Rivera, 2021). No obstante, al ingresar caudales de escorrentía pluvial no controlados provenientes de las bajantes superiores de las cubiertas, el volumen total del fluido superó la capacidad volumétrica del tubo antiguo.

Cuando el caudal real (Q_{real}) excede la capacidad a sección llena (Q_{lleno}) de un conducto rígido, el sistema experimenta una transición hidrodinámica forzada hacia un régimen de flujo a presión o en carga (Jiménez Rivera, 2021). Al no poder expandirse el volumen de agua dentro de los límites del diámetro existente, la línea de energía piezométrica se eleva por encima de la cota de terreno natural de la tubería. Este incremento de presión hidrostática interna somete a las juntas del colector a esfuerzos de empuje axial para los que no fueron diseñadas, fracturando los acoples y destruyendo la clave del tubo.

Mecánicamente, esto produce un estrangulamiento hidráulico: el agua residual rebosa por las paredes de la caja de revisión ante la resistencia por fricción del conducto aguas abajo, generando inundaciones superficiales con altos índices de contaminación orgánica y desestabilizando el suelo de soporte por el lavado severo de las partículas finas del relleno artificial.

7.2.3 Criterios de Rediseño: Relación de Llenado Mínima, Máxima y Teoría de la Fuerza Tractiva

Esta holgura del 25% del espacio superior asegura un colchón de aire indispensable para la ventilación y renovación del oxígeno atmosférico (EMAAP-Q., 2009). La presencia de oxígeno libre en la clave del tubo inhibe la proliferación de bacterias anaerobias estrictas, reduciendo la reducción química de los sulfatos y previniendo la formación de sulfuro de hidrógeno gaseoso, componente responsable de los malos olores en la zona y de la corrosión ácida de las paredes de cemento (EMAAP-Q., 2009).

De forma complementaria, el gradiente de la pendiente topográfica del tramo de 100 metros se calcula aplicando la Teoría de la Fuerza Tractiva o Tensión de Arrastre (T), la cual evalúa el esfuerzo tangencial ejercido por el fluido en movimiento sobre el perímetro mojado de la tubería (Parrales Córdova, 2020). El diseño civil exige que el flujo genere una tensión tractiva mínima $T \geq 1.0$ Pa (Pascuales) o, en su defecto, mantenga una velocidad real de autolimpieza superior a 0.60m/s. Este parámetro garantiza mecánicamente que el agua residual tenga la fuerza cortante necesaria para arrastrar de forma continua los lodos orgánicos suspendidos y las arenas pluviales infiltradas, evitando la sedimentación y garantizando que el sistema opere de manera autolimpiante hasta su descarga final en la red municipal (Bastidas, 2010).

8. CAPÍTULO III: Memoria de Cálculo y diseño (Resultados de Excel)

Este capítulo expone de forma detallada el procesamiento numérico, la modelación hidráulica y la evaluación de capacidades tanto para la red de drenaje pluvial del campus como para la readecuación del tramo de alcantarillado sanitario colapsado. Los cálculos se fundamentan en las ecuaciones de continuidad y cantidad de movimiento desarrolladas en el marco teórico, garantizando el cumplimiento estricto de los rangos normativos vigentes.

8.1 Diseño Hidráulico del Sistema de Alcantarillado Pluvial

El procesamiento del diseño pluvial para el campus central de la ULEAM se fundamenta en la cuantificación de las escorrentías superficiales máximas generadas por las subcuencas tributarias. Para estimar los caudales de diseño (Q_{max}) aplicados a los colectores principales, se resolvió la ecuación clásica del Método Racional de forma secuencial y acumulativa por tramos.

La intensidad de la lluvia (I) se determinó correlacionando el Tiempo de Concentración (T_c) acumulado en cada nodo con las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia de la estación meteorológica de Manta. Por su parte, el Coeficiente de Escorrentía Ponderado se parametrizó considerando la alta impermeabilización de los bloques de aulas, parqueaderos y laboratorios circundantes, concentrando las descargas por gravedad hacia la zona de la antigua quebrada del campus.

8.2 Análisis de Datos Para Obtener las Intensidades de precipitación

En este estudio de precipitaciones máximas se pretende obtener los pluviogramas y datos de tiempos de retorno que son indispensables para el cálculo de los caudales del sistema de alcantarillado pluvial.

El primer paso para obtener los pluviogramas es recopilar las curvas IFD (Intensidad,

Frecuencia y Duración) de las estaciones meteorológicas locales. Con estos datos se aplica el método de bloques alternos lo que permite crear tormentas de diseño o pluviogramas sintéticos con intensidades acordes a su probabilidad de que ocurran. (CHÁVEZ ROJAS NOE FREDDY, 2025)

Estaciones Meteorológicas empleadas

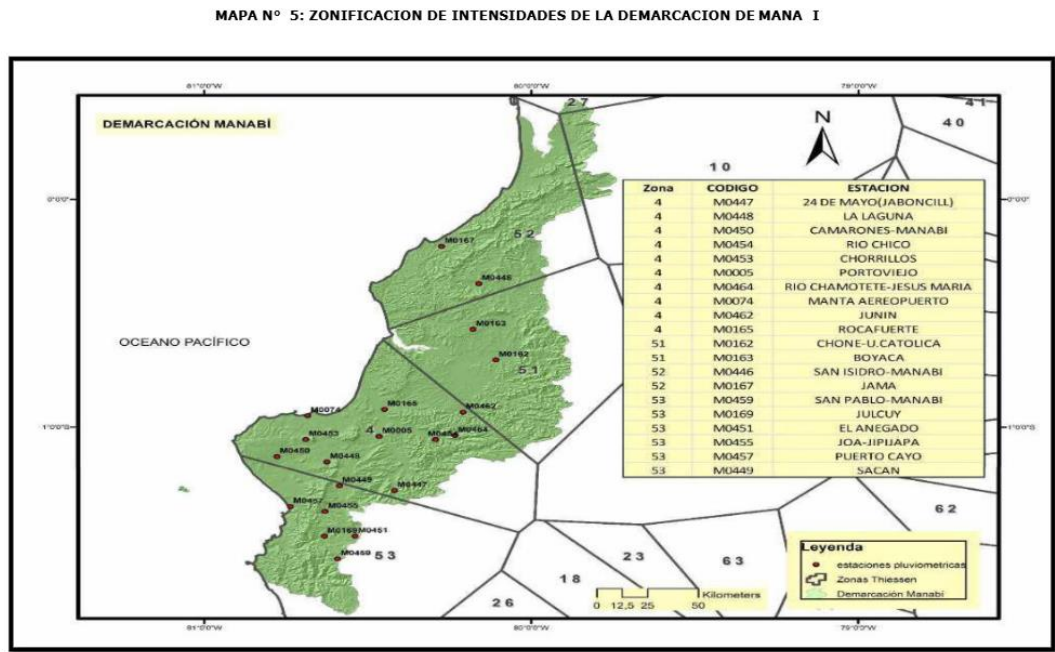
En el Ecuador, la red más extensa de estaciones meteorológicas es administrada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, a lo largo de varios años esta entidad emitió los anuarios meteorológicos e hidrológicos que reunían gran parte de los datos que recopilaba esta organización. Esta información es imprescindible para realizar el diseño de la red de AALL

En un estudio publicado y realizado por el INAMHI (INHAMI, 2015) se lleva a cabo un análisis exhaustivo de la información de precipitación, tanto de los pluviógrafos como de los pluviómetros, y se logra establecer áreas de impacto de cada estación pluviométrica a escala nacional (fundamentadas en la estrategia de polígonos de Thiessen) y se proponen ecuaciones de curvas IFD para las estaciones pluviométricas ubicadas en cada área de influencia que están condicionadas por lo que se denomina Intensidad de lluvia a 24 horas $IdTR$ (mm/h). (CHÁVEZ ROJAS NOE FREDDY, 2025).

Dada la zona en la que está ubicada el área de estudio en la que se va a realizar el diseño, la estación principal que encontramos en la zona es la PORTOVIEJO-UTM con código M005, que se encuentra en el cantón Portoviejo; sin embargo, existe una estación secundaria en la ciudad de Manta nombrada como MANTA AEROPUERTO con código M0074, y es por mucho la más cercana a la ULEAM, y que representa una amplia serie histórica de datos.

En el trabajo investigativo (CHÁVEZ ROJAS NOE FREDDY, 2025) se plantea trabajar de la misma forma teniendo en cuenta los períodos de retorno $Tr = 2, 5, 10, 25, 50, 100$ años, aunque para diseñar sólo se tomará en cuenta el período de retorno $Tr = 10$ años ya que es el normado para el

sistema de drenaje propuesto.



INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfono: (593-2) 3971100 - Fax: (593-2) 2241874.

Determinación de Ecuaciones para el Cálculo de Intensidades Máximas de Precipitación Pág. 196

Ilustración 6 Zonificación de intensidades Manabí (INHAMI, 2015)

Obtención de la intensidad de lluvia

En la estación MANTA AEROPUESRTO, se encontraron datos de 1999 con sus respectivas fórmulas ITR:

Código **M074** estación **MANTA AER.**

M-074	MANTA AER.	5 min < 185 min	$I_{TR} = 51.584 t^{-0.3842} Id_{TR}$
		185 min < 1440 min	$I_{TR} = 1019.5 t^{-0.9502} Id_{TR}$

Ilustración 7 Ecuaciones representativas de estaciones (Hidrológica, 1999)

Intensidades máximas en 24 horas periodo 1964 – 1998

INTENSIDADES MAXIMAS EN 24 HORAS
DETERMINADAS CON INFORMACION PLUVIOGRAFICA
PERIODO : 1964-1998

CODIGO	ESTACION	COORDENADAS		ALTITUD (mts)	Tr (años)				
		LATITUD	LONGITUD		5	10	25	50	100
M-066	Ambato Aerop.	01° 12' 00" S	78° 34' 00" W	2515	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60
M-067	Cuenca	02° 53' 12" S	78° 59' 00" W	2516	2,20	2,50	2,90	3,20	3,50
M-068	Tiputini Aerop.	00° 46' 00" S	75° 32' 00" W	0219	4,70	5,70	7,10	8,30	9,70
M-072	Machala Aerop.	03° 15' 50" S	79° 57' 40" W	0004	4,01	4,64	5,37	5,88	6,37
M-073	Taura	02° 16' 00" S	79° 40' 50" W	0017	4,04	4,92	6,08	6,99	7,93
M-074	Manta Aerop.	00° 57' 00" S	80° 41' 00" W	0012	3,97	5,05	6,40	7,39	8,36
M-075	Cuenca Aerop.	02° 31' 18" S	78° 09' 45" W	0995	3,00	3,40	3,80	4,20	4,50

Ilustración 8 intensidades máximas año 1999 (Hidrológica, 1999)

Sin embargo las fórmulas con las que se van a trabajar de acuerdo a las zonas que existen en Ecuador son las de la zona #4, **estación: M0005, nombre: PORTOVIEJO-UTM** (CHÁVEZ ROJAS NOE FREDDY, 2025).

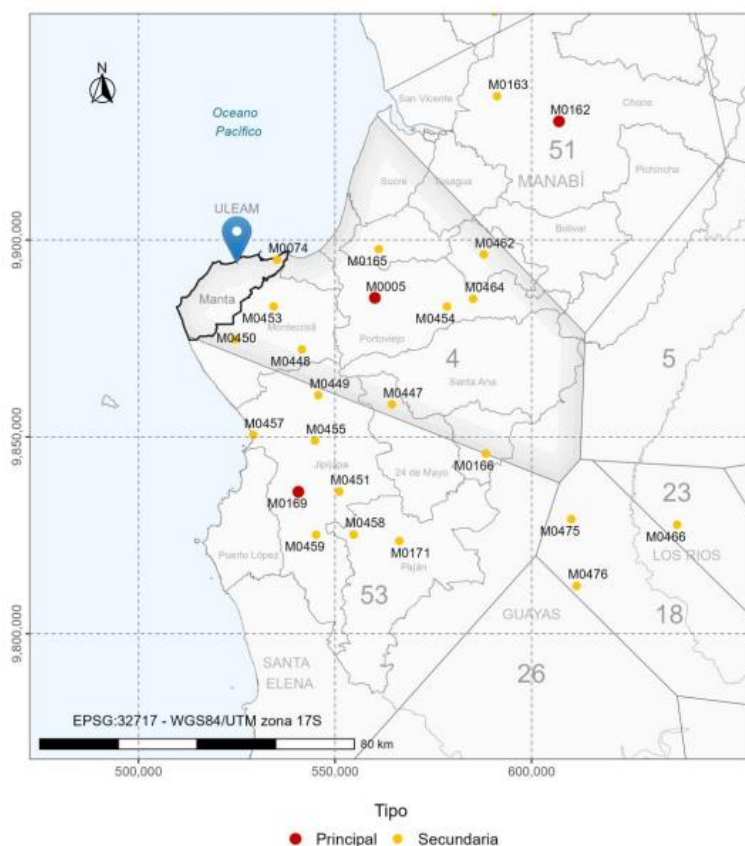


Ilustración 9 Zona 4 Manabí, extraído de (CHÁVEZ ROJAS NOE FREDDY, 2025)

[illegible]

En los archivos del INHAMI no se encontró datos de la estación secundaria de Manta, sin embargo, el trabajo de tesis investigativo (CHÁVEZ ROJAS NOE FREDDY, 2025) al igual que los informes de investigación con los que cuenta la Universidad manejan valores de T_r , para los periodos de años mencionados anteriormente.

39

[illegible]

Con estos datos se calculó y realizó también el hietograma para un tiempo de retorno de 10 años:

Tabla 1 Cálculo para poder realizar el gráfico del Hietograma en forma de campana (elaboración propia)

TIEMPO	INTENSIDAD	P. ACUM	P. INCR	BLO, ALTER
5	127.873	10.656	10.656	0.33406107
10	92.640	15.440	4.784	0.3600491
15	76.722	19.180	3.740	0.39091188
20	67.115	22.372	3.191	0.42822086
25	60.500	25.208	2.837	1.64427249
30	55.583	27.791	2.583	1.76184232
35	51.738	30.180	2.389	1.91077757
40	48.623	32.415	2.235	2.10834797
45	46.032	34.524	2.108	2.38912544
50	43.831	36.526	2.002	2.83673643
55	41.931	38.436	1.911	3.74034251
60	40.268	40.268	1.832	10.65608
65	38.797	42.030	1.762	4.78396351
70	37.483	43.730	1.700	3.19134389
75	36.299	45.374	1.644	2.5828035
80	35.065	46.753	1.379	2.23494725
85	33.320	47.203	0.450	2.00191903
90	31.754	47.631	0.428	1.83155529
95	30.341	48.040	0.409	1.69986223
100	29.058	48.431	0.391	1.37892624
105	27.889	48.805	0.375	0.44998271
110	26.818	49.165	0.360	0.40863693
115	25.832	49.512	0.347	0.37478675
120	24.923	49.846	0.334	0.34652291

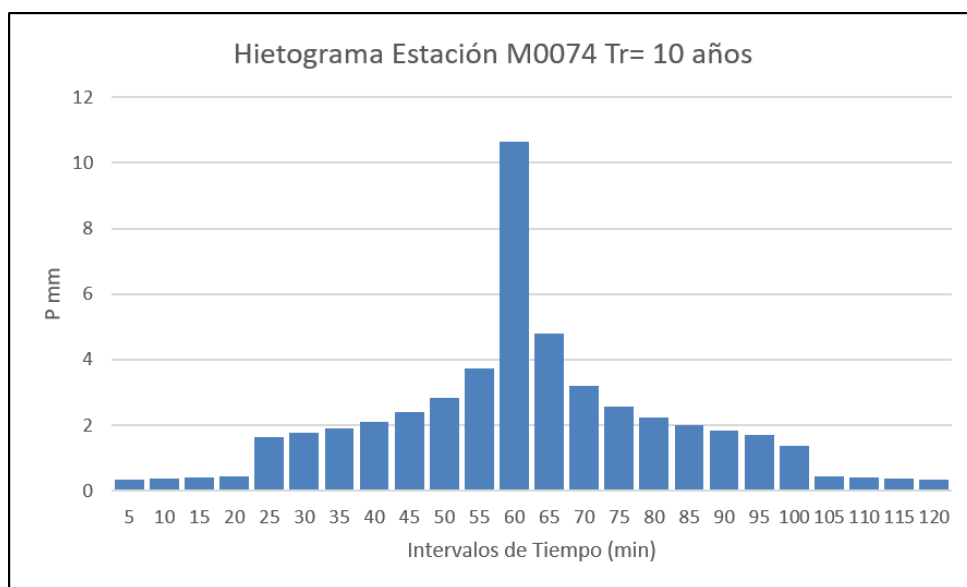


Ilustración 12 elaboración propia

8.3 Análisis Comparativo de Datos Sobre los Caudales de la Red AALL de la Universidad

Para el desarrollo del presente diseño hidráulico, se recabó la información planimétrica, topográfica, diámetros nominales de tuberías que se utilizaron, planos de AALL donde se encuentran los caudales que convergen hacia la quebrada; y demás información necesaria, la cual fue suministrada oficialmente por la Dirección de Infraestructura, Obras, Patrimonio y Medioambiente de la universidad, quien es la entidad encargada de desarrollar, contratar y ejecutar las obras dentro del campus universitario.

En un informe del año 2023 brindado por ellos, muestra cómo se plantea realizar la ejecución del tramo 2 del encauzamiento de las aguas hacia los límites del predio universitario con la quebrada.

1.4. Área geográfica y cobertura del sistema de encausamiento.

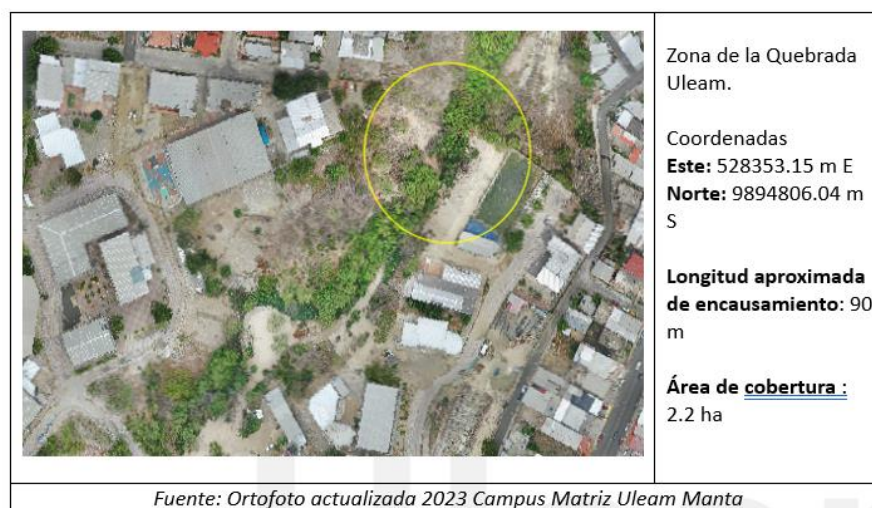


Ilustración 13 Extraído de un informe del DIOP (DIOP Dirección de Infraestructura, 2023)

Para dicho tramo se manejó un diámetro de tubería de 875mm para asegurar un rendimiento eficiente y seguro del sistema.

La dirección también me brindó el diseño y los planos de la red interna de alcantarillado pluvial en donde se muestran los caudales del predio universitario, la dirección del flujo, y hacia dónde convergen y descargan las aguas pluviales. Dicho plano se encuentra en la sección de anexos y

detalla todos los valores mencionados anteriormente.

En cuánto, a los caudales finales de descarga que se muestran en los planos y llegan directamente a la zona de la quebrada que fue rellenada y ubicado el nuevo tramo de tubería son los siguientes:

- 2419.56 lt/s lado lateral del edificio de la facultad de Informática
- 268.91 lt/s parte de atrás del colegio Juan Montalvo
- 269.93 lt/s parte trasera del comedor universitario en la zona de la facultad de Psicología
- 16.07 lt/s detrás de la facultad de Educación
- 9.28 lt/s detrás de la facultad de Ciencias Médicas
- 14.10 lt/s detrás del auditorio de Ciencias Médicas

Lo cual la sumatoria de todos los valores, arroja un caudal de 2997.85 Lt/s que sería el caudal total que llegaría a la quebrada, y con el que se va a trabajar en el diseño del tramo de conducción que se acoplará directamente con el colector de la matriz.

Hay que hacer mención también al gran trabajo presentado en el año 2025 (CHÁVEZ ROJAS NOE FREDDY, 2025) donde se estudia el comportamiento de todo el alcantarillado pluvial dentro de los predios universitarios, pero cuyos caudales presentados en ese trabajo investigativo difieren de los planos oficiales emitidos por el DIOP; se enumeran a continuación 2 zonas de llegadas con sus respectivos caudales para poder ver la diferencia de caudales:

- 522 lt/s lado lateral del edificio de la facultad de Informática
- 226.35 lt/s parte trasera del comedor universitario en la zona de la facultad de Psicología

Estas 2 zonas sumadas arrojan un caudal de 748.35 Lt/s, lo cual muestra una diferencia notoria de lo que podría resistir en la realidad el sistema de alcantarillado pluvial dentro de la Universidad.

8.4 Valores con los que se va a trabajar el diseño

El caudal de diseño que se tomará va a ser el de los datos oficiales, el cual es 2997.85 Lt/s,

El valor de 127.87 mm/h se seleccionó de las curvas IDF calculadas, al coincidir con el tiempo de concentración base del área de estudio (5 minutos) bajo el período de retorno de diseño (10 años), cumpliendo así con los criterios del Método Racional para establecer el caudal máximo de aportación.

Las áreas de aportación para el nuevo tramo de diseño hasta el colector público serán las siguientes:

Tabla 2 elaboración propia

ÁREAS		
A1	0.39	Ha
A2	0.25	Ha
A3	0.18	Ha
A4	0.1	Ha
A5	0.22	Ha
A6	0.18	Ha
A7	0.187	Ha
A7'	0.187	Ha
A8	0.17	Ha
A9	0.09	Ha
A10	0.06	Ha

Los tramos, pozos, longitudes y áreas se muestran a continuación:

Tabla 3 elaboración propia

TRAMOS		
Pozos	Área	Longitud Tub
1 - 2	A1	57
2 - 3	A5	56
3 - 4	A6	21
4 - 5	A7	75
5 - 6	A2	75
6 - 7	A3 + A7'	75
7 - 8	A8	75
8 - 9	A4 + A9	50
9 - 10	A10	20

Insertar aquí Figura del mapa de áreas y tubería

8.5 Resultados del Diseño Pluvial a Partir de los Datos Calculados

Tabla 3 Diseño de AALL

ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA QUEBRADA DE LA ULEAM																					
Rugosidad de la tubería		0,011		PVC CORRUGADA				Coef. Escurrim.		0,7				Período de Retorno		10 años					
Intensidad de la precipitación		127,873						Corte Mínimo													
								Tiempo de concentración		5 min											
Calle	Pozo	Long m	Área Ha	GASTO Lit/seg							TUBERIA					q/Q	H m	Salto m	COTAS		Corte
				Tiempo Concent.	Coef. Escurr.	Area Equivalente		l/0.36	Q Externo Lt/s	Q Lt/s Diseño	D mm	I ‰	Llena		Terreno				Proyect.		
						Parcial	Acum						V	Q							
1	2	3	4	8	9	10	11	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
	1																	33,940	30,940	3,00	
Tramo 1		57,00	0,390	5,000	0,700	0,273	0,273	355,203	2997,850	3094,820	875	25,000	5,218	3137,977	0,9862	1,43		32,515	29,515	3,00	
	2																	32,515	29,515	3,00	
Tramo 2		56,00	0,220	5,000	0,700	0,154	0,427	355,203	2997,850	3149,522	875	25,200	5,239	3150,503	0,9997	1,41		31,104	28,104	3,00	
	3																	31,104	28,104	3,00	
	3																0,0074	31,104	28,096	3,01	
Tramo PEAD		21,00	0,181	5,000	0,700	0,127	0,554	355,203	2997,850	3194,526	882,4	26,000	5,352	3272,801	0,9761	0,55		30,558	27,550	3,01	
	4																	30,558	27,550	3,01	
	4																0,0176	30,558	27,533	3,03	
Tramo 3		75,00	0,187	5,000	0,700	0,131	0,685	355,203	2997,850	3241,022	900	25,500	5,370	3416,449	0,9487	1,91					
	5																	28,645	25,620	3,03	
	5																0,0176	28,645	25,603	3,04	
Tramo 4		75,00	0,250	5,000	0,700	0,175	0,729	355,203	2997,850	3256,686	900	23,200	5,122	3258,734	0,9994	1,74					
	6																	26,905	23,863	3,04	
	6																0	26,905	23,863	3,00	
Tramo 5		75,00	0,366	5,000	0,700	0,256	0,985	355,203	2997,850	3347,689	900	24,700	5,285	3362,431	0,9956	1,85					
	7																	25,053	22,010	3,04	
	7																0	25,053	22,010	3,04	
Tramo 6		75,00	0,177	5,000	0,700	0,124	1,109	355,203	2997,850	3391,699	900	25,200	5,339	3396,293	0,9986	1,89					
	8																	23,163	20,120	3,04	
	8																0	23,163	20,120	3,04	
Tramo 7		50,00	0,190	5,000	0,700	0,133	1,242	355,203	2997,850	3438,941	900	25,900	5,412	3443,141	0,9988	1,30					
	9																	21,868	18,825	3,04	
	9																0	21,868	18,825	3,04	
Tramo 8		20,00	0,061	5,000	0,700	0,043	1,285	355,203	2997,850	3454,108	900	26,200	5,444	3463,024	0,9974	0,52					
	AALL PUBLICO																	21,344	18,301	3,04	
																	Cota de Lleg.	21,28	18,28		
																	Salto Permitido	0,021			

8.6 Análisis de Resultados

Cómo se muestra en la tabla de datos calculados para el diseño pertinente, se aprecia caudales elevados dado que se trabajó con datos elevados para eventualidades de fuertes fenómenos ambientales que puedan ser perjudiciales, otro aspecto a tener en cuenta es la velocidad con la que se plantea el paso del agua debido a la pendiente pronunciada que tienen, esto es debido a que la cota del alcantarillado público se encuentra en zona baja y para que haya un correcto funcionamiento del alcantarillado se tuvo que considerar esas pendientes que producen dichas velocidades; sin embargo, este trabajo está considerando la normativa vigente en dónde las tuberías de material PVC mayores a 60cm de diámetro pueden tener una velocidad máxima de 7.5 m/seg (EMAAP, 2016).

Tabla 4 Velocidades máximas permitidas

TABLA N° 5.3.15.1	
Material de la Tubería	Velocidad máxima (m/seg)
Tubería de Hormigón simple hasta 60 cm. de diámetro	4,5
Tubería de Hormigón armado de 60 cm. de diámetro o mayores.	6,0
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm ²	6,0 – 6,5
Hormigón armado en obra 280/350 kg/cm ² . Grandes conducciones	7,0 – 7,5
PEAD, PVC, PRFV	7,5
Acero *	9,0 o mayor
Hierro dúctil o fundido *	9,0 o mayor
* A ser utilizado en rápidas y/o tramos cortos	

Fuente: (EMAAP, 2016)

8.7 Diseño Para Readecuación del Sistema de Alcantarillado Sanitario

8.3.1 Estimación Población Aportante

Debemos determinar cuál es la población aportante hacia la carga hidráulica del colector. Dada la premisa de que no sabemos si la conducción de aguas arriba deriva de las viviendas aledañas o de la misma universidad se tendrá a consideración ambas situaciones.

Se ocupará para el diseño de la población estudiantil y docentes alrededor de 400 personas y un área aportante de 1.1 Ha, incluyendo las zonas aledañas de viviendas.

$$D_p = \frac{400 \text{ hab}}{1.1 \text{ Ha}} = 363.63 \approx 364 \text{ hab/Ha}$$

8.3.2 Parámetros de Densidad Poblacional

Para la readecuación del tramo crítico del colector sanitario, se determinó un modelo de densidad poblacional flotante institucional en lugar de los índices habitacionales urbanos estándar. Evaluando la capacidad física instalada de los bloques de aulas y dependencias administrativas adyacentes a la zona de la quebrada, se cuantificó una población de diseño de 400 usuarios simultáneos distribuidos en un área de influencia e intervención directa de 1.1 hectáreas.

Aplicando la relación metodológica de ingeniería sanitaria, se establece una Densidad Poblacional de Diseño de 364 hab/Ha. Este parámetro permite absorber de forma segura las descargas máximas instantáneas combinadas en el nodo de la estructura de alivio proyectada, asegurando que el tirante hidráulico real en los 100 metros de longitud del nuevo colector opere bajo régimen de flujo libre a sección parcial, sin superar el límite normativo del 75% de llenado ($d/D 0.75$).

8.4 Determinación del Caudal de Infiltración

En el Ecuador, el rango de 0.0005 L/s*m (que equivale a un aporte de 0.05 L/s por cada 100 metros) se extrae formalmente de las normas dictadas por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EMAAP-Q., 2009). Dicha norma técnica es el estándar de ingeniería civil utilizado a nivel nacional por los consultores debido a que detalla de forma explícita el comportamiento hidráulico bajo diferentes niveles de complejidad y condiciones de saturación freática.

8.5 Material de Uso en la Tubería

El parámetro n o también conocido como rugosidad de tubería se considerará la implementación de una tubería de PVC el cual su valor numérico adimensional se expresa como 0.010.

8.6 Determinación del Aporte Unitario de Aguas Servidas

Para la cuantificación de la carga hidráulica residual del tramo de 100 metros, se adoptó una dotación de diseño de 150 L/hab día, conforme a los parámetros técnicos establecidos para proyectos de saneamiento en el ámbito regional, los cuales garantizan una reserva de capacidad operativa frente a variaciones del uso de las instalaciones sanitarias. Aplicando el Coeficiente de Retorno (C_r) de 0.85 (EPMAPS, 2012), se determinó un gasto específico unitario de 0.0015 L/hab*s. Este valor unitario, al ser integrado con la población flotante proyectada de 400 usuarios, permite dimensionar el nuevo colector bajo criterios de seguridad que previenen el colapso hidráulico observado en la infraestructura antigua.

8.7 Resultados del Diseño Sanitario a Partir de los Datos Calculados

Tabla 5 Diseño de Readecuación del AASS

DATOS																		
Aguas servidas =				0.0015		lts/seg*hab				Corte mínimo =				1.2				
Aguas Infiltración =				0.0010		lts/seg*m				Densidad poblacional =				360				
Aguas Ilícitas =				0.0030		lts/seg*hab.				Rugosidad de la tubería =				0.010				

Calle	Pozo	Long m	Área Ha	Población		Fact. M	GASTO Lit/seg								TUBERIA			
							Aguas serv.			Aguas Infil		Aguas Ilícitas		q Diseño	D mm	I ‰	Llena	
				Parcial	Acum.		Parcial	Acum	q * M	Parcial	Acum	Parcial	Acum				V	Q
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	1																	
Tramo 1		60.00	1.100	396.000	396.000	3.00	0.594	0.594	1.782	0.060	0.060	1.188	1.188	3.030	250	15.000	1.929	94.683
	2																	
	2																	
Tramo 2		63.00	0.400	144.000	540.000	3.00	0.216	0.810	2.430	0.063	0.123	0.432	1.620	4.173	250	15.000	1.929	94.683
	3																	

Tabla 6 Diseño de la Readecuación del AASS

q/Q	v/V	v m/s	H m	Salto m	COTAS		Corte	
					Terreno	Proyect.		
20	21	22	23	24	25	26	27	
					33.580	32.080	1.50	inicio
0.0320	0.3870	0.746	0.90					
					32.680	31.180	1.50	
					32.680	31.180	1.50	
0.0441	0.4248	0.819	0.95					
					31.780	30.235	1.55	

9. CAPÍTULO IV: Tecnología de Perforación Horizontal Dirigida

Esta metodología se define como un sistema constructivo de vanguardia perteneciente al grupo de tecnologías sin zanja. Según (Prada G. , 2015), la perforación horizontal dirigida consiste en la instalación de conductos subterráneos a través de un proceso controlado que minimiza la intervención en la superficie, utilizando equipos de perforación que permiten dirigir la trayectoria de la tubería para sortear obstáculos naturales o infraestructura preexistentes. A diferencia de los métodos convencionales, esta técnica no requiere la apertura de zanjas continuas, reduciendo significativamente el impacto ambiental y social en el área de influencia del proyecto.

9.1 Componentes y Mecánica del Proceso de Instalación

El éxito de la HDD radica en la precisión de su ejecución, la cual se desarrolla en fases secuenciales que incluyen la perforación del túnel piloto, el ensanchamiento progresivo mediante escariadores y el tiro final de la tubería. (Ariaratnam, 2014) señalan que este proceso es altamente dependiente del uso de fluidos de perforación (bentonita), los cuales cumplen la función crítica de estabilizar las paredes de la excavación, reducir la fricción durante el arrastre de la tubería y facilitar la evacuación de los detritos generados por la cabeza de corte.

9.2 Criterios de selección de materiales y radio de curvatura

En el diseño de redes de alcantarillado mediante este método, la selección del material es determinante debido a los esfuerzos de tracción a los que se somete la conducción. (Najafi, 2013) establece que el Polietileno de Alta Densidad (PEAD) es el material predilecto para estas operaciones por su alta flexibilidad y capacidad para absorber deformaciones sin comprometer la integridad estructural. Asimismo, el diseño debe contemplar el radio de curvatura admisible del material, asegurando que la trayectoria diseñada bajo la quebrada no exceda los límites de flexión que podrían causar fallos prematuros en la unión de los tramos o en el cuerpo del ducto.

9.3 Fases Operativas de la Ejecución Constructiva de la Perforación

La Perforación Horizontal Dirigida (HDD) se define como una tecnología de construcción sin zanja (No-Dig Technology) que permite la instalación, actualización y mantenimiento de redes de servicios públicos subterráneos (cables, conductos de alcantarillado, acueductos, etc.) de manera no invasiva, mitigando los impactos ambientales y sociales asociados a las excavaciones tradicionales a cielo abierto (VEERMER, 2018).

9.3.1 Fase I

La primera etapa consiste en hincar o introducir una sarta de barras de perforación flexible equipada con una cabeza de perforación articulada (cuchara deflectora) desde la fosa de entrada hasta la fosa de salida. La trayectoria no es rectilínea, sino que describe una curva parabólica suave diseñada para esquivar obstáculos subterráneos e interceptar con precisión las cotas de fondo de los pozos de revisión proyectados.

El guiado bidireccional se realiza mediante un sistema de telemetría por radiofrecuencia (sistema walk-over). Un transmisor o sonda alojada en el interior de la cabeza de perforación envía señales electromagnéticas continuas a un receptor de superficie que lee la inclinación, el ángulo de giro y la profundidad exacta del cabezal. Con estos datos, el operador de la máquina HDD ajusta el empuje y la rotación hidráulica para corregir cualquier desviación respecto al perfil longitudinal del diseño (International., 2020).

9.3.2 Fase II

Una vez que la cabeza piloto emerge con éxito en la fosa de recepción, se retira el cabezal guía y se acopla un escariador o reamer (International., 2020). Este dispositivo es un ensanchador rotativo que se jala en sentido inverso hacia la máquina de perforación para ampliar progresivamente el diámetro del túnel. Dado que la tubería sanitaria de PVC o PEAD requiere un diámetro exterior nominal (D_{ext}), el diámetro final del túnel escariado (D_{tunnel}) debe ser mayor

para evitar atascos por fricción durante el jalado. Por norma general de diseño sin zanja, se aplica la siguiente relación geométrica:

$$D_{tunnel} = 1.2 \cdot D_{ext} \text{ a } 1.5 \cdot D_{ext}$$

Este sobredimensionamiento asegura que el anillo de lodo bentonítico envuelva completamente la tubería y actúe como un lubricante hidráulico.

9.3.3 Fase III

Fase de Retracción y Halado (Tirado de la tubería); una vez definido y adecuado el canal subterráneo, la tubería o cable definitivo se engancha al extremo de las barras en el punto de salida y es traccionado (tirado de vuelta) hacia el equipo de perforación para completar la instalación (VEERMER, 2018).

9.4 Ventajas Técnicas y de Sostenibilidad de la HDD.

Frente a los métodos tradicionales de zanja abierta, la tecnología HDD ofrece beneficios significativos en el ámbito de la ingeniería civil y la gestión urbana:

- **Reducción de la huella de obra:** Requiere áreas de trabajo e intervención superficial sumamente reducidas.
- **Seguridad:** Garantiza una mayor seguridad operativa tanto para el personal técnico como para el tránsito de peatones y vehículos en el entorno urbano.
- **Mínima disrupción urbana:** Evita interferencias en el flujo del tráfico vehicular y peatonal, manteniendo activas las vías de comunicación.
- **Optimización económica y temporal:** Disminuye significativamente los tiempos de ejecución y los costos de restauración del pavimento o terreno superficial en comparación con las excavaciones convencionales.

9.5 Campos de Aplicación en Infraestructura

La versatilidad de la HDD permite su empleo en escenarios complejos de ingeniería, tales como:

- **Cruces de obstáculos artificiales:** Cruce de autopistas, carreteras y líneas ferroviarias de alto tráfico.
- **Cruces de barreras naturales:** Pasos subfluviales o cruces de cuerpos de agua y zonas ambientalmente sensibles.
- **Servicios compatibles:** Instalación de fibra óptica, líneas eléctricas de alta/media tensión, tuberías de agua potable y colectores de alcantarillado (incluyendo gravedad o presión).

9.6 Diseño Geométrico y especificaciones de la Perforación Dirigida HDD

9.6.1 Perfil de Perforación y profundidad de instalación.

Para el cruce proyectado de 17 metros de longitud mediante perforación horizontal dirigida, correspondiente a la sección de la vía que atraviesa la quebrada, avenida universidad 4, se estableció un perfil geométrico diseñado en función de la corta distancia del tramo, cuya longitud total será de 21 metros incluyendo la sección vial las distancias del talud inferior y los retiros hacia la caja de conexión a ambos lados; y el considerable diámetro exterior de la tubería seleccionada PEAD OD 1000mm, SDR 17 debido a la sección de la tubería de PVC de 875 mm existente, que le antecede.

Este método si bien requiere desarrollar una trayectoria curva tradicional (entrada y salida de la superficie), debido a la alta rigidez estructural del polietileno en estas dimensiones, resulta geométricamente inviable en una distancia tan reducida, por lo cual se adoptará una configuración de instalación directa entre pozos, conocida técnicamente como método “Pit-to-Pit HDD” (Najafi, 2013). En esta configuración, la maquinaria de perforación se emplazará directamente a la profundidad del diseño dentro del foso de lanzamiento, ejecutando la perforación en línea recta hacia el foso de recepción.

Como se evidencia en el perfil longitudinal del cruce (Ver figura XX), la trayectoria de perforación

es completamente rectilínea, respetando la pendiente hidráulica de diseño establecida.

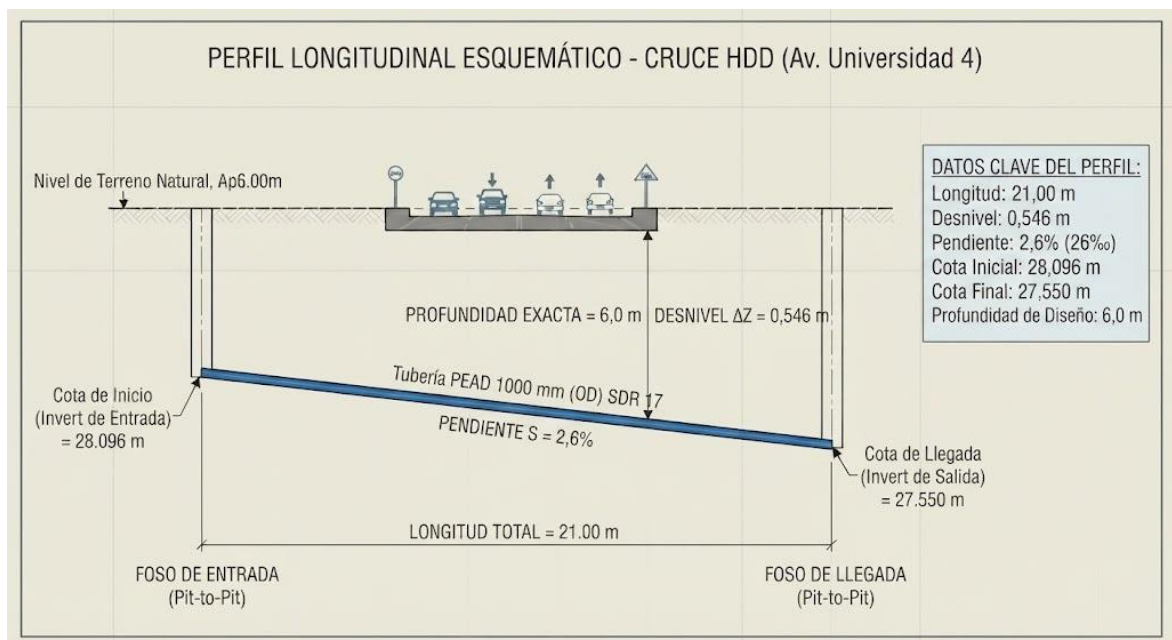


Ilustración 14 Perfil longitudinal (elaboración propia)

La Profundidad de instalación adoptada en el perfil es de 6,0 metros, la cual se justificó considerando la topografía local de la quebrada en ese punto, la disipación adecuada de cargas vivas vehiculares y peatonales en la superficie, y la necesidad de evitar interferencias con las redes de servicios existentes.

9.6.2 Especificaciones del material y método de instalación.

El diseño del cruce a través de Perforación Horizontal Dirigida (HDD) incluye una longitud total de perforación de 21 metros. Esta dimensión se estableció mediante el análisis de la topografía y la vialidad del área, asegurando los retrocesos requeridos y el cumplimiento de los anchos de los taludes en la base de la vía. De igual manera, esta extensión garantiza una separación adecuada de los fosos de lanzamiento y recepción a cada lado de la calzada, lo cual es esencial para conservar la estabilidad de los taludes, prevenir la descompresión del terreno adyacente y salvaguardar la integridad estructural del pavimento superior durante la actividad de escariado (ASCE, 2014).

Respecto a las especificaciones hidráulicas, el punto de conexión del segmento a encauzar tiene un diámetro nominal actual de 875 mm. Para conservar la capacidad de conducción por gravedad y garantizar la viabilidad del método constructivo, se establece para el cruce el uso de tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) lisa de pared sólida de Diámetro Exterior (OD) 1000 mm con un SDR 17. Esta disposición ofrece un diámetro interno efectivo de 882,4 mm (ver figura xx), cumpliendo con amplitud la sección hidráulica del colector actual de 875 mm (Plastics Pipe Institute, 2009), satisfaciendo las condiciones de flujo a gravedad calculadas para el tramo.

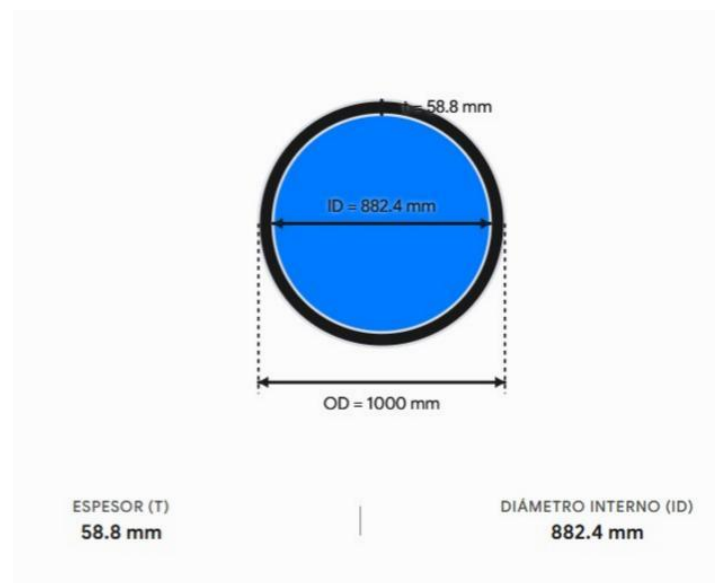


Ilustración 15 diámetro de la tubería de polietileno(elaboración propia)

Entre las características principales del material constan:

- Estructura con doble pared: Exterior ondulado para soportar cargas pesadas del terreno y el tráfico de vehículos, e interior liso para promover el rápido escurrimiento del agua de lluvia.
- Diámetros habituales: Desde 4 pulgadas (100 mm) hasta 60 pulgadas (1500 mm).
- Peso reducido: Facilita el traslado, el manejo en sitio y acelera la rapidez de instalación en comparación con el hormigón.

Beneficios en comparación con materiales convencionales:

- Inercia química: No es influenciada por la humedad, los suelos salinos o ácidos, ni por la erosión causada por sedimentos transportados por las lluvias.
- Reducción de filtraciones: Sus sistemas de sellado hermético evitan la pérdida de agua y la contaminación del suelo.
- Elasticidad: Se ajusta mejor a los movimientos sísmicos o a los asentamientos desiguales del terreno sin fracturarse.

El empleo de tubería PEAD unida por termofusión a tope es obligatorio para este segmento, dado que forma una estructura monolítica capaz de soportar los altos esfuerzos de tracción (pullback) producidos por el equipo de perforación. Debido a la significativa rigidez de una tubería de tal diámetro y la distancia del cruce (21 m), la técnica de instalación elegida es la perforación recta entre fosos (Pit-to-Pit).

Se especifica el uso de tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) resina PE 100, de pared sólida, con un Diámetro Exterior (OD) de 1000 mm y relación dimensional SDR 17, fabricada bajo la norma NTE INEN 1744 / ISO 4427.



Ilustración 16 tubería de polietileno (RIVAL, s.f.)

Finalmente, la conexión técnica entre la nueva tubería de PEAD y la red de 875 mm existente se realizará de forma confinada dentro de los pozos de revisión situados en los extremos del cruce, utilizando mortero de alta resistencia sin retracción.



Ilustración 17 termofusión de tubería catálogo RIVAL (RIVAL, s.f.)

9.6.3 Empleo de líquidos de perforación (lodo bentonítico).

El éxito en la construcción del método de Perforación Horizontal Dirigida (HDD) está fuertemente condicionado al empleo de fluidos de perforación, frecuentemente conocidos como lodos de bentonita. Este fluido, que consiste en una combinación de agua, arcilla bentonítica y, en algunas ocasiones, polímeros específicos, desempeña cuatro funciones esenciales durante el cruce:

- 1) enfriar y lubricar la herramienta de corte y la columna de perforación;
- 2) 2) transportar los desechos (recortes de suelo) en suspensión hacia la superficie;
- 3) estabilizar las paredes del túnel excavado mediante la creación de una capa impermeable (revoque o filtro); y
- 4) disminuir la fricción lateral durante la inserción de la tubería (ASCE, 2014).

9.6.4 Proceso Constructivo.

La instalación de la tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) se lleva a cabo a través de tres etapas sucesivas:

Perforación del agujero piloto: Desde el foso de lanzamiento, la herramienta perforadora avanza gracias a la rotación y la fuerza hidráulica hacia el foso de recepción, inyectando de manera continua lodo bentonítico a alta presión.

Escariado (Reaming): Dado que el diámetro externo de la tubería PEAD es de 1000 mm, es necesario expandir el orificio piloto inicial en pasadas sucesivas. Se extrae la cabeza de perforación y se une un escariador, que se hace girar y se tira de regreso hacia la máquina. Para tuberías de este tipo, el túnel final debe ser aproximadamente un 30% a 50% más grande que el diámetro de la tubería para asegurar un espacio anular apropiado para el flujo de lodo y prevenir obstrucciones (Najafi, 2013).

Extracción de la tubería (Pullback): En la etapa final, la tubería PEAD que ha sido termofusionada en la superficie se conecta a un cabezal de tracción, situado detrás del escariador final, y es retirada de manera continua a través del túnel lleno de lodo bentonítico hasta salir en el foso de inicio.

9.7 Mitigación de Riesgos del método de Perforación Dirigida en rellenos.

Las condiciones geotécnicas del cruce presentan ciertos retos, ya que la ruta de perforación penetra el centro de un terraplén edificado con material de relleno que se encuentra sobre el lecho seco de una quebrada. A pesar de que la parte superior de la vía muestra un elevado grado de consolidación debido a la compactación generada por el tránsito de vehículos a lo largo del tiempo, el interior del relleno frecuentemente se distingue por una estratigrafía variada, para lo cual se recomienda realizar un estudio geológico previo a su ejecución.

Acciones de construcción recomendadas para la reducción de impactos:

Para asegurar la estabilidad del túnel en el material de relleno, será necesario realizar un diseño reológico exhaustivo del fluido de perforación.

La inclusión de aditivos poliméricos en la mezcla de bentonita será obligatoria para mejorar la viscosidad del lodo y la resistencia del gel. Estos polímeros facilitan rápidamente la consolidación de las arenas o gravas en el relleno, creando un soporte estructural químico que previene el desmoronamiento de la bóveda del túnel (Najafi, 2013).

Adicionalmente, el avance del equipo de perforación deberá ejecutarse con presiones de inyección bajas y controladas, monitoreando constantemente el retorno del fluido hacia los fosos.

10. CAPITULO V: Modelación Hidráulica y Análisis de Perfiles

Longitudinales en SewerGEMS

La validación del comportamiento hidráulico en régimen permanente y no permanente para las redes proyectadas en la quebrada del campus de la ULEAM se ejecutó mediante la plataforma de simulación avanzada SewerGEMS. Este software de ingeniería civil permite modelar de manera simultánea las condiciones de flujo a gravedad y a sección parcial, analizando la respuesta de la infraestructura frente a los perfiles altimétricos reales obtenidos en el levantamiento topográfico de detalle. A continuación, se describen los criterios de modelación junto con la interpretación de los resultados y perfiles longitudinales generados para ambos sistemas de alcantarillado.

10.1 Arquitectura de Cálculo y funcionamiento de SewerGems

SewerGEMS es una herramienta de simulación completamente dinámica que se diferencia de las metodologías de cálculo estáticas en su capacidad para resolver de forma simultánea sistemas complejos de alcantarillado pluvial y sanitario mediante múltiples motores numéricos. Para comprender la precisión de los resultados obtenidos en este proyecto, es indispensable describir sus principales características operativas y bases teóricas de cálculo:

10.1.1 Motores de Cálculo Hidráulico Incorporados

El programa no se limita a un único método de resolución; en su lugar, ofrece motores diferenciados que se adaptan a la naturaleza física de cada sistema:

- **Motor implícito:** utilizado principalmente para el sistema pluvial (AALL). Este motor resuelve las ecuaciones unidimensionales completas de Saint-Venant (conservación de masas y la cantidad de movimiento) mediante datos numéricos implícitos de diferencias finitas, lo que permite simular de forma precisa fenómenos hidráulicos complejos como la acumulación de agua, el flujo inverso, la sobrecarga de colectores y el almacenamiento

temporal en pozos (Systems., 2021).

- Motor GVF-Convex (SewerCAD Engine): Seleccionado para el sistema de alcantarillado sanitario (AASS). Utiliza un método de flujo gradualmente variado (GVF) para calcular perfiles de flujo permanente (curvas de remanso) mediante el análisis de la energía hidráulica, determinando con exactitud si las tuberías operan a sección parcial o si entran en carga hídrica (Walski, Wastewater Collection System Modeling and Design (1st ed.). Haestad Methods / Bentley Institute Press. Waterbury, CT, USA., 2004).

10.1.2 Algoritmo de Enrutamiento de Onda Dinámica

Para el drenaje pluvial, SewerGEMS integra directamente el motor de cálculo EPA-SWMM. Bajo este enfoque, el software procesa la propagación de la escorrentía a lo largo de los colectores considerando no solo la gravedad y la fricción, sino también los efectos de inercia y los cambios de presión hidrostática (Rossman L. A., 2015).

10.1.3 Herramientas de Validación de Topología y Conectividad

Antes de ejecutar cualquier simulación, SewerGEMS realiza una auditoría de la red mediante su herramienta Network Navigator (Systems., 2021). Esta función detecta automáticamente inconsistencias físicas que invalidarían el diseño constructivo, tales como:

- Tuberías con pendientes negativas involuntarias.
- Pozos de revisión aislados o desconectados hidráulicamente.
- "Saltos" altimétricos excesivos o tuberías suspendidas que no coinciden con las cotas invert de llegada de las estructuras de conexión.

10.2 Metodología de Parametrización del modelo

Para desarrollar el modelo digital bidimensional de las redes de drenaje pluvial (AALL) y de saneamiento (AASS), se llevó a cabo la exportación de las coordenadas del terreno y de la infraestructura desde la base de datos topográfica al entorno gráfico de SewerGEMS. La parametrización del software se organizó en las siguientes etapas sucesivas:

- Configuración de Nodos y Pozos de Inspección (Manholes): Se registraron las cotas de terreno (Ground Elevation) de cada pozo obtenidas a través del levantamiento de precisión en el campus. Asimismo, se definieron las profundidades de excavación y las elevaciones de fondo de caída (Invert Elevation) a fin de dirigir el flujo por gravedad.

- Definición de Conductos (Conduits): Se representaron los tramos recolectores asignando las longitudes de diseño, los diámetros comerciales pertinentes y el coeficiente de rugosidad de Manning ($n = 0.010$) vinculado a las características de suavidad de la tubería de PVC.

10.3 Parámetro del Tractive Stress

Al fluir el agua a través de un colector, la fricción del líquido con las paredes internas del tubo produce una fuerza de arrastre. Si esta fuerza es lo bastante intensa, moverá cualquier sólido (arenas en pluvial, materia orgánica en sanitario) impidiendo que se depositen y generen obstrucciones (Butler, 2013).

En SewerGEMS, este análisis es fundamental por las siguientes razones:

- Supera la limitación de la velocidad mínima: A veces, un colector con poco flujo puede tener una velocidad baja (menor a 0.60 m/s), pero si tiene buena pendiente, el esfuerzo tractivo puede ser suficiente para mantener el tubo limpio.

- Diseño óptimo de pendientes: Te permite justificar técnicamente pendientes más bajas en terrenos planos, demostrando que, aunque la velocidad sea baja, el esfuerzo tractivo cumple con la norma, lo que ahorra costos de excavación profunda.

10.3.1 La Ecuación Matemática en SewerGems

El programa SewerGEMS calcula el esfuerzo tractivo (τ) en cada paso de tiempo utilizando la siguiente ecuación de la mecánica de fluidos:

$$\tau = \gamma \cdot R_h \cdot S_f$$

Fuente: (Walski, Wastewater Collection System Modeling and Design (1st ed.). Haestad Methods / Bentley Institute Press. Waterbury, CT, USA., 2004)

Donde:

- τ : Esfuerzo tractivo (expresado en Pascales, Pa, o N/m²).
- γ : Peso específico del agua (9810 N/m³).
- R_h : Radio hidráulico del flujo en sección parcial (A/P , donde A es el área mojada y P el perímetro mojado).
- S_f : Pendiente de la línea de energía (gradiente hidráulico).

10.3.2 Rangos de Diseño Recomendados

El software marcará en sus tablas si el colector cumple o no según los límites que se configuren:

- Para Alcantarillado Sanitario (AASS): Se exige un esfuerzo tractivo mínimo de 1.0 Pa. Esto es suficiente para arrastrar lodos y partículas orgánicas típicas de las aguas servidas (ASCE., 2007).
- Para Alcantarillado Pluvial (AALL): Se suele exigir un esfuerzo tractivo mínimo de 2.0a Pa (o incluso más). Al transportar escorrentía de calles, el agua lluvia arrastra sedimentos mucho más pesados (como arenas, gravas y basura) que requieren mayor fuerza de arrastre para ser transportados (ASCE., 2007).

10.4 Resultados del AALL obtenidos en el software de SewerGEMS

Calculation Executive Summary	
Total Inflow Volume:	256.258.851,3 L
Total System Overflow Volume:	0,0 L
Total Gutter Volume Change:	(N/A) L
Total Pond Infiltration Volume:	0,0 L
Total System Outflow Volume:	256.036.337,5 L
Total System Volume Change:	125.245,7 L
Continuity Error:	0,0 %
Total N-R Iterations:	2039

Ilustración 18 resumen ejecutivo de simulación en SewerGems

Los resultados globales de la simulación demuestran que el sistema hidráulico es capaz de evacuar la totalidad del caudal de diseño (256.3 millones de litros acumulados en la traza temporal) sin presentar desbordamientos en los pozos de inspección (*Overflow* = 0 L), garantizando un margen de seguridad operativo óptimo para el campus central.

Identificador de Tubería	Diámetro (mm)	Caudal Máximo Calculado (L/s)	Velocidad Máxima (m/s)	Capacidad a Tubo Lleno (L/s)	Relación Tirante/Diámetro (y/D) (%)	Esfuerzo Tractivo (Pa)
CO-1	875,00	2.977,35	5,94	3.137,97	77,50	65,01
CO-2	875,00	2.987,82	5,96	3.150,27	77,30	65,51
CO-3	882,40	2.996,56	6,10	3.296,68	74,20	68,81
CO-4	900,00	3.005,54	6,09	3.438,26	72,40	68,22
CO-5	900,00	3.017,62	5,81	3.258,73	75,50	61,85
CO-6	900,00	3.035,32	5,98	3.362,88	72,80	65,39
CO-7	900,00	3.043,45	6,04	3.396,29	70,10	66,08
CO-8	900,00	3.052,60	6,11	3.443,13	66,80	66,69
CO-9	900,00	3.055,51	6,13	3.463,02	62,80	66,62

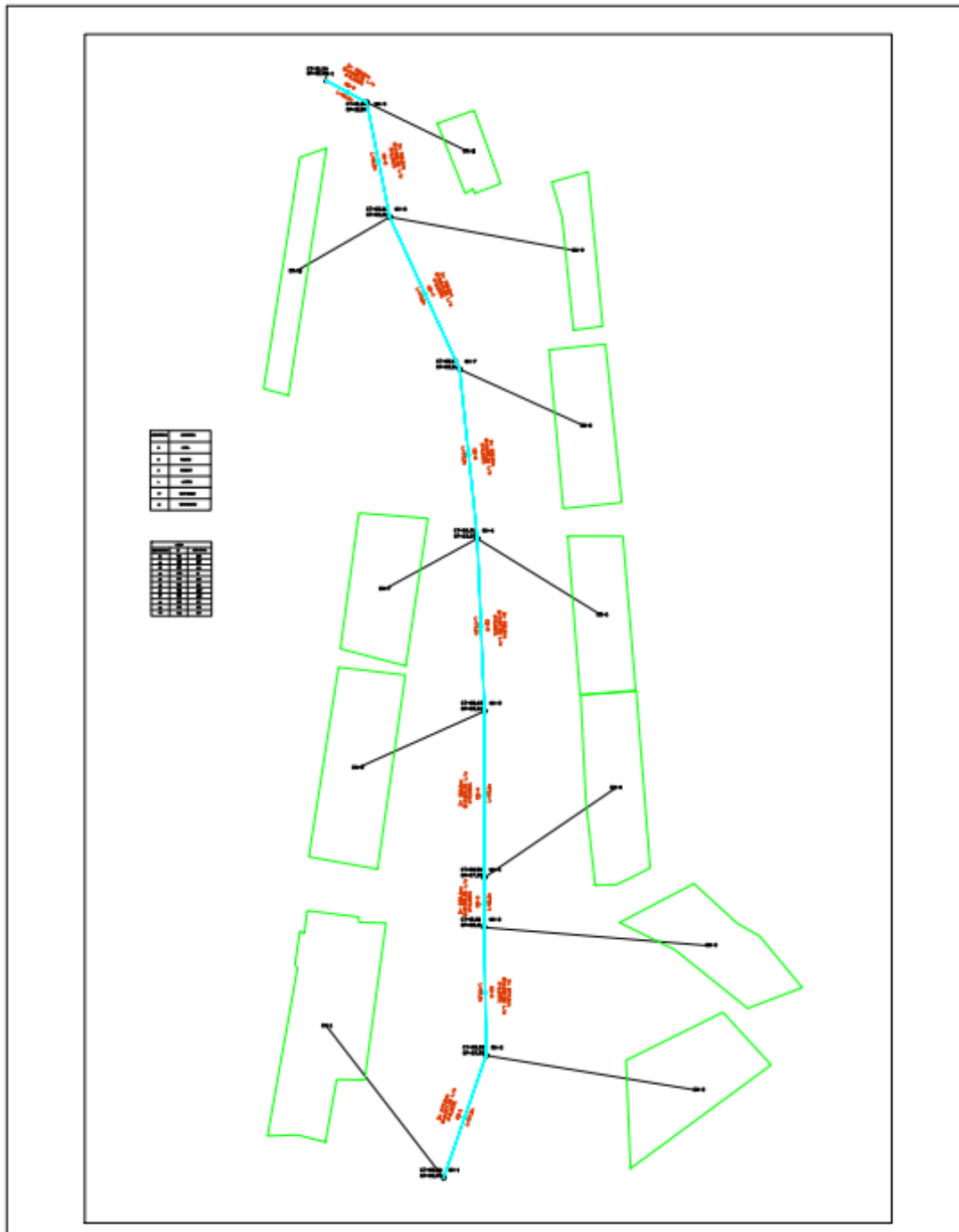
Ilustración 19 Resultados Hidráulicos de tubería en SewerGEMS

El análisis por tramos revela que los colectores principales (diámetros de 875 mm a 900 mm) operan con relaciones de llenado (y/D) que oscilan entre el **62.8%** y el **77.5%**, manteniéndose por debajo del límite normativo del 80-85%. Esto confirma que las tuberías trabajan a gravedad con un columpio de aireación adecuado, evitando flujos a presión indeseados.

Si bien las velocidades máximas alcanzadas alcanzan un pico de **6.13 m/s**, estas se encuentran dentro de los parámetros admisibles estipulados por la EPMAPS para colectores mayores a 600 mm (que permiten hasta 7.5 m/s). Aunado a esto, al tratarse de un diseño ejecutado mediante Perforación Direccional Horizontal (HDD), un tramo se empleará tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD), material que posee una resistencia superior a la abrasión por sedimentos en comparación con el hormigón tradicional, garantizando la vida útil de la infraestructura.

Planta General del Modelo

En el plano de planta adjuntos en anexos, se visualiza la continuidad de la rasante hidráulica y la correcta disposición geométrica de la red proyectada a lo largo del eje principal del campus, validando la viabilidad constructiva de la hinca sin zanja



Se muestra con más detalle en los planos que se encuentran en la sección de los anexos.

10.5 Perfil del AALL

A continuación, se mostrarán distintos perfiles, en los diferentes lapsos de tiempo de la tormenta generada. Este perfil muestra cómo se comporta el sistema en los primeros minutos de lluvia, a partir de los datos calculados para la tormenta que se ingresó en el software mediante la intensidad de precipitación para un periodo de retorno de 10 años.



El perfil muestra como se comporta el sistema a la mitad del tiempo de la tormenta:



Por último, este perfil muestra el comportamiento del sistema al finalizar la tormenta:



Fuente: Elaboración Propia

10.6 Resultados del AASS obtenidos en el software de SewerGEMS

FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0,000 hours) (AASS.stsw)

	n	Flow (Middle) (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Middle) (m)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Capacity (Design) (%)	Depth/Rise (%)	Notes	Tractive Stress (Calculated) (Pascals)
44: Tub-1		2,91	0,46	0,03	94,68	3,1	12,1		2,782
46: Tub-2		2,31	0,41	0,03	94,68	2,4	11,1		2,562

2 of 2 elements displayed

Ilustración 20 Resultados obtenidos de SewerGEMS

10.7 Perfil del AALL

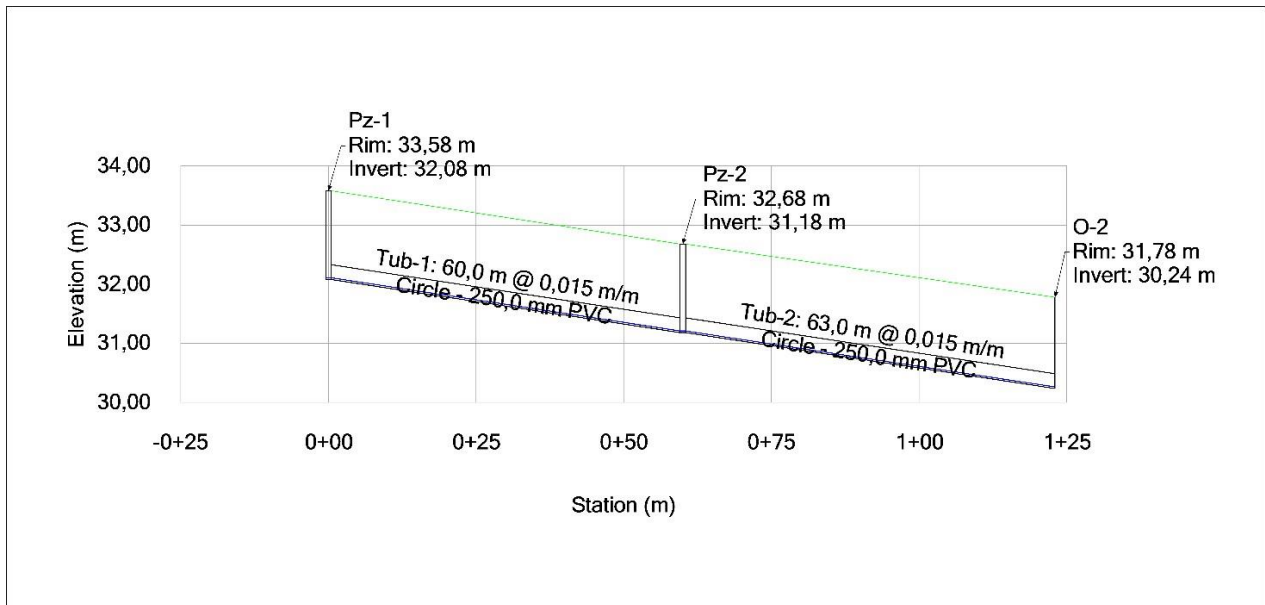


Ilustración 21 Perfil AASS

10.8 Análisis y comparación de los Resultados de ambos alcantarillados.

Habiendo obtenido los resultados del software tanto para el alcantarillado pluvial y sanitario del sector de la quebrada ubicado en el campus principal de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, arrojaron parámetros favorables al diseño presentado y ejecutado en Excel; dado que arroja valores similares a los previamente calculados, por ejemplo, los parámetros de velocidad y caudal; cuyos valores son los más críticos para el correcto funcionamiento de los sistemas de alcantarillado. En el AALL la velocidad excede los 5m/s sin embargo dada la normativa ya mencionada en el presente proyecto está dentro de los rangos admisibles de velocidad, de igual manera también gracias al software se observaron los valores de estrés a los q podría llegar a estar sometida la tubería y se divisó que no existen fallas de desprendimiento, roturas o de excedente de caudal.

En cuanto al reacondicionamiento del AASS dio valores muy parecidos constatando el correcto diseño y elección de materiales, a su vez el área de trabajo y la población para la que fue diseñada establece un buen funcionamiento del colector para que no presente novedades como estancamiento o reboses de aguas servidas.

11. CAPÍTULO VI: Presupuestos, Análisis de Precios Unitarios

El análisis económico para la puesta en marcha de las redes de alcantarillado pluvial y la remodelación del colector sanitario en el campus central de la ULEAM representa la etapa de viabilidad financiera del proyecto. En este capítulo se analizan detalladamente los costos de capital necesarios para la realización material de las obras, fundamentados en rendimientos reales del sector construcción en Ecuador.

11.1 Metodología Para la Determinación de Costos

Para garantizar la precisión y legalidad del presupuesto general, la estructura de costos se parametrizó bajo las siguientes directrices metodológicas:

- Rendimientos y Mano de Obra: Se adoptaron las categorías ocupacionales y salarios mínimos unificados vigentes fijados por la Contraloría General del Estado y el Ministerio del Trabajo de Ecuador para el sector de la construcción.
- Costos Indirectos: Se estableció un factor de costos indirectos del 20%, el cual absorbe los gastos administrativos de oficina central, dirección técnica de obra, seguros de responsabilidad civil en el campus, imprevistos y la utilidad del contratista.
- Especificaciones de Materiales: Los precios de tuberías de PVC corrugado (para pluvial) y PVC de alta resistencia (para sanitario con HDD) corresponden a cotizaciones actualizadas de proveedores, garantizando la vigencia económica del presupuesto.

11.2 Análisis de Presupuestos Unitarios (APUs)

Para justificar técnicamente el valor de cada rubro, a continuación, se desglosa el Análisis de Precio Unitario (APU) de cada rubro.

Proyecto :		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.			
Ubicación:		SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:	Replanteo y Nivelación con equipo topografico				
Codigo:	1.1	Unidad:	ml	Rendimiento:	0.080
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.)		0.05			0.0546
Equipo de topografía		1.00	5	5.00	0.40
					-
				Parcial M	0.455
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Topografo		1.00	4.87	4.87	0.39
Cadenero		2.00	4.39	8.78	0.70
					-
				Parcial N	1.092
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
Estacas		U	0.03	1.95	0.06
Clavos		Kg	0.007	2.13	0.01
					-
				Parcial O	0.07
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-

Proyecto :	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.				
Ubicación:	SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:	Excavación de zanjas a maquinas				
Codigo:	1.2	Unidad:	m3	Rendimiento:	0.070
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.) 0.05					0.0327
Retroexcavadora 75HP		1.00	30.00	30.00	2.10
					-
				Parcial M	2.133
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Operador de retroexcavadora		1.00	4.87	4.87	0.3409
Ayudante de maquinaria		1.00	4.46	4.46	0.3122
					-
				Parcial N	0.653
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
					-
					-
					-
				Parcial O	-
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-
		TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P)			2.7858
		COSTOS INDIRECTOS 20.00%			0.5572
PRECIO UNITARIO TOTAL					3.3429
VALOR PROPUESTO					3.34

Proyecto :	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.				
Ubicación:	SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:	Reconformación de rasante para colocación de tubería				
Codigo:	1.3	Unidad:	ml	Rendimiento: 0.050	
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.) 0.05					0.0443
					-
					-
				Parcial M	0.044
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Maestro de obra		1.00	4.64	4.64	0.2320
Albañil		1.00	4.39	4.39	0.2195
peón		2.00	4.34	8.68	0.4340
				Parcial N	0.886
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
					-
					-
					-
				Parcial O	-
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-
		TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P)			0.9298
		COSTOS INDIRECTOS 20.00%			0.1860
		PRECIO UNITARIO TOTAL			1.1157
		VALOR PROPUESTO			1.12

Proyecto :		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.			
Ubicación:		SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:	Cama de arena e=15 cm				
Codigo:	1.4	Unidad:	m3		Rendimiento: 0.600
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.)		0.05			0.3921
Compactador		0.60	6.26	3.76	2.25
					-
				Parcial M	2.646
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Albañil		1.00	4.39	4.39	2.6340
peón		2.00	4.34	8.68	5.2080
				-	-
				Parcial N	7.842
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
Arena		m3	0.11	13.50	1.49
					-
					-
				Parcial O	1.49
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-
		TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P)			11.9727
		COSTOS INDIRECTOS 20.00%			2.3945
PRECIO UNITARIO TOTAL					14.3672
VALOR PROPUESTO					14.37

Proyecto :	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.				
Ubicación:	SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:	Relleno de zanja compactado con material de sitio				
Codigo:	1.5	Unidad:	m3		Rendimiento: 0.500
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.) 0.05					0.3343
Compactador		1.00	3.20	3.20	1.60
					-
				Parcial M	1.934
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Maestro de obra		1.00	4.64	4.64	2.3200
Albañil		1.00	4.39	4.39	2.1950
pcón		1.00	4.34	4.34	2.1700
				Parcial N	6.685
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
Agua		m3	0.2	0.80	0.16
					-
					-
				Parcial O	0.16
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-
TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)		8.7793
COSTOS INDIRECTOS			20.00%		1.7559
PRECIO UNITARIO TOTAL					10.5351
VALOR PROPUESTO					10.54

Proyecto :	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.				
Ubicación:	SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:	Desalojo				
Codigo:	1.6	Unidad:	m3		Rendimiento: 0.080
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.) 0.05					0.0429
Volqueta		1.00	25.00	25.00	2.00
Retroexcavadora 75HP		1.00	1.00	30.00	2.40
				Parcial M	4.443
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Chofer volqueta		1.00	6.38	6.38	0.5104
peón		1.00	4.34	4.34	0.3472
				-	-
				Parcial N	0.858
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
					-
					-
					-
				Parcial O	-
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-
		TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P)			5.3005
		COSTOS INDIRECTOS 20.00%			1.0601
PRECIO UNITARIO TOTAL					6.3606
VALOR PROPUESTO					6.36

Proyecto :	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.				
Ubicación:	SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:	Sumin. e inst. tubería corrual 280mm				
Codigo:	2.1	Unidad:	ml	Rendimiento:	0.200
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.) 0.05					0.1746
					-
					-
				Parcial M	0.175
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Plomero		2.00	4.39	8.78	1.7560
peón		2.00	4.34	8.68	1.7360
				-	-
				Parcial N	3.492
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
Tubería corrugada PVC 280 mm (6m)		m	1	75.46	75.46
Pegante para tubería y Accesorios de PVC		Lt	0.01	10.80	0.11
					-
				Parcial O	75.57
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-
		TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P)			79.2346
		COSTOS INDIRECTOS 20.00%			15.8469
PRECIO UNITARIO TOTAL					95.0815
VALOR PROPUESTO					95.08

Proyecto :		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.				
Ubicación:		SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Rubro:		Construcción de Pozo de Revisión, incluye tapa HF				
Codigo:		2.2	Unidad:	U	Rendimiento: 0.125	
Equipos						
Descripción			Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.)			0.05			0.1958
Concretera			1.25	24.11	30.14	3.77
						-
					Parcial M	3.963
Mano de Obra						
Descripción			Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Residsente de obra			1.00	4.89	4.89	0.6113
Maestro de obra			1.00	4.64	4.64	0.5800
Carpintero			1.00	4.39	4.39	0.5488
Albañil			1.00	4.39	4.39	0.5488
Peón			3.00	4.34	13.02	1.6275
					Parcial N	3.916
Materiales						
Descripción			Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
Tabla dura 21cm x 2cm x 3m			m	35	3.98	139.30
Acero de reduerzo F´C=4200Kg/cm2			Kg	97	0.81	78.57
CemEnto			Saco	14	8.10	113.40
Clavos			Kg	9.4	2.13	20.02
Arena			m3	1.1	13.50	14.85
Aditivo impermeabilizante			Kg	5.64	0.90	5.08
Agua			m3	0.38	0.80	0.30
Ripio			m3	1.9	12.60	23.94
Tapa de pozo HF			U	1	128.70	128.70
					Parcial O	524.16
Transporte						
Descripción			Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
Transporte de madera			U/Km	35	0.01	0.35
Transporte de material pétreo (10KM)			m3-Km	3.01	0.21	0.63
Transporte de cemento			Kg/Km	13.54	0.066	0.89
					Parcial P	1.88
TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P) 533.9170						
COSTOS INDIRECTOS 20.00% 106.7834						
PRECIO UNITARIO TOTAL						640.7004
VALOR PROPUESTO						640.70

Proyecto :		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.					
Ubicación:		SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
Rubro:	Limpieza de terreno						
Codigo:	3.1	Unidad:	m2		Rendimiento:	0.080	
Equipos							
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R		
herramientas menores (5% m.o.)		0.05			0.0373		
Retroexcavadora 75HP		1.00	30.00	30.00	2.4000		
					-		
				Parcial M	2.4373		
Mano de Obra							
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R		
Operador de retorexcavadora		1.00	4.87	4.87	0.3896		
Ayudante de maquinaria		1.00	4.46	4.46	0.3568		
					-		
				Parcial N	0.7464		
Materiales							
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B		
					-		
					-		
					-		
				Parcial O	-		
Transporte							
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B		
					-		
					-		
					-		
				Parcial P	-		
		TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q=(M+N+O+P)	3.1837
		COSTOS INDIRECTOS				20.00%	0.6367
		PRECIO UNITARIO TOTAL					3.8205
		VALOR PROPUESTO					3.82

Proyecto :		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.					
Ubicación:		SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
Rubro:		Replanteo y Nivelación de estructura					
Codigo:		4.1	Unidad:	m2	Rendimiento:	0.140	
Equipos							
Descripción			Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R	
herramientas menores (5% m.o.)			0.05			0.0956	
Equipo de topografía			1.00	5.00	5.00	0.70	
						-	
					Parcial M	0.796	
Mano de Obra							
Descripción			Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R	
Topografo			1.00	4.87	4.87	0.6818	
Cadenero			2.00	4.39	8.78	1.2292	
					-	-	
					Parcial N	1.911	
Materiales							
Descripción			Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B	
Estacas			U	0.039	1.95	0.08	
Clavos			Kg	0.007	2.13	0.01	
						-	
					Parcial O	0.09	
Transporte							
Descripción			Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B	
Transporte madera			U/Km	0.046	0.01	0.00046	
						-	
						-	
					Parcial P	0.00	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q=(M+N+O+P)	2.7980
		COSTOS INDIRECTOS				20.00%	0.5596
		PRECIO UNITARIO TOTAL				3.3576	
		VALOR PROPUESTO				3.36	

Proyecto :		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.				
Ubicación:		SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Rubro:		Reconformación de rasante para colocación de tubería				
Codigo:		4.2	Unidad:	ml	Rendimiento:	0.050
Equipos						
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R	
herramientas menores (5% m.o.)		0.05			0.0443	
					-	
					-	
				Parcial M	0.044	
Mano de Obra						
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R	
Maestro de obra		1.00	4.64	4.64	0.2320	
Albañil		1.00	4.39	4.39	0.2195	
peón		2.00	4.34	8.68	0.4340	
				Parcial N	0.886	
Materiales						
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B	
					-	
					-	
					-	
				Parcial O	-	
Transporte						
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B	
					-	
					-	
					-	
				Parcial P	-	
		TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)	0.9298
		COSTOS INDIRECTOS			20.00%	0.1860
		PRECIO UNITARIO TOTAL				1.1157
		VALOR PROPUESTO				1.12

Proyecto :		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.			
Ubicación:		SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:	Desalojo				
Codigo:	4.3	Unidad:	m3		Rendimiento: 0.080
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.) 0.05					0.0429
Volqueta		1.00	25.00	25.00	2.00
Retroexcavadora 75HP		1.00	30.00	30.00	2.40
				Parcial M	4.443
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Chofer de volqueta		1.00	6.38	6.38	0.5104
Peón		1.00	4.34	4.34	0.3472
				-	-
				Parcial N	0.858
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
					-
					-
					-
				Parcial O	-
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-
		TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P)			5.3005
		COSTOS INDIRECTOS 20.00%			1.0601
PRECIO UNITARIO TOTAL					6.3606
VALOR PROPUESTO					6.36

Proyecto :	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.				
Ubicación:	SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:	Cama de arena e=15 cm				
Codigo:	4.4	Unidad:	m3	Rendimiento:	0.600
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.)		0.05			0.3921
Compactador		0.60	6.26	3.76	2.25
					-
				Parcial M	2.646
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Albañil		1.00	4.39	4.39	2.6340
peón		2.00	4.34	8.68	5.2080
				-	-
				Parcial N	7.842
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
Arena		m3	0.11	13.50	1.49
					-
					-
				Parcial O	1.49
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-
		TOTAL COSTOS DIRECTOS			Q=(M+N+O+P)
		COSTOS INDIRECTOS			20.00%
		PRECIO UNITARIO TOTAL			14.3672
		VALOR PROPUESTO			14.37

Proyecto :		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.			
Ubicación:		SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:		Sumin. e inst. tubería PVC corrugada 875mm			
Codigo:		5.1	Unidad:	ml	Rendimiento: 0,200
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.) 0,05					0,1746
					-
					-
				Parcial M	0,175
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Plomero		2,00	4,39	8,78	1,7560
peón		2,00	4,34	8,68	1,7360
				-	-
				Parcial N	3,492
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
Tubería PVC corrugada 875 mm (6m)		m	1	790,18	790,18
Pegante para tubería y Accesorios de PVC		Lt	0,01	10,80	0,11
					-
				Parcial O	790,29
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-
		TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P)			793,9546
		COSTOS INDIRECTOS 20,00%			158,7909
PRECIO UNITARIO TOTAL					952,7455
VALOR PROPUESTO					952,75

Proyecto :		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.			
Ubicación:		SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:		Construcción de Pozo de Revisión, incluye tapa HF			
Codigo:		5.2	Unidad:	U	Rendimiento: 0.125
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.) 0.05					0.1958
Concretera		1.25	24.11	30.14	3.77
					-
				Parcial M	3.963
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Residsente de obra		1.00	4.89	4.89	0.6113
Maestro de obra		1.00	4.64	4.64	0.5800
Carpintero		1.00	4.39	4.39	0.5488
Albañil		1.00	4.39	4.39	0.5488
Peón		3.00	4.34	13.02	1.6275
				Parcial N	3.916
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
Tabla dura 21cm x 2cm x 3m		m	35	3.98	139.30
Acero de reduerzo F'C=4200Kg/cm2		Kg	97	0.81	78.57
CemEnto		Saco	14	8.10	113.40
Clavos		Kg	9.4	2.13	20.02
Arena		m3	1.1	13.50	14.85
Aditivo impermeabilizante		Kg	5.64	0.90	5.08
Agua		m3	0.38	0.80	0.30
Ripio		m3	1.9	12.60	23.94
Tapa de pozo HF		U	1	128.70	128.70
				Parcial O	524.16
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
Transporte de madera		U/Km	35	0.01	0.35
Transporte de material pétreo (10KM)		m3-Km	3.01	0.21	0.63
Transporte de cemento		Kg/Km	13.54	0.066	0.89
				Parcial P	1.88
		TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P)			533.9170
		COSTOS INDIRECTOS 20.00%			106.7834
		PRECIO UNITARIO TOTAL			640.7004
		VALOR PROPUESTO			640.70

Proyecto :		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.			
Ubicación:		SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:	Sumin. e inst. tubería PVC corrugada 900mm				
Codigo:	5.3	Unidad:	ml		Rendimiento: 0,200
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.)		0,05			0,1746
					-
					-
				Parcial M	0,175
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Plomero		2,00	4,39	8,78	1,7560
peón		2,00	4,34	8,68	1,7360
				-	-
				Parcial N	3,492
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
Tubería PVC corrugada 900 mm (6m)		m	1	900,00	900,00
Pegante para tubería y Accesorios de PVC		Lt	0,01	10,80	0,11
					-
				Parcial O	900,11
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-
		TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P)			903,7746
		COSTOS INDIRECTOS 20,00%			180,7549
		PRECIO UNITARIO TOTAL			1.084,5295
		VALOR PROPUESTO			1.084,53

Proyecto :	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.				
Ubicación:	SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:	Perforación Horizontal Dirigida para instalación de tubería PEAD de 1000mm				
Codigo:	5,4	Unidad:	ml		Rendimiento: 0,192
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.) 0,05					0,6863
Camion 10 Ton con rampa y mixer 1000gal		1,00	50,00	50,00	9,62
Equipo de perforacion direccional hasta 36Ton		1,00	145,00	145,00	27,88
Vacuo - succionador de lodo		0,50	40,00	20,00	3,85
Retroexcavadora		0,50	30,00	15,00	2,88
Bomba de agua		0,50	4,00	2,00	0,38
Maquina de termofusión		1,00	30,00	30,00	5,77
				Parcial M	51,071
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Navegador		1,00	19,40	19,40	3,7308
Operador		1,00	12,40	12,40	2,3846
Maestro de obra		1,00	4,64	4,64	0,8923
Albañil		1,00	4,39	4,39	0,8442
Peón		3,00	4,34	13,02	2,5038
Chofer profesional licencia tipo D		2,00	6,38	12,76	2,4538
Ing. Supervisor		0,50	4,89	2,45	0,4702
Operadaor termoformado		0,50	4,64	2,32	0,4462
				Parcial N	13,726
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
Bentonita sódica saco de 50 lbs - polvo		Lbs	0,63	16,24	10,23
RD - viscosificador - balde de 15 kilos		Kg	0,11	127,50	14,03
DISPAC controlador de filtrado - balde de 15 kilos		Kg	0,13	150,00	19,50
Lube N - lubricante - balde de 5 galones		Gal	0,11	95,00	10,45
Controlador PH y CA		Kg	1,134	1,10	1,25
Diesel		Gal	1,5	3,20	4,80
Agua		Lt	90	0,66	59,40
				Parcial O	119,65
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-
		TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P)			184,4505
		COSTOS INDIRECTOS 20,00%			36,8901
		PRECIO UNITARIO TOTAL			221,3406
		VALOR PROPUESTO			221,34

Proyecto :		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.			
Ubicación:		SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:		Sumin. e inst. tubería de polietileno de alta densidad PEAD OD 1000mm SDR 17			
Codigo:		5.5	Unidad:	ml	Rendimiento: 0,200
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.)		0,05			0,1746
					-
					-
				Parcial M	0,175
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Plomero		2,00	4,39	8,78	1,7560
peón		2,00	4,34	8,68	1,7360
				-	-
				Parcial N	3,492
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
Tubería PEAD OD 1000 mm (1m)		m	1	1.312,00	1.312,00
					-
				Parcial O	1.312,00
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
					-
					-
					-
				Parcial P	-
		TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P)			1.315,6666
		COSTOS INDIRECTOS 20,00%			263,1333
		PRECIO UNITARIO TOTAL			1.578,7999
		VALOR PROPUESTO			1.578,80

Proyecto :	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.				
Ubicación:	SECTOR QUEBRADA EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
Rubro:	Anclaje y sellado estanco de tubería PEAD DN 1000mm a pozo de hormigón				
Codigo:	5,6	Unidad:	Punto		Rendimiento: 1,000
Equipos					
Descripción		Cantidad A	Tarifa B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
herramientas menores (5% m.o.) 0,05					1,1290
Generador eléctrico a gasolina/diesel		1,00	3,50	3,50	3,50
Mezcladora de mortero (para grout)		1,00	2,50	2,50	2,50
Extrusora manual PEAD y equipo térmico		1,00	8,00	8,00	8,00
				Parcial M	15,129
Mano de Obra					
Descripción		Cantidad A	Jornal/Hora B	Costo hora CH=A*B	Costo Unitario C=CH*R
Técnico Soldador especialista PEAD		1,00	4,87	4,87	4,8700
Maestro de obra		1,00	4,64	4,64	4,6400
Albañil		1,00	4,39	4,39	4,3900
Peón		2,00	4,34	8,68	8,6800
				Parcial N	22,580
Materiales					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Unitario B	Costo Unitario C=A*B
Brida rompe-aguas PEAD 1000mm		Unidad	1	165,00	165,00
Cinta hidroexpansiva (sikaSwell o sim.)		m	3,4	16,50	56,10
Mortero Grout sin retracción 25Kg		saco	5,5	21,00	115,50
Puente adherencia epóxico (2 compon.)		kg	1,2	24,00	28,80
Sellador elastomérico de poliuretano		Unidad	4	9,50	38,00
Fondo de junta (Backer Rod)		m	1,134	0,85	0,96
Diesel		Gal	1,5	3,20	4,80
Agua		Lt	90	0,66	59,40
				Parcial O	468,56
Transporte					
Descripción		Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo Unitario D=A*B
Transporte de insumos		glb	1	15	15,00
				Parcial P	15,00
		TOTAL COSTOS DIRECTOS Q=(M+N+O+P)			521,2729
		COSTOS INDIRECTOS 20,00%			104,2546
PRECIO UNITARIO TOTAL					625,5275
VALOR PROPUESTO					625,53

11.3 Presupuesto Para Readecuación de Alcantarillado Sanitario

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ”					
PRESUPUESTO REFERENCIAL – ALCANTARILLADO SANITARIO					
PROYECTO "DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO MEDIANTE PERFORACIÓN DIRIGIDA, PARA EL ENCAUZAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES Y RESIDUALES EN LA QUEBRADA DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ."					
CANTIDADES Y PRECIOS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	ALCANTARILLADO SANITARIO				\$2.305,55
1.1	Replanteo y Nivelación con equipo topografico	ml	125	\$1,94	\$243,00
1.2	Excavación de zanjas a maquinas	m3	150	\$3,34	\$501,44
1.3	Reconformación de rasante para colocación de tubería	ml	125	\$1,12	\$139,47
1.4	Cama de arena e=15 cm	m3	3,75	\$14,37	\$53,88
1.5	Relleno de zanja compactado con material de sitio	m3	125	\$10,54	\$1.316,89
1.6	Desalojo	m3	8	\$6,36	\$50,88
2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS				\$3.278,11
2.1	Sumin. e inst. tubería PVC corrugada 280mm	U	21	\$95,08	\$1.996,71
2,2	Construcción de Pozo de Revisión, incluye tapa HF	U	2	\$640,70	\$1.281,40
				TOTAL	\$5.583,67

11.4 Presupuesto Alcantarillado Pluvial

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ”					
PRESUPUESTO REFERENCIAL – ALCANTARILLADO PLUVIAL					
PROYECTO "DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL Y SANITARIO MEDIANTE PERFORACIÓN DIRIGIDA, PARA EL ENCAUZAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES Y RESIDUALES EN LA QUEBRADA DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ."					
CANTIDADES Y PRECIOS					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
3	PRELIMINAR				\$45.845,57
3.1	Desbroce y limpieza de terreno	m2	12000	\$3,82	\$45.845,57
4	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL				\$36.682,52
4.1	Replanteo y Nivelación con equipo topografico	ml	500	\$3,36	\$1.678,78
4.2	Reconformación de rasante para colocación de tubería	ml	500	\$1,12	\$557,87
4.3	Desalojo	m3	5280	\$6,36	\$33.583,84
4.4	Cama de arena e=15 cm	m3	60	\$14,37	\$862,03
5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS				\$122.322,04
5.1	Sumin. e inst. tubería PVC corrugada 875mm	U	19	\$952,75	\$18.102,16
5.2	Construcción de Pozo de Revisión, incluye tapa HF	U	8	\$640,70	\$5.125,60
5.3	Sumin. e inst. tubería PVC corrugada 900mm	U	62	\$1.084,53	\$67.240,83
5.4	Perforación Horizontal Dirigida (HDD)	ml	17	\$221,34	\$3.762,79
5.5	Sumin. e inst. tubería polietileno de alta densidad PEAD 1000 SDR	ml	17	\$1.578,80	\$26.839,60
5.6	Anclaje y sellado estanco de tubería PEAD DN1000mm a pozos de I	Pto	2	\$625,53	\$1.251,05
				TOTAL	\$204.850,13

12. Conclusiones

El diagnostico técnico junto con la visita de campo, facilitó la identificación y caracterización del área de investigación, además de analizar el entorno y las condiciones de la infraestructura ubicada actualmente en la zona.

A partir del estudio y la evaluación de los diversos tipos de sistemas de drenaje existentes, se escogió como opción más idónea la propuesta de dos sistemas de alcantarillado convencionales, uno sanitario que reemplace el existente, debido a que ya no cumple con las funciones adecuadas de conducción de los caudales para los que fue diseñado; y otro sistema de alcantarillado pluvial que permita la conducción adecuada de los caudales hacia el sistema de alcantarillado público, cuyos caudales actualmente derivan en la quebrada, los cuales son provenientes del campus universitario y zonas aledañas a este.

En la visita técnica también se divisó el cruce de una calle en medio de la quebrada y por dónde se plantea atravesaría el recorrido del alcantarillado pluvial, por lo tanto, se determinó como opción más viable la perforación horizontal dirigida, para evitar la inutilización de la vía en mención y la incomunicación entre los barrios del sector.

El levantamiento topográfico del área del sector de “La Quebrada” en la periferia de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, se realizó con BM reales lo cual determinó de manera precisa la planimetría y altimetría del sector, produciendo datos fiables que respaldaron técnicamente el diseño.

La aplicación de los parámetros hidrológicos basados en los registros de la estación meteorológica del INAMHI y el análisis de las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) para un periodo de retorno de 10 años permitió determinar con precisión los caudales de diseño pluvial. Esto facilitó la formulación de criterios técnicos coherentes con las condiciones topográficas de la quebrada de la ULEAM, garantizando un dimensionamiento hidráulico eficiente

y alineado con los requerimientos de la normativa vigente.

Dado que ya son estructuras existentes ambos sistemas de alcantarillado requirieron un análisis previo para conocer cuáles son los caudales que recorren por allí, que se obtuvieron de los informes técnicos otorgados por el DIOP; una vez conocido esto se determinaron sus diseños manuales en Excel y posteriormente su validación de criterios utilizando el software SewerGEMS, respetando los requisitos definidos y regulaciones ecuatorianas actuales, tales como: periodos de retorno, datos pluviométricos del INHAMI, diámetros de tubos, velocidades mínimas y máximas, inclinaciones, entre otros.

La elaboración del presupuesto permitió estimar el costo referencial de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario en dólares; la readecuación del sistema sanitario dio un costo de USD 5.583,67 y el del sistema de alcantarillado pluvial fue USD 204.850,13; obteniendo un costo total del proyecto de USD 210.433,80.

13. Recomendaciones

Si se lleva a cabo el proyecto se recomienda cumplir estrictamente con las especificaciones técnicas definidas respetando su dimensionamiento, a fin de garantizar su correcto funcionamiento y la durabilidad de la estructura, siendo imprescindible realizar un mantenimiento periódico para garantizar el funcionamiento de ambos sistemas.

Para facilitar el replanteo topográfico durante la realización de obras se sugiere la utilización de los dos puntos georreferenciados que se encuentran dentro del campus universitario a los lados de la facultad de Ingeniería Civil, asegurando así la correcta alineación y pendientes de la red.

Previo a la fase constructiva se recomienda realizar un estudio geológico de la vía que atraviesa la quebrada donde se proyectará la implementación de la tecnología mediante perforación dirigida, para conocer la estratigrafía del suelo

Durante la fase constructiva se sugiere fiscalizar rigurosamente el proceso de unión de las tuberías, y la compactación de sus camas de apoyo, previniendo deformaciones o filtraciones; a su vez realizar pruebas de estanqueidad por tramos antes de proceder al relleno definitivo, a fin de detectar fisuras o acoples deficientes en las redes de alcantarillado.

Para realizar la perforación horizontal dirigida, se recomienda contratar a personas expertas en el tema, que tengan la mayor seguridad a la hora de ejecutar el proyecto ya que si no cumple con las pendientes necesarias podría verse afectado el diseño del alcantarillado pluvial.

Es fundamental revisar el presupuesto y actualizarlo a los precios del año en que se realice la obra, para lograr conseguir una valoración económica que se ajuste a los precios reales del mercado.

14. Bibliografía

- Ariaratnam, S. T. (2014). *Horizontal Directional Drilling: Good Practices Guidelines*. Stillwater, OK: North American Society for Trenchless Technology.
- Arquitectos, C. f. (2024). *guía de diseño hidrológico para sistemas de alcantarillados pluviales*. CFIA.
- ASCE. (2007). *Gravity Sanitary Sewer Design and Construction (ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 60)*. American Society of Civil Engineers. Reston, VA.
- Bastidas, D. &. (2010). *Estimación de la Densidad Poblacional del Ecuador Continental*. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas, Quito, Ecuador. Quito.
- Butler, D. K. (2013). *Tractive force design of sewers: A review of current practice and future development*. *Water Science and Technology*, 47(7-8), 115-122.
- campo, R. f. (Enero de 2026). Registro fotográfico de campo.
- digital, b. (2012). *PARQUES LINEALES DE QUEBRADA: MÁS QUE UN RETIRO*. *NORMATIVO, UNA ESTRATEGIA PARA EL ESPACIO PÚBLICO*. QUITO.
- Earth, G. (s.f.). *Google Earth*. EMAAP. (2016). *chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCED/ANEXO%202%20NORMAS_ALCANTARILLA DO_EMAAP.pdf*. Quito.
- EMAAP-Q. (2009). *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito*. Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. Quito.
- EMPAS. (2021). *MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS. MANUAL PARA EL CALCULO DE ALCANTARILLADOS*.

- EPMAPS. (2012). *Programa de saneamiento ambiental para el distrito de Quito*. Quito.
- INAMHI. (2026). *INAMHI*. Obtenido de <https://servicios.inamhi.gob.ec/>
- INEN. (2021). *NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES*. Quito.
- INEN. (1992). *Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes (Código NTE INEN 1992)*. Quito.
- International., A. (2020). *ASTM International. (2020). Standard Guide for Use of Maximize-Allowable Pulling Tension on Polyethylene Gas and Water Pipe during Trenchless Installation (ASTM F1962-20)*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Obtenido de ASTM International. (2020). Standard Guide for Use of Maximize-Allowable Pulling Tension on Polyethylene Gas and Water Pipe during Trenchless Installation (ASTM F1962-20). West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Jiménez Rivera, D. T. (2021). *Guía de Diseño y Construcción de Alcantarillados*. Ediciones Técnicas de Ingeniería Hidro-Sanitaria, Bogotá, Colombia. Bogotá.
- Lara-Calderón, M. V. (2024). *Tras la recuperación de la quebrada Machángara en Quito. Tras la recuperación de la quebrada Machángara en Quito*. Quito: Universidad Internacional del Ecuador. Quito (Ecuador). .
- Manning, R. (1889). *"On the flow of water in open channels and pipes" (Sobre el flujo de agua en canales abiertos y tuberías)*. Transactions of the Institution of Civil Engineers of Ireland (Memorias de la Institución de Ingenieros Civiles de Irlanda).
- MERINO, I. L. (2018). *TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO. PROPUESTA URBANO-ARQUITECTÓNICA PARA*

RECUPERARPROPUESTA URBANO-ARQUITECTÓNICA PARA RECUPERAR LAS RIBERAS DE LA “QUEBRADA SECA LOS TEJARES” EN EL BARRIO SAN JOSÉ, CANTÓN CATAMAYO. UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR – LOJA.

Molina, A. D. (2017). TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN ARQUITECTURA DEL PAISAJE. *“ESTRATEGIAS PARA LA RECUPERACIÓN DE QUEBRADAS EN CENTROS URBANOS DE CIUDADES ANDINAS, CASO DE ESTUDIO: AZOGUES - ECUADOR.*

Najafi, M. (2013). *Trenchless Technology Piping: Installation and Inspection. New York: McGraw-Hill Education.*

Najafi, M. (2013). *Trenchless Technology: Planning, Equipment, and Methods. McGraw-Hill Education.*

Paredes, D. &. (2020). *Diseño de la red de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas para la comunidad de Napints, perteneciente al cantón Gualaquiza (Proyecto de grado). Cuenca, Ecuador. Cuenca, Ecuador.*

Parrales Córdova, J. (2020). *Diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario para el recinto Mero Seco, Cantón Jipijapa (Proyecto de titulación). Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador. Portoviejo.*

Plastics Pipe Association. (2009). *Handbook of Polyethylene Piping (2nd ed.). Plastics Pipe Organization.*

Prada, G. (. (s.f.).

Prada, G. (2015). *Manual de tecnologías sin zanja: Perforación Horizontal Dirigida. Bogotá: Editorial Técnica.*

QUITO, E. (2023). *NORMA TÉCNICA DE DRENAJE PLUVIAL, ALCANTARILLADO SANITARIO Y SEPARACIÓN DE CAUDALES PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO. QUITO.*

Rossman, L. A. (s.f.).

Rossman, L. A. (2015). *Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1*. U.S.

Environmental Protection Agency (EPA). Cincinnati, OH, USA.

Software HIDRA. (2025). *Software HIDRA*. Obtenido de <https://www.hidrasoftware.com/opciones-disponibles-para-el-calculo-del-caudal-de-diseno-de-la-red-de-alcantarillado-sanitario-con-cloacas/>

Systems., B. (2021). *SewerGEMS User's Guide and Reference Manual (Version 10.03)*.

Bentley Institute Press. Exton, PA, USA.

SCE. (2014). *Pipeline Design for Installation via Horizontal Directional Drilling (Manual of Practice No. 108)*. U.S. Association of Civil Engineers.

Tut, I. c. (2017). <https://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/determinacion-de-caudales-maximos-con-el-metodo-racional/>. Obtenido de Ingeniería civil tut.

VEERMER. (Octubre de 2018). *Perforacion Horizontal Dirigida* .

Walski, T. M. (2004). *Wastewater Collection System Modeling and Design (1st ed.)*. *Haestad Methods / Bentley Institute Press. Waterbury, CT, USA.*

Walski, T. M. (2004). *Wastewater Collection System Modeling and Design (1st ed.)*. *Haestad Methods / Bentley Institute Press. Waterbury, CT, USA.*

CHÁVEZ ROJAS NOE FREDDY, A. T. (2025). *RESPUESTA HIDROLÓGICA – HIDRÁULICA DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ, ULEAM MANTA*.

DIOP Dirección de Infraestructura, O. y. (2023). *Informe Quebrada*.

Hidrológica, I. I. (1999). *Instituto Nacional de Meteorología Hidrológica INHAMI (estudio de lluvias intensas, 1999)*. Obtenido de <https://toaz.info/doc-view-4>

INHAMI. (2015). *academia.edu*. Obtenido de https://www.academia.edu/27047715/DETERMINACION_DE_ECUACIONES_PARA_EL_CALCULO_DE_INTENSIDADES_MAXIMAS_DE_PRECIPITACION

I%C3%93N_INSTITUTO_NACIONAL_DE_METEOROLOGIA_E_HIDROLOGIA

Quiroz, C. (2021). Obtenido de https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/plano-catastral-de-la-ciudad-manta-ecuador_72680/.

RIVAL, T. (s.f.). *RIVAL TUBOS*. Obtenido de <https://www.tienda.plasticosrival.com/>

15. Anexos

Tablas de ingresos con los datos del sistema de AALL y resultados.

	op Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n
35: CO-1		☒	29,52	☒	57,0	57,0	0,025	Circle	875,0	0,011
37: CO-2		☒	28,10	☒	56,0	56,3	0,025	Circle	875,0	0,011
39: CO-3		☒	27,55	☒	21,0	21,8	0,026	Circle	882,4	0,011
41: CO-4		☒	25,61	☒	75,0	73,3	0,026	Circle	900,0	0,011
43: CO-5		☒	23,87	☒	75,0	75,9	0,023	Circle	900,0	0,011
45: CO-6		☒	22,02	☒	75,0	74,7	0,025	Circle	900,0	0,011
47: CO-7		☒	20,13	☒	75,0	73,7	0,025	Circle	900,0	0,011
49: CO-8		☒	18,84	☒	50,0	51,4	0,026	Circle	900,0	0,011
51: CO-9		☒	18,31	☒	20,0	20,4	0,026	Circle	900,0	0,011

9 of 9 elements displayed

	Flow (Middle) (L/s)	Velocity (m/s)	Depth (Middle) (m)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Capacity (Design) (%)	Depth/Rise (%)	Notes	Tractive Stress (Calculated) (Pascals)	Flow (Maximum) (L/s)	Velocity (Maximum Calculated) (m/s)
35: CO-1	2.977,35	5,94	0,68	3.137,97	94,9	77,7		65,028	2.977,35	5,94
37: CO-2	2.987,79	5,96	0,68	3.150,27	94,8	77,7		65,537	2.987,82	5,96
39: CO-3	2.996,42	6,10	0,66	3.296,68	90,9	74,9		68,815	2.996,56	6,10
41: CO-4	3.005,39	6,09	0,65	3.438,26	87,4	72,4		68,235	3.005,54	6,09
43: CO-5	3.017,41	5,81	0,68	3.258,73	92,6	76,0		61,893	3.017,62	5,81
45: CO-6	3.035,15	5,98	0,67	3.362,88	90,3	74,4		65,659	3.035,32	5,98
47: CO-7	3.043,37	6,04	0,67	3.396,29	89,6	73,9		66,889	3.043,45	6,04
49: CO-8	3.052,57	6,11	0,66	3.443,13	88,7	73,3		68,615	3.052,60	6,11
51: CO-9	3.055,48	6,13	0,66	3.463,02	88,2	73,1		69,348	3.055,51	6,13

9 of 9 elements displayed

	ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Bolted Cover?	Elevation (Invert) (m)	Inflow (Wet) Collection	Flow
33: MH-1	33	MH-1	33,94	☒	33,94	☐	30,94	<Collection:	
34: MH-2	34	MH-2	32,52	☒	32,52	☐	29,52	<Collection:	
36: MH-3	36	MH-3	31,10	☒	31,10	☐	28,10	<Collection:	
38: MH-4	38	MH-4	30,56	☒	30,56	☐	27,55	<Collection:	
40: MH-5	40	MH-5	28,65	☒	28,65	☐	25,61	<Collection:	
42: MH-6	42	MH-6	26,91	☒	26,91	☐	23,87	<Collection:	
44: MH-7	44	MH-7	25,05	☒	25,05	☐	22,02	<Collection:	
46: MH-8	46	MH-8	23,16	☒	23,16	☐	20,13	<Collection:	
48: MH-9	48	MH-9	21,87	☒	21,87	☐	18,84	<Collection:	

9 of 9 elements displayed

	ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Invert) (m)	Boundary Condition Type	Boundary Element	Elevation (User Defined Tailwater) (m)	Elev
50: O-1	50	O-1	21,34	☒	18,31	Free Outfall			<Co

1 of 1 elements displayed

	Elevation (User Defined Tailwater) (m)	Elevation-Flow Curve	Time-Elevation Curve	Cyclic Time-Elevation Curve	Tidal Gate?	Hydraulic Grade (m)	Flow (Total Out) (L/s)	Notes
50: O-1		<Collection:	<Collection:	<Collection:	☐	18,97	3.055,48	

1 of 1 elements displayed

FlexTable: Catchment Table (Current Time: 63,000 min) (Modelo Hidraulico Quebrada.stsw)

	ID	Label	Outflow Element	Area (User Defined) (ha)	Runoff Method	Loss Method	Unit Hydrograph Method	Flow (Total Out) (L/s)	
52: CM-1	52	CM-1	MH-1	0,390	Rational Method			18,90	
53: CM-2	53	CM-2	MH-2	0,220	Rational Method			10,66	
54: CM-3	54	CM-3	MH-3	0,181	Rational Method			8,77	
55: CM-4	55	CM-4	MH-4	0,187	Rational Method			9,06	
56: CM-5	56	CM-5	MH-5	0,250	Rational Method			12,12	
57: CM-6	57	CM-6	MH-6	0,187	Rational Method			9,06	
58: CM-7	58	CM-7	MH-6	0,180	Rational Method			8,72	
59: CM-8	59	CM-8	MH-7	0,170	Rational Method			8,24	
60: CM-9	60	CM-9	MH-8	0,090	Rational Method			4,36	
61: CM-10	61	CM-10	MH-8	0,100	Rational Method			4,85	
62: CM-11	62	CM-11	MH-9	0,060	Rational Method			2,91	

11 of 11 elements displayed

FlexTable: Catchment Table (Current Time: 63,000 min) (Modelo Hidraulico Quebrada.stsw)

	Area (User Defined) (ha)	Runoff Method	Loss Method	Unit Hydrograph Method	Flow (Total Out) (L/s)	Notes	Time of Concentration (min)	Runoff Coefficient (Rational)
52: CM-1	0,390	Rational Method			18,90		5,000	0,700
53: CM-2	0,220	Rational Method			10,66		5,000	0,700
54: CM-3	0,181	Rational Method			8,77		5,000	0,700
55: CM-4	0,187	Rational Method			9,06		5,000	0,700
56: CM-5	0,250	Rational Method			12,12		5,000	0,700
57: CM-6	0,187	Rational Method			9,06		5,000	0,700
58: CM-7	0,180	Rational Method			8,72		5,000	0,700
59: CM-8	0,170	Rational Method			8,24		5,000	0,700
60: CM-9	0,090	Rational Method			4,36		5,000	0,700
61: CM-10	0,100	Rational Method			4,85		5,000	0,700
62: CM-11	0,060	Rational Method			2,91		5,000	0,700

11 of 11 elements displayed

Configuración del caudal de aporte inicial (*Fixed Load*) asignado en el pozo de revisión principal (MH-1) dentro del software SewerGEMS.

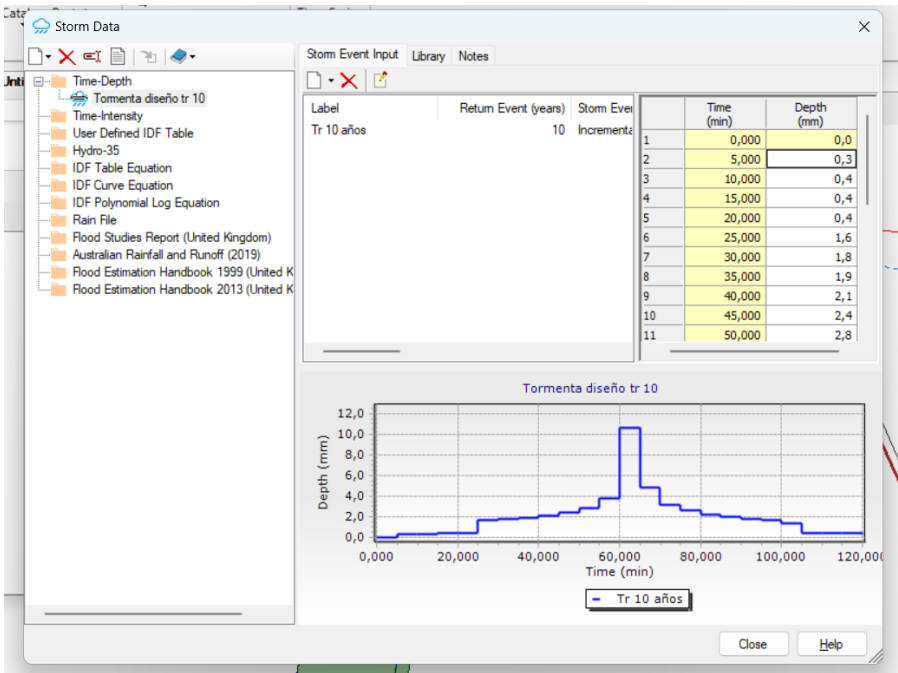
Inflow (Wet) Collection Manhole (MH-1)

Inflow Type	Description
Fixed Load	

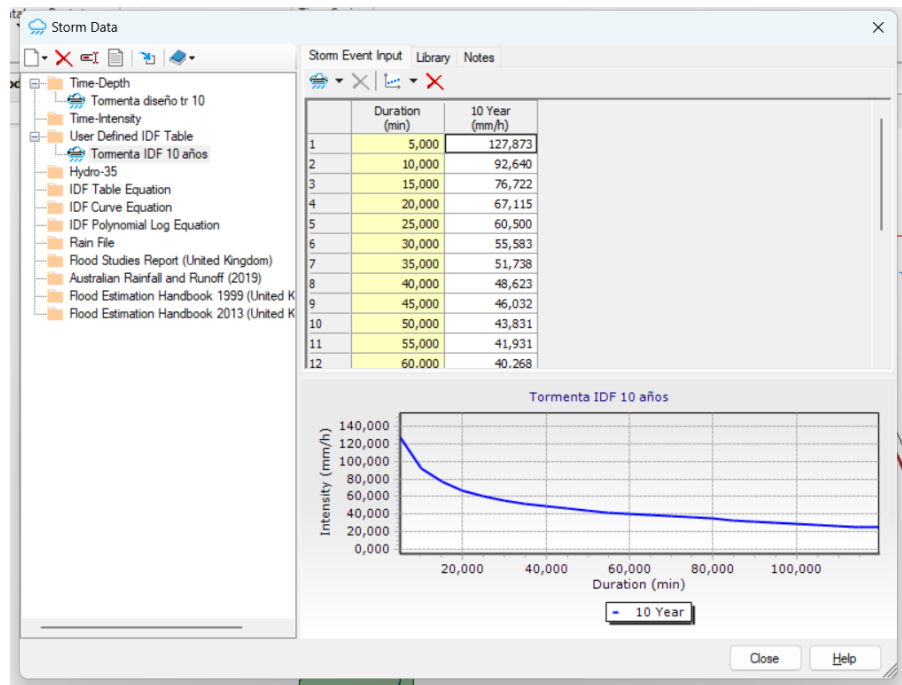
Fixed Load: 2.957,85 L/s

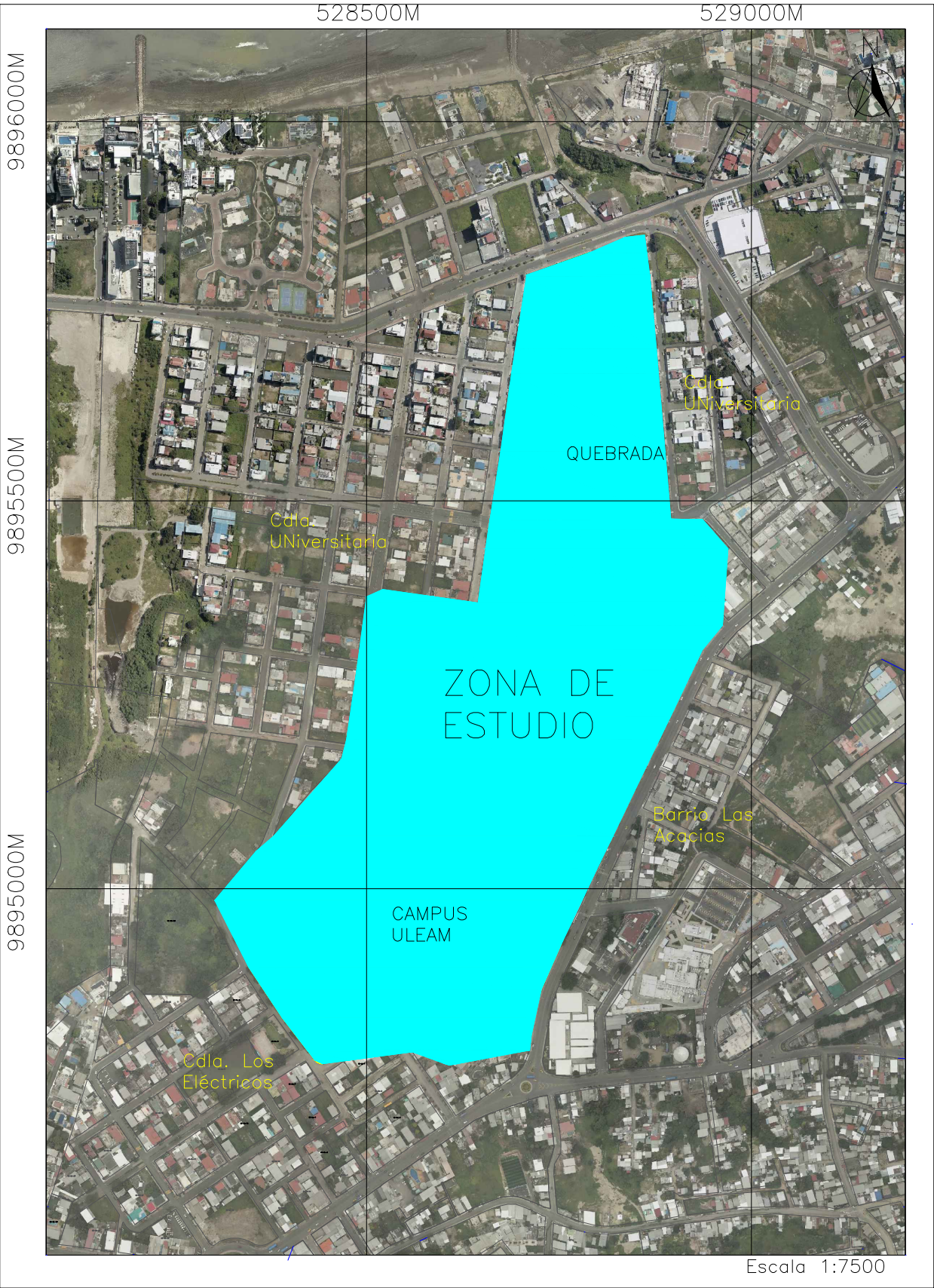
OK Cancel Help

Este anexo incluye las tormentas de diseño ingresadas en SewerGEMS para la simulación del sistema pluvial. Asimismo, se incorpora el registro preliminar correspondiente al criterio de la tormenta en campana evaluado en fases iniciales del proyecto. Aunque este último método fue descartado frente al enfoque racional adoptado para el diseño final, se presenta como respaldo metodológico del proceso de análisis comparativo de la red.



Curva y tabla de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) para un período de retorno de 10 años, configuradas en el módulo *Storm Data* de SewerGEMS para el análisis de la red pluvial.





UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO:

REALIZADO POR:

EMMANUEL INTRIAGO CEDEÑO

PROYECTO:

REDISEÑO HIDRÁULICO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL
CAMPUS UNIVERSITARIO MEDIANTE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (HDD)

AREA DEL PROYECTO

MODELADO EN:

SEWERGEMS

ESTUDIANTE:

EMMANUEL INTRIAGO CEDEÑO

TUTOR:

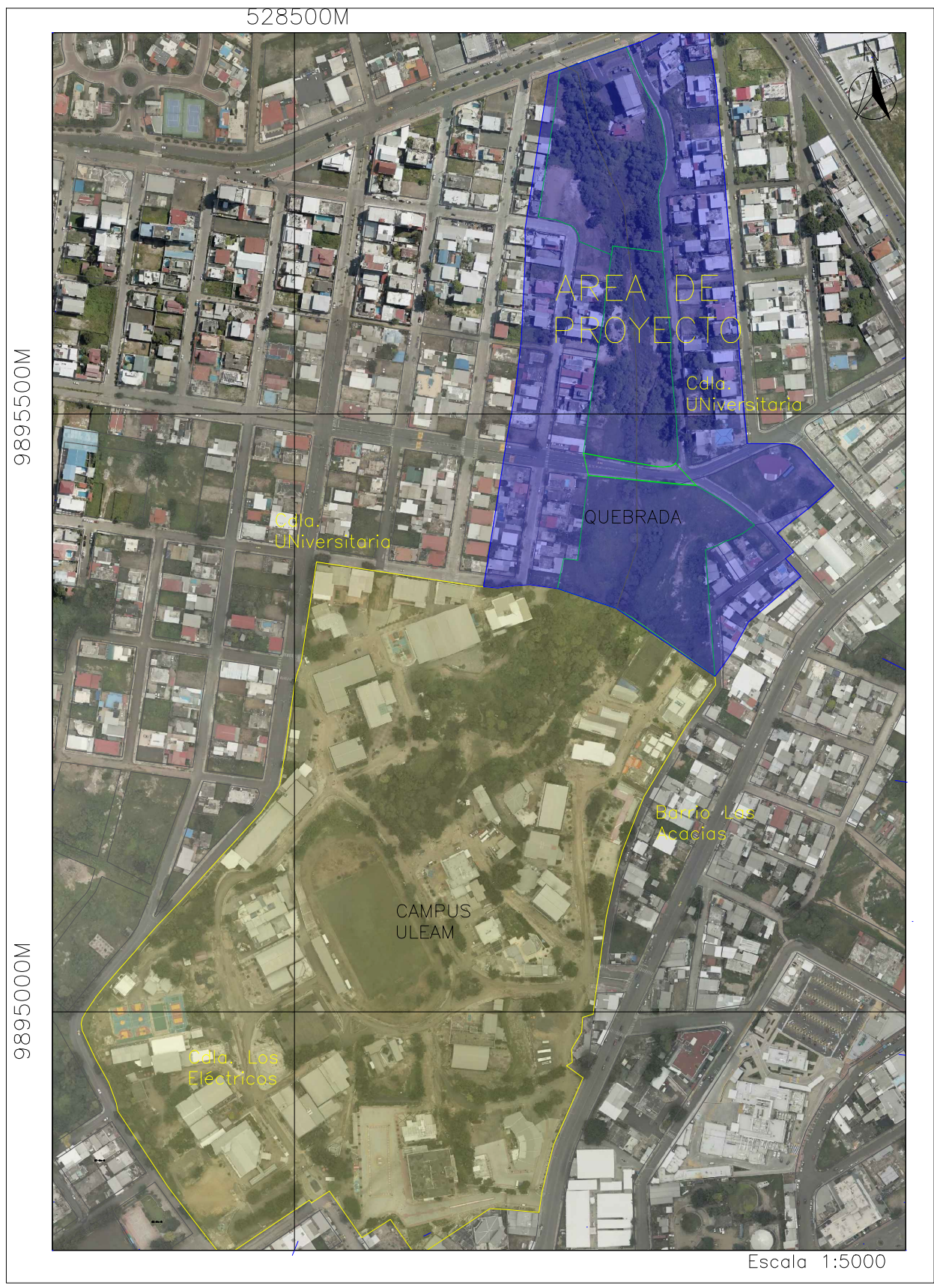
ING. JAVIER BAQUE SOLIS

ESCALA:

INDICADAS

FECHA:

AGOSTO 2026

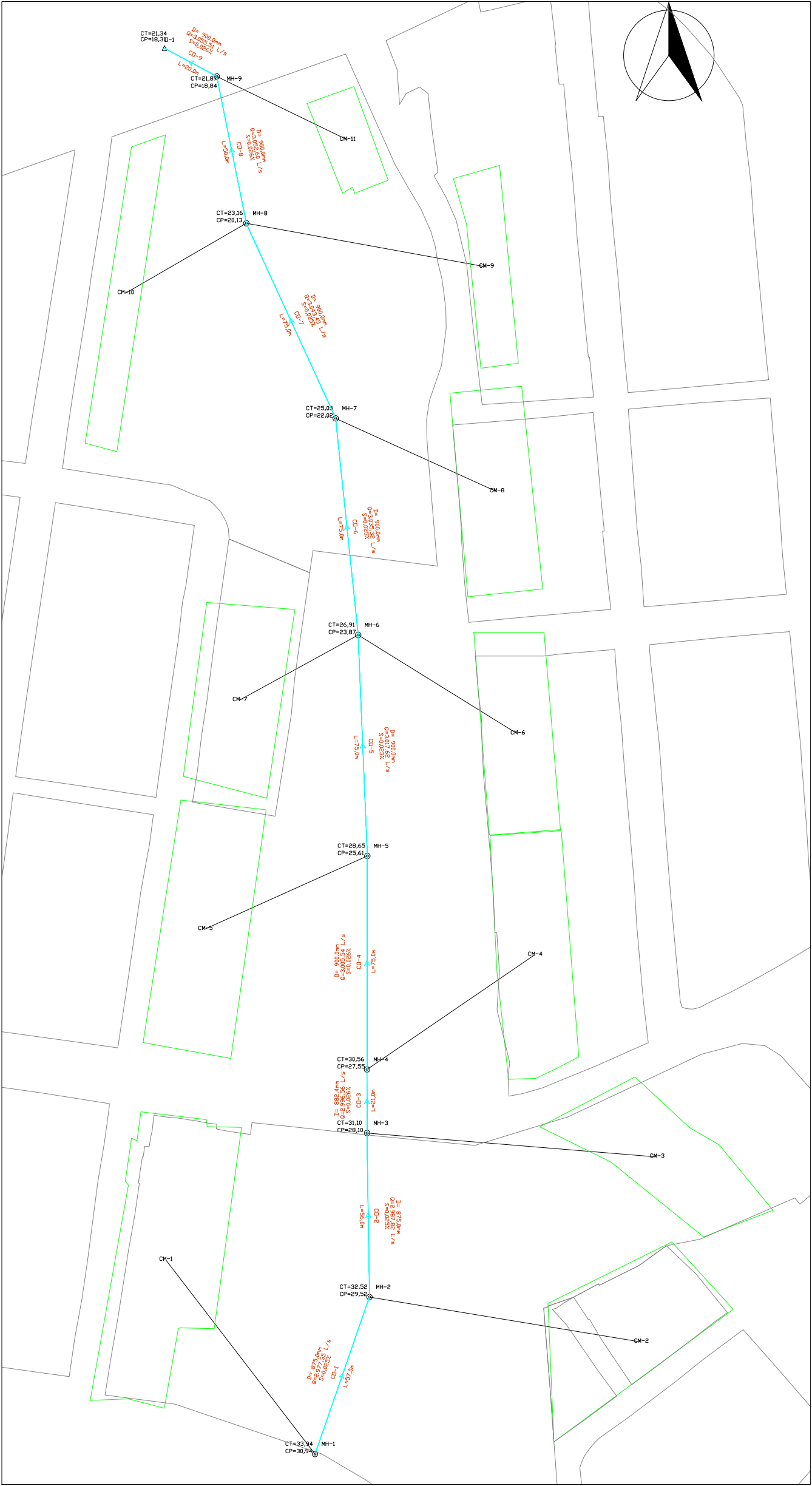


UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI		CONTENIDO:	REALIZADO POR:
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y ARQUITECTURA			EMMANUEL INTRIAGO CEDEÑO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO:		AREA DEL PROYECTO	MODELADO EN:
REDISEÑO HIDRÁULICO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL CAMPUS UNIVERSITARIO MEDIANTE PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA (HDD)			SEWERGEMS
ESTUDIANTE:	TUTOR:	ESCALA:	FECHA:
EMMANUEL INTRIAGO CEDEÑO	ING. JAVIER BAQUE SOLIS	INDICADAS	AGOSTO 2026

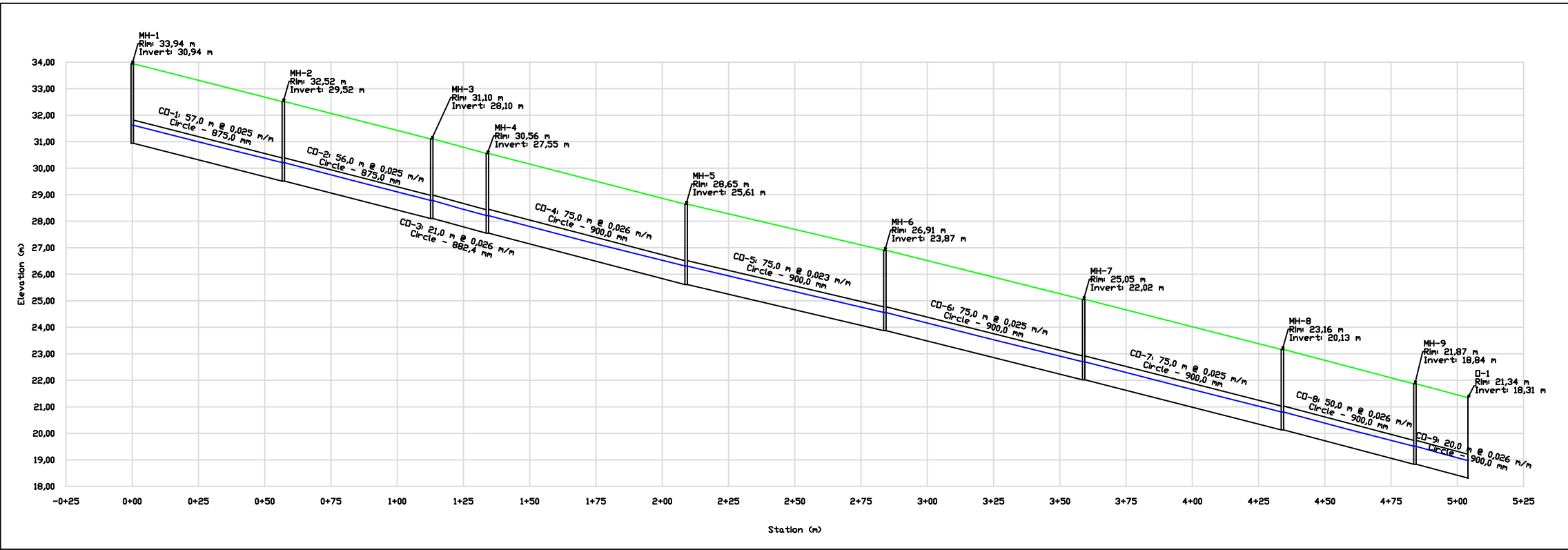
ABREVIATURAS	DESCRIPCION
Q	CAUDAL
D	DIAMETRO
S	PENDIENTE
L	LONGITUD
CT	COTA TERRENO
CP	COTA PROYECTO

AREAS		
ABREVIATURAS	ID	AREA EN Ha
A1	CM1	0.39
A2	CM5	0.25
A3	CM7	0.18
A4	CM10	0.1
A5	CM2	0.22
A6	CM3	0.18
A7	CM4	0.187
A7'	CM6	0.187
A8	CM8	0.17
A9	CM9	0.09
A10	CM11	0.06

IMPLANTACION
DISEÑO DE RED
ALCANTARILLADO
PLUVIAL



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, ARQUITECTURA Y CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		CONTENIDO:	REALIZADO POR: INTRIAGO CEDEÑO EMMANUEL ALEJANDRO
PROYECTO:	REDISEÑO HIDRÁULICO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO LUVIAL DEL CAMPUS UNIVERSITARIO MEDIANTE PERFORACION HORIZONTAL DIRIGIDA	IMPLANTACIÓN DEL DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	MODELADO: SEWERGEMS
ESTUDIANTE: INTRIAGO CEDEÑO EMMANUEL ALEJANDRO	TUTOR: ING. JAVIER BAQUE SOLIS	ESCALAS: INDICADAS	FECHA: AGOSTO 2026



PERFIL DISEÑO DE ALCANTARILLADO AALL

UBICACIÓN:
SITIO QUEBRADA CANTÓN MANTA,
CALLE UNIVERSIDAD 4, AV. UNIVERSIDAD 4
QUEBRADA DE LA ULEAM

NOTAS:

REFERENCIAS:

APROBACIÓN:

FECHA: 10 JUL. 2026	PLANS PARA APROBACIÓN DESCRIPCIÓN	1 DIBUJO	VERIF.	REV.	APROB.
------------------------	--------------------------------------	-------------	--------	------	--------

CLIENTE:

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO
DE MANABÍ

ESTUDIANTE:

EMMANUEL INTRIAGO CEDEÑO

PROYECTO:

TESIS DE GRADO
MANTA-MANABÍ

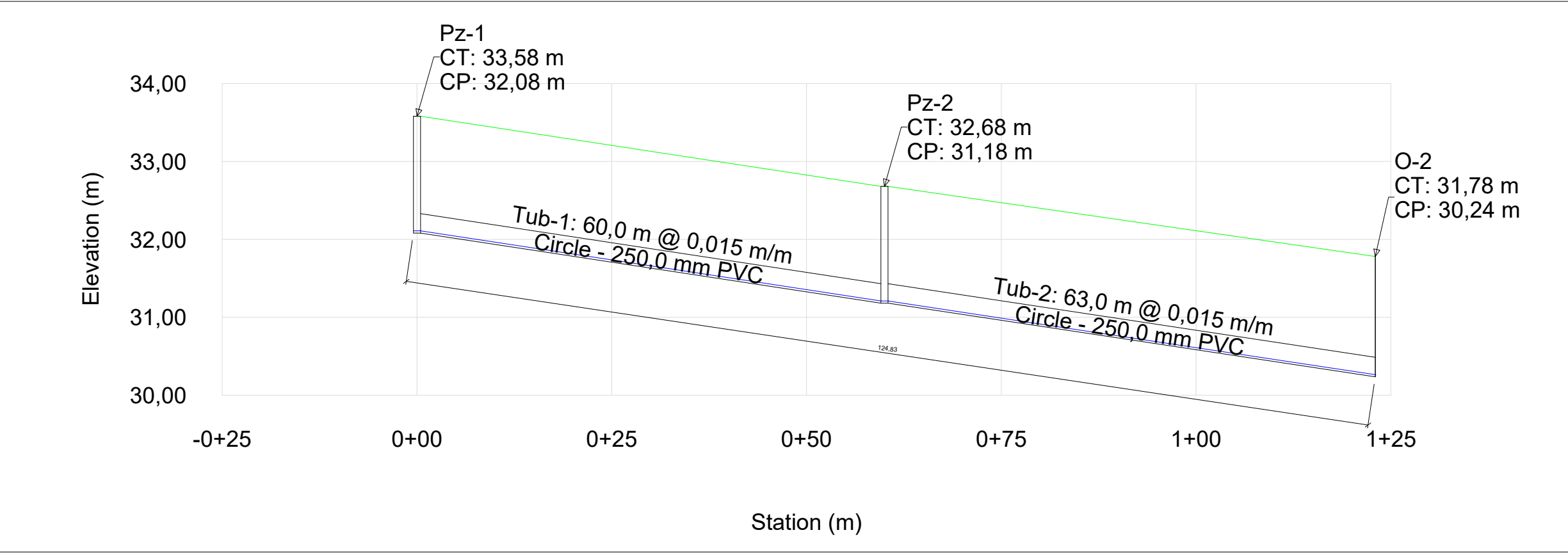
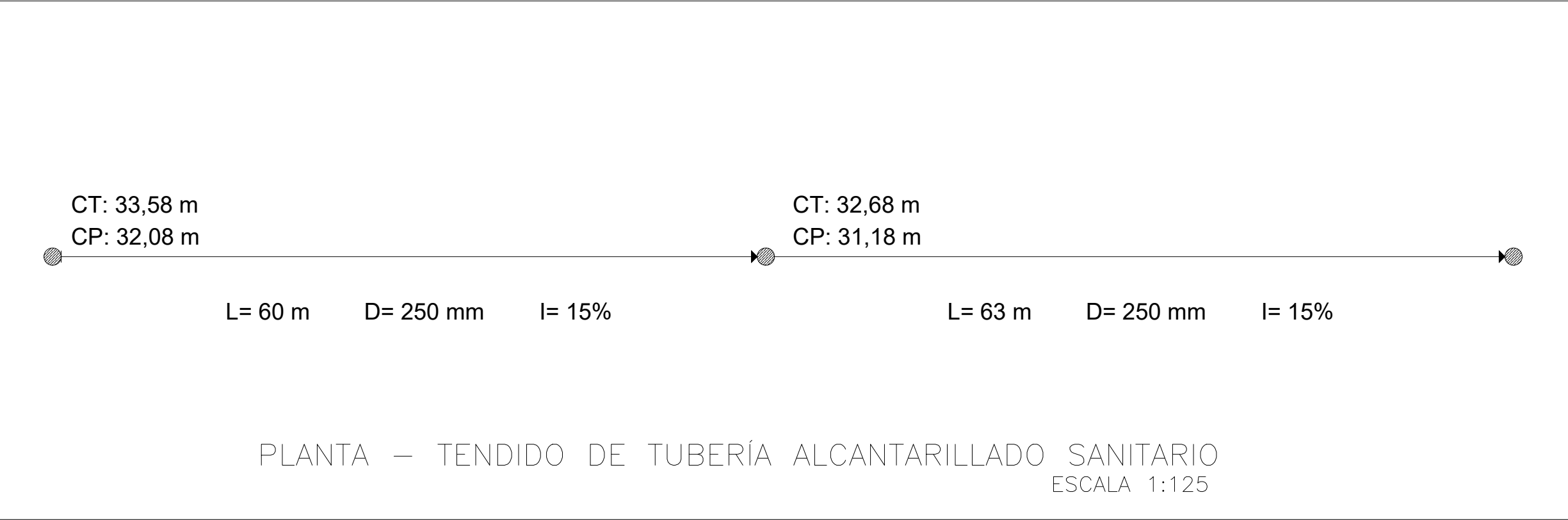
CONTIENE:

DISEÑO DE ALCANTARILLADO
PLUVIAL
PERFIL

NÚMERO DE DIBUJO DEL CONTRATISTA:

AALL - DISEÑO 1

FORMATO: ISO - A1	ESCALAS: INDICADAS	PLANO/HOJA: A-2
----------------------	-----------------------	--------------------



PERFIL DE TUBERÍA ALCANTARILLADO SANITARIO
ESCALA 1:100

UBICACIÓN:
SITIO QUEBRADA CANTÓN MANTA,
CALLE UNIVERSIDAD 4, AV. UNIVERSIDAD 4

QUEBRADA DE LA ULEAM

NOTAS:

REFERENCIAS:

APROBACIÓN:

FECHA: 10 JUL. 2026	PLANOS PARA APROBACIÓN DESCRIPCIÓN	1	DIBUJO	VERIF.	REV.	APROB.
------------------------	---------------------------------------	---	--------	--------	------	--------

CLIENTE:

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO
DE MANABÍ

ESTUDIANTE:

EMMANUEL INTRIAGO CEDENO

PROYECTO:

TESIS DE GRADO
MANTA-MANABÍ

CONTIENE:

DISEÑO DE ALCANTARILLADO
SANITARIO
PLANTA Y PERFIL

NÚMERO DE DIBUJO DEL CONTRATISTA:

AASS - DISEÑO 1

FORMATO: ISO - A3	ESCALAS: INDICADAS	PLANO/HOJA: A-2
----------------------	-----------------------	--------------------

NOMENCLATURA	
A	FACULTAD DE INGENIERIA
B	FACULTAD DE ARQUITECTURA
C	FACULTAD DE AGRICULTURA
D	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACION
E	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION
F	FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
G	FACULTAD DE CIENCIAS INFORMATICAS
H	DEPARTAMENTO TECNICO CIENCIAS INFORMATICAS
I	FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
J	AUDITORIO FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
K	FACULTAD DE CIENCIAS MORFOLOGICAS
L	FACULTAD DE COMERCIO EXTERIOR
M	FACULTAD DE DERECHO
N	FACULTAD DE ECONOMIA
O	FACULTAD DE EDUCACION FISICA
P	FACULTAD DE ENFERMERIA
Q	FACULTAD DE HOTELERIA Y TURISMO
R	FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
S	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ELECTRICA
T	FACULTAD DE MECANICA NAVAL
U	FACULTAD DE ODONTOLOGIA
V	FACULTAD DE SECRETARIADO EJECUTIVO
W	FACULTAD DE TECNOLOGIAS MEDICAS
X	FACULTAD DE TRABAJO SOCIAL
Y	COLEGIO JUAN MONTALVO
Z	ESCUELA DR. JOSE PERALTA
AA	ANEXO DEL PRIMER VAGUAY ENTRADO
AB	EDIFICIO ADMINISTRATIVO - PLANAMINIO
AC	EDIFICIO ADMINISTRATIVO - PLANAMINIO
AD	SECRETARIA GENERAL
AE	BLOQUE DE MANTENIMIENTO
AF	BLOQUE DE TRANSPORTE
AG	EDIFICIO DE POSGRADO
AH	BIBLIOTECA
AI	COLISEO
AJ	CONSERVATORIO - AUDITORIO
AK	CONSERVATORIO - BLOQUE NUEVO
AL	CONSERVATORIO - DEPARTAMENTO DE CULTURA
AM	CONSERVATORIO - CUCINAS
AN	CONSERVATORIO - SALA DE PROFESORES
AO	EDIFICIO DE PARQUEO
AP	LOD
AQ	BENEFICIO ESTUDIANTE
AR	RELACIONES INTERNACIONALES
AS	COMEDORES UNIVERSITARIOS
AT	MUSEO
AU	APU
AV	MANA
AW	ASO CIVIL
AX	BARES DE MEDICINA
AY	BARES DE PLANAMINIO
AZ	ESTADIO
BA	FEDE - RESTAURADO
BB	PARCLOSA
BC	BLOQUE DE BANCOS



ESTE PLANO TIENE EN SUS DETALLES SU PROPIEDAD INTELECTUAL DE CARLOS MACIAS PILOSO Y NO DEBE SER COPIADO O REPRODUCIDO SIN EL DEBERIDO CONSENTIMIENTO ESCRITO POR PARTE DE SUS AUTORES.		
PROYECTO: CONSTRUCCION DEL NUEVO SISTEMA HIDROSANITARIO Y DE OBRAS CIVILES PARA SOTERRAMIENTO DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS Y DE FIBRA OPTICA EN EL CAMPUS MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI		
Canton:	Parroquia:	Barrio/Sector:
MANTA	MANTA	CDLA. UNIVERSITARIA
CONTIENE: SISTEMA PLUVIAL PROPUESTA		
ADMINISTRADOR DEL CONTRATO:		CONSULTOR:
Ing. GERARDO ALFONSO CHICA ALVAREZ		Ing. CARLOS MACIAS PILOSO
ESCALA:	FECHA:	LAMINA N°:
1:1000	OCTUBRE 2020	1/17