

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay.

INGE-2674

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniería Civil

Presentado por:

Luis Antonio Ayón Regalado

Samuel Jeremias Espinoza Muñoz

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico a mis padres por apoyarme durante mis años de estudio, a mis hermanos de sangre y a los que la vida me dio.

Samuel Espinoza.

Esta tesis de grado se la dedico a toda mi familia, enamorada y amigos que son como hermanos.

Luis Ayon

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a mis padres
por apoyarme en este periodo de mi vida y
darme ánimos en la culminación del mismo

Samuel Espinoza

Debo agradecer a mis padres por siempre
brindarme su confianza y apoyo, a mis
amigos de universidad por tantas anécdotas
que recordare toda mi vida.

Luis Ayon

Declaración Expresa

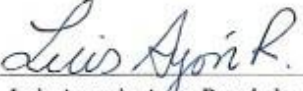
Nosotros Samuel Jeremías Espinoza Muñoz y Luis Antonio Ayon Regalado, acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 8 de octubre del 2024.


Luis Antonio Ayon Regalado


Samuel Jeremías Espinoza Muñoz

Evaluadores



Nombre del Profesor

Lenin Alexander Dender Aguilar



Nombre del Profesor

Cristian Alfonso Salas Vazquez

Resumen

El proyecto se centra en el diseño de un sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales en la parroquia de San Cristóbal, cantón Paute, con el objetivo de mitigar problemas de salud pública y contaminación ambiental. Se plantea que el 13,11% de la población sufre enfermedades relacionadas con el agua, lo que justifica la necesidad de un sistema adecuado. Para su desarrollo, se utilizaron tuberías de PVC corrugado y pozos de registro, siguiendo normativas técnicas. Los resultados indican que la implementación del sistema no solo mejorará la calidad del agua, sino que también contribuirá al desarrollo económico local al atraer inversiones. Las conclusiones destacan la urgencia de construir el sistema para mejorar la salud pública y el medio ambiente, alineándose con proyecciones de crecimiento poblacional. Se recomienda priorizar la construcción, realizar campañas educativas sobre el manejo de desechos y establecer un programa de mantenimiento para asegurar la operatividad del sistema a largo plazo.

Palabras clave: Aguas residuales, salud pública, infraestructura, desarrollo sostenible, San Cristóbal.

Abstract

The project focuses on the design of a wastewater collection and treatment system in the parish of San Cristóbal, canton Paute, with the objective of mitigating public health problems and environmental contamination. It is proposed that 13.11% of the population suffers from water-related diseases, which justifies the need for an adequate system. For its development, corrugated PVC pipes and manholes were used, following technical standards. The results indicate that the implementation of the system will not only improve water quality, but will also contribute to local economic development by attracting investment. The conclusions highlight the urgency of building the system to improve public health and the environment, in line with population growth projections. It is recommended to prioritize construction, conduct educational campaigns on waste management, and establish a maintenance program to ensure the long-term operability of the system.

Keywords: Wastewater, public health, infrastructure, sustainable development, San Cristobal.

Índice General

Resumen	I
Abstract	II
Índice General	III
Abreviaturas	VII
Índice de Figuras	IX
Índice de Tablas	IX
Índice de Planos	XI
Capítulo 1	1
1. Introducción	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Descripción del Problema.....	2
1.3 Justificación del Problema.....	4
1.3.1 Salud Pública	4
1.3.2 Impacto Ambiental	5
1.3.3 Desarrollo Económico	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2 Objetivos Específicos	6
Capítulo 2	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1 Introducción.....	7
2.2 Tipos de Materiales	7
2.2.1 Tuberías de Concreto	7
2.2.2 Tuberías de Asbesto-Cemento	7
2.2.3 Tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD).....	8

2.2.4	<i>Tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC)</i>	8
2.3	Tuberías de PVC Corrugado.....	8
2.3.1	<i>Aplicación en Zonas Rurales</i>	8
2.4	Análisis de Datos	9
2.4.1	<i>Consumo de Agua Potable de la Comunidad</i>	9
2.4.2	<i>Desglose de Consumos</i>	11
2.4.3	<i>Dotación de Aguas Residuales</i>	12
2.4.4	<i>Análisis y Proyección Poblacional</i>	14
2.4.5	<i>Consideraciones Topográficas de la Comunidad</i>	23
2.5	Caudal de Diseño.....	24
2.6	Análisis de Alternativas.....	24
2.6.1	<i>Diseño del Trazado de la Línea de Drenaje Paralela a la Línea de Agua Potable.</i> 24	
2.6.2	Diseño de un sistema de recolección enfocado al traslado a la red municipal principal. 26	
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	31
3.1	Diseños	31
3.2	Especificaciones Técnicas	33
3.2.1	Generalidades	33
3.2.2	Normativas y Referencias	34
3.2.3	Materiales	34
3.2.4	Diseño y Construcción	35
3.2.5	Pruebas y Verificación	35
3.3	Parámetros de diseño	36
3.4	Tramos de tubería	38
3.5	Parámetros en tuberías.....	41
3.5.1	Fuerza tractiva	41

3.5.2	Velocidad	44
3.6	Perdidas en pozos.	44
3.6.1	Perdidas por cambio de dirección.	45
3.6.2	Perdida de energía por la transición (Variación de velocidad)	46
3.7	Empate de la línea de energía de las tuberías.	46
Capítulo 4		48
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	49
4.1	Descripción del proyecto	49
4.2	Línea base ambiental	50
4.3	Actividades del proyecto	52
4.3.1	Estudios Preliminares.	52
4.3.2	Actividades constructivas.....	53
4.4	Identificación de impactos ambientales.....	54
4.5	Valoración de impactos ambientales	59
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	60
4.6.1	Medidas de prevención.....	60
4.6.2	Medidas de mitigación.	61
4.6.3	Medidas de Monitoreo	62
4.7	Conclusiones y Recomendaciones.....	62
Capítulo 5		64
5.	PRESUPUESTO	65
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo	65
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios (fusión).....	65
5.2.1	Acarreo, Desalojo y Transporte de Material (258,956.77\$)	65
5.2.2	Rellenos (2,907.00\$)	66
5.2.3	Infraestructura de Alcantarillado (136,685.21\$)	66
5.2.4	Construcción de Pozos (56,843.06\$).....	66

5.3	Descripción de cantidades de obra (Revisar)	67
5.3.1	Aglomerantes: \$5,603.81	67
5.3.2	Agregados: \$9,703.13	67
5.3.3	Madera Encofrado de Aserradero: \$1,106.76	67
5.3.4	Hierro y Afines: \$6,005.78.....	67
5.3.5	Material para Cubiertas, Paredes y Cielos Rasos: \$1,508.07	67
5.3.6	Material para Desagüe: \$40,730.73.....	67
5.3.7	Productos Químicos: \$115.00	68
5.3.8	Varios: \$27.40	68
5.3.9	Artículos para Sistemas de Agua Potable: \$15,135.29	68
5.4	Valoración integral del costo del proyecto	68
5.5	Cronograma de obra	69
5.5.1	Fase 1: Preparación y Excavaciones Iniciales.....	69
5.5.2	Fase 2: Instalación de Infraestructura de Alcantarillado	70
5.5.3	Fase 3: Construcción de Pozos y Finalización	70
5.5.4	Fase 4: Terminación y Entrega.....	71
Capítulo 6		71
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
6.1	Conclusiones.....	72
6.2	Recomendaciones	73
Referencias		75
PLANOS Y ANEXO		76

Abreviaturas

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral.

INEC Instituto Nacional de Estadística y Censos.

INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización.

GAD Gobierno autónomo descentralizado.

TULSMA Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente.

SIMBOLOGÍA

km	Kilometro
ml	Metro lineal
hab/ha	Habitante por hectárea
mm	Milímetro
m/s	Metro sobre segundo
h/D	Tirante hidráulico
Kg/m ²	Kilogramo sobre metro cuadrado
m ³	Metro cubico
l/Hab/día	Litro por habitante por día
msnm	Metro sobre el nivel del mar

Índice de Figuras

Figura 1	4
Figura 2.	18
Figura 3.	19
Figura 4.	21
Figura 5	22
Figura 6	26
Figura 7	28
Figura 8	45
Figura 9	48
Figura 10	55

Índice de Tablas

Tabla 1.....	9
Tabla 2.....	11
Tabla 3.....	12
Tabla 4.....	13
Tabla 5.....	15
Tabla 6.....	15
Tabla 7.....	16
Tabla 8.....	17
Tabla 9.....	28
Tabla 10.....	36

Tabla 11.....	38
Tabla 12.....	39
Tabla 13.....	47
Tabla 14.....	56
Tabla 15.....	57
Tabla 16.....	58
Tabla 17.....	60
Tabla 18.....	63

Índice de Planos

PLANO 1 Plano de Planta - Plano General 0

PLANO 2 Plano de Planta - Plano General 1

PLANO 3 Plano de Planta - Plano General 2

PLANO 4 Plano de Planta - Plano General 3

PLANO 5 Plano de Planta - Plano General 4

PLANO 6 Plano de Planta - Tramo 1-1

PLANO 7 Plano de Planta - Tramo 1-2

PLANO 8 Plano de Planta - Tramo 2

PLANO 9 Plano de Planta - Tramo 3

PLANO 10 Plano de Planta - Tramo 4-5 (1)

PLANO 11 Plano de Planta - Tramo 4-5 (2)

PLANO 12 Plano de Planta - Tramo 4-5 (3)

PLANO 13 Plano de Planta - Tramo 6

PLANO 14 Plano de Planta - Tramo 7

PLANO 15 Plano de Cortes – Perfiles de Diseño Tramos 1 al 3

PLANO 16 Plano de Cortes – Perfiles de Diseño Tramos 4 al 7-1

PLANO 17 Plano de Cortes – Perfiles de Diseño Tramo 7 - 2

Capítulo 1

1. Introducción

1.1 Antecedentes

La parroquia de San Cristóbal del cantón Paute posee una población aproximada de 2819 habitantes según el censo de la INEC 2022, además de una superficie de 14 km^2 con una densidad poblacional de 166 habitantes/ha. De acuerdo con los reportes generados por el GAD de Paute la comunidad posee del servicio de conexión a agua potable en un 93,27% de las familias de la comunidad cuenta con acceso al servicio básico. Dicho servicio básico se abastece desde Pampa Negra, agua subterránea y del sistema central de la comunidad de San Cristóbal. De dicho servicio básico 93,14 % de la comunidad percibe al agua “de mala calidad” o que no es buena para el consumo humano y que solo un 57,84 % de la comunidad tiene un servicio continuo. A su vez, se tiene que la presencia de medidores de agua en domicilios está en un 97,98% de los hogares de la comunidad. En la actualidad la comunidad de San Cristóbal no posee un sistema de recolección de aguas residuales centralizado, en su lugar los hogares de la comunidad hacen uso de escusados y pozos sépticos en un 41,90% escusado y alcantarillado en 52,38% y un 1,90% escusado y pozo ciego para el almacenamiento y posterior manejo de aguas negras y grises. Cabe destacar que, del porcentaje de familias que poseen pozo séptico, un 79,55% indican nunca haber vaciado el pozo séptico y un 15,91% no saben si lo han hecho o no. Con respecto al ámbito de salud pública en las encuestas realizadas, se reportó que el 13,11 % de los individuos en 80 familias sufren de enfermedades relacionadas con el agua, específicamente Enfermedad Diarreica Ambulatoria (EDA), que abarca infecciones estomacales y diarreas, además de enfermedades traídas por vectores de contagio como los mosquitos entre las cuales se encuentra el Dengue y el Chikunguña.

Debido a la necesidad de la población de una mejor infraestructura en el manejo de aguas residuales la cabecera cantonal ha buscado el desarrollo de un sistema de recolección y de posterior tratamiento de aguas residuales (Sebastián Sarmiento Vázquez Josué Bernardo Larriva Vásquez & -Ecuador, 2023).

1.2 Descripción del Problema

La comunidad de San Cristóbal posee 2819 habitantes según el último censo de población y vivienda (INEC, 2022), de esta población un 43.8% de la comunidad carece de conexión a un alcantarillado sanitario eficiente y en su lugar hacen uso de pozos ciegos y pozos sépticos (GAD Parroquial de San Cristóbal, 2015) Ante esto, se debe buscar una solución sostenible a las descargas de aguas negras y grises procedentes de las viviendas de la comunidad. Razón por la cual el respectivo GAD busca una solución con un enfoque sostenible a esta problemática. Debido a que, el aumento de enfermedades transmitidas por mosquitos, como el dengue y la chikunguña, ha alcanzado niveles alarmantes. La proliferación de estos insectos se ve facilitada por sistemas de recolección de aguas servidas, tales como pozos sépticos y letrinas (Fundación AVINA, 2012). Además, la infiltración de estas aguas residuales en cuerpos de agua puede afectar significativamente la salud pública, aumentando el riesgo de enfermedades en la comunidad. Por ello, la implementación de un sistema de alcantarillado de aguas residuales que permita su traslado y tratamiento adecuado es crucial para prevenir la propagación de vectores de enfermedades.

Por consecuencia el GAD de Paute llevo a cabo una encuesta a través de un grupo consultor en el año 2019 misma que reveló que las enfermedades más comunes en adultos son la gripe (23,75 %), infecciones en la piel (13,75 %), dolor de huesos (13,75 %), enfermedades respiratorias (11,25 %), diabetes (11,25 %), dolor de cabeza y diarreas (8,75 %), diarreas (5,00 %) y alergias en la piel (5,00 %). Estas cifras indican una necesidad urgente de mejorar los

sistemas de tratamiento de aguas residuales para reducir la incidencia de estas enfermedades y mejorar la salud pública.

Las enfermedades consideradas de origen hídrico se clasifican en tres categorías:

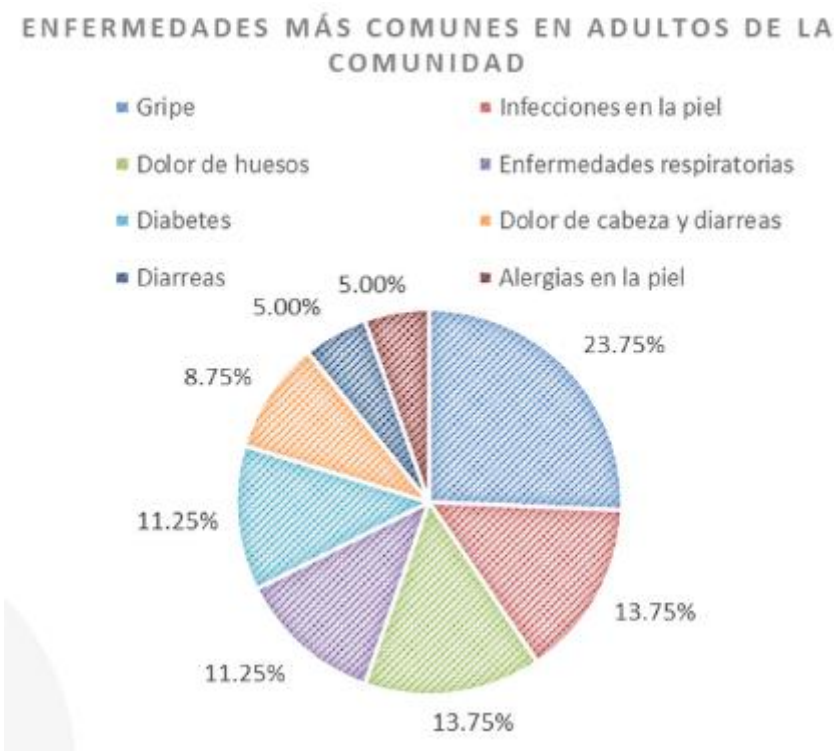
- Enfermedad Diarreica Ambulatoria (EDA). Incluye parasitosis aguda, gastroenteritis, diarrea sin deshidratación, transgresión alimentaria y salmonelosis;
- Parasitosis. Comprende parasitosis, amebiasis, ascaridiasis y giardiasis;
- Dermatitis. Abarca dermatitis, dermatosis, micosis superficial, prurigo infantil, pioderma, piodermis, erisipela, onicomycosis, tiña corporis y celulitis facial.

De las encuestas realizadas, se informó que el 13,11 % de las personas en 80 familias presentan enfermedades relacionadas con el agua, específicamente EDA, que incluye infecciones estomacales y diarreas. En promedio el costo por consulta y medicamentos en Ecuador rondan los \$39 USD lo que representa al año del último censo un gasto total proyectado de \$14 430 (Quispe, Fernández 2021). Estos datos subrayan la importancia de implementar sistemas de alcantarillado eficientes para reducir la incidencia de enfermedades hídricas y mejorar la calidad de vida de las comunidades afectadas.

La implementación de un sistema de alcantarillado de aguas residuales no solo mitigaría la proliferación de vectores de enfermedades, sino que también contribuiría significativamente a reducir la incidencia de diversas patologías relacionadas con el agua, protegiendo así la salud pública (Fundación AVINA, 2012).

Figura 1

Enfermedades más comunes en adultos de la comunidad



1.3 Justificación del Problema

La implementación de una solución de recolección y traslado de descargas de aguas grises y negras procedentes de las viviendas en la comunidad de San Cristóbal es crítica y requiere de una solución regida a los siguientes factores:

1.3.1 Salud Pública

La acumulación, traslado y posterior tratamiento de las aguas residuales reduciría la presencia de enfermedades transmitidas por vectores, como pueden llegar a ser el Chikunguña y el dengue a través de la proliferación de mosquitos. Así también como posibles enfermedades gastrointestinales e infecciones en la piel debido a la filtración de las aguas residuales a cuerpos de agua subterráneos y superficiales.

1.3.2 Impacto Ambiental

La presencia de aguas residuales sin tratamiento pueden ser un riesgo de contaminación para cuerpos de agua subterráneos, así también como a la vida acuática de cuerpos de agua como ríos, riachuelos y cuerpos de agua superficiales como las subcuencas de los ríos Burgay, Cuenca y la zona centro-norte del río Paute por el uso de pozos sépticos y pozos ciegos en los hogares de la comunidad.

1.3.3 Desarrollo Económico

La mejora en el sistema de saneamiento en la comunidad de San Cristóbal puede abrir importantes oportunidades de crecimiento económico. Una comunidad con un sistema de recolección de aguas residuales deficiente enfrenta dificultades para atraer inversionistas interesados en desarrollar el sector turístico. La falta de un saneamiento adecuado puede imponer restricciones significativas, afectando negativamente el desarrollo de sectores clave como el hotelero y el restaurantero. Al contar con un sistema de saneamiento eficiente, la comunidad no solo mejora la calidad de vida de sus habitantes, sino que también se vuelve más atractiva para las inversiones, fomentando así el desarrollo económico y el crecimiento sostenible del turismo.

La implementación de un sistema para la recolección y traslado de aguas grises y negras en San Cristóbal, Paute, es de vital importancia para el desarrollo de la comunidad. Este proyecto mejorará la salud pública al reducir enfermedades transmitidas por vectores y contaminación del agua.

Económicamente, un sistema de saneamiento eficiente atraerá inversiones en turismo, hoteles y restaurantes, impulsando el desarrollo económico y mejorando la calidad de vida de los habitantes.

Al implementar un sistema de recolección y traslado de aguas residuales se busca la implementación de mejoras en la salud pública, reducción de vectores de enfermedades,

disminución de la contaminación de cuerpos de agua y una mejora en la infraestructura urbana para la proliferación del desarrollo económico.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de recolección para la evacuación de aguas residuales en la comunidad de San Cristóbal, de la Provincia del Azuay, mediante análisis hidráulico y sanitario mitigando así los problemas de contaminación hídrica que posee la comunidad.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Analizar patrones de consumo de la comunidad de esta forma estimando las dimensiones respectivas de las tuberías de alcantarillado.
2. Proponer de soluciones innovadoras que promuevan un sistema de recolección sostenible a largo plazo de manera que la comunidad obtenga un saneamiento confiable y digno a lo largo del periodo de diseño de este.
3. Entregar el diseño de un sistema de tuberías de alcantarillado para un sistema de recolección para la evacuación de aguas residuales en la comunidad de San Cristóbal

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Introducción

El sistema de alcantarillado es una infraestructura crucial para el saneamiento y la salud pública, especialmente en zonas rurales donde la implementación de servicios básicos puede ser limitada. La elección de materiales para las tuberías de alcantarillado es fundamental para garantizar la durabilidad, eficiencia y economía del sistema. En este capítulo, se analizarán diferentes materiales utilizados en tuberías de alcantarillado sanitario en Ecuador, enfocándose en el PVC corrugado como la opción óptima para un sistema de alcantarillado simplificado en áreas rurales.

2.2 Tipos de Materiales

2.2.1 Tuberías de Concreto

Las tuberías de concreto han sido tradicionalmente utilizadas en sistemas de alcantarillado debido a su alta resistencia mecánica y durabilidad. Sin embargo, presentan desventajas significativas en zonas rurales, como el alto peso, lo que dificulta su transporte e instalación en áreas de difícil acceso. Además, el concreto es susceptible a la corrosión en ambientes ácidos, lo que puede comprometer su integridad estructural a largo plazo (MOP, 2014).

2.2.2 Tuberías de Asbesto-Cemento

Estas tuberías han sido utilizadas por su resistencia y bajo costo inicial. Sin embargo, el uso de materiales que contienen asbesto está en declive debido a los riesgos para la salud asociados con la liberación de fibras de asbesto. La manipulación y el corte de estas tuberías

requieren precauciones especiales, lo que aumenta los costos de instalación y mantenimiento (WHO, 2003).

2.2.3 Tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD)

Las tuberías de PEAD son apreciadas por su flexibilidad, resistencia química y facilidad de instalación. Son adecuadas para terrenos difíciles y pueden soportar movimientos del suelo sin romperse. No obstante, su costo es relativamente alto comparado con otros materiales, lo que puede ser un factor limitante en proyectos de alcantarillado simplificado en zonas rurales.

2.2.4 Tuberías de Policloruro de Vinilo (PVC)

Las tuberías de PVC son ampliamente utilizadas debido a su durabilidad, resistencia a la corrosión y facilidad de instalación. Existen diferentes tipos de tuberías de PVC, entre las cuales se destaca el PVC corrugado para aplicaciones de alcantarillado simplificado.

2.3 Tuberías de PVC Corrugado

Las tuberías de PVC corrugado ofrecen ventajas en cuanto al diseño de alcantarillado simplificado. Su peso permite un transporte e instalación más agilizada. El PVC es muy resistente a contaminantes que existen en las aguas residuales, permitiendo una mayor vida útil del material.

2.3.1 Aplicación en Zonas Rurales

En zonas rurales de Ecuador, las tuberías de PVC corrugado son una solución eficiente y económica para sistemas de alcantarillado simplificado. Su ligereza y facilidad de transporte permiten su uso en áreas de difícil acceso, mientras que su resistencia a condiciones adversas asegura un rendimiento fiable a largo plazo (INEC, 2010).

El diámetro de la tubería adecuado facilita el manejo de aguas residuales, el diámetro será determinado mediante algunas variantes que deben ser tomadas en cuenta como: Diámetro mínimo (100mm), Velocidad (0.3-0.6 m/s), Tirante relativo ($h/D < 0.8$), Pendiente, Fuerza de arrastre (0.15Kg/m²) (Mejia,1993).

La profundidad de la tubería será determinada según la topografía del terreno.

2.4 Análisis de Datos

Los datos provistos por el cliente incluyen tanto datos topográficos, datos de consumo hídrico de la población, diseño de la red actual de agua potable, así como la ubicación de la planta actual de tratamiento de agua residual.

2.4.1 Consumo de Agua Potable de la Comunidad

Tabla 1.

Resumen de consumos comunidad de San Cristóbal (2020)

Año 2020	# Consumidores	Volumen Facturado (m³)	\$ Emitido Agua (USD)	Costo por m³ (USD/m³)
Enero	495	3374	\$3 841.45	\$ 1.14
Febrero	495	4052	\$4 836.55	\$ 1.19
Marzo	496	4081	\$4 161.00	\$ 1.02
Abril	496	4204	\$4 309.80	\$ 1.03
Mayo	496	4190	\$4 546.90	\$ 1.09
Junio	497	3784	\$4 371.10	\$ 1.16
Julio	497	2855	\$3 294.20	\$ 1.15
Agosto	497	5233	\$5 308.20	\$ 1.01
Septiembre	498	3458	\$3 607.50	\$ 1.04

Octubre	500	3347	\$3 540.50	\$ 1.06
Noviembre	499	4078	\$4 035.20	\$ 0.99
Diciembre	501	3591	\$3 902.40	\$ 1.09

La información de la Tabla 1 presenta los datos mensuales de consumo del año 2020, en la que se indica el número de consumidores, volumen facturado y valor emitido en dólares, a partir de estos datos se puede analizar varias tendencias y patrones significativos. Comenzando por el crecimiento gradual de consumidores de 495 en el mes de enero a 501 al mes de diciembre del mismo año, lo cual evidencia un aumento en la base de viviendas con el servicio de agua potable o un ligero aumento en la cobertura del servicio.

La variación del volumen de consumo presenta una variación notable, alcanzado su mínimo en el mes de julio con un valor de 2855 m³ y un valor máximo en agosto con un valor de 5233 m³. Dicha variabilidad puede atribuirse tanto a factores sociales, climáticos o eventos alternos que afectan el consumo de los usuarios.

En cuanto al monto de facturación emitido en dólares, se observa una correlación directa con el volumen de agua facturado. En julio, el mes con el menor volumen facturado (2855 m³), se registra el menor monto emitido en dólares (\$3,294.20). Consecuentemente en agosto, el mes con el mayor volumen facturado (5233 m³), coincide con el mayor monto emitido (\$5,308.20). Esta relación directa entre el volumen de agua facturado y el monto emitido no es constante, ya que al relacionar el monto emitido con el consumo se obtienen distintos valores por metro cúbico de agua para cada mes, siendo enero el mes de mayor costo por metro cúbico con un valor de \$ 1.14 USD/m³ y noviembre el de menor costo por metro cúbico con un valor de \$ 0.99 USD/m³.

2.4.2 Desglose de Consumos

Tabla 2.

Desglose de consumos comunidad de San Cristóbal (2020)

Año 2020	Consumo Institucional M3	Consumo Comercial M3	Volumen Facturado Com + Ins M3	Volumen Residencia
ENERO	13.05	204.4	217.45	3156.55
FEBRERO	14.15	131	145.15	3906.85
MARZO	8.9	36.8	45.7	4035.3
ABRIL	3.5	38.2	41.7	4162.3
MAYO	3.5	294.6	298.1	3891.9
JUNIO	3.5	66.8	70.3	3713.7
JULIO	3.5	45.2	48.7	2806.3
AGOSTO	3.5	71.6	75.1	5157.9
SEPTIEMBRE	3.5	39.6	43.1	3414.9
OCTUBRE	3.5	43.8	47.3	3299.7
NOVIEMBRE	9.8	57.8	67.6	4010.4
DICIEMBRE	3.5	50.8	54.3	3536.7

La información de la Tabla 2 presenta un desglose de consumos de la comunidad de San Cristóbal, a partir de esto se realizó el análisis de datos de consumo del año 2020. En este se observó el comportamiento de los distintos tipos de consumo: institucional, comercial y residencial. Realizando un análisis anual el consumo institucional anual ascendió a un valor de 73.9 m³ mientras que el consumo comercial total ascendió a un valor de 1080.6 m³. Así mismo,

analizando el consumo residencial total anual observamos que representa un valor significativamente más alto alcanzando un consumo de 45092.5 m³ aproximadamente.

A continuación, al realizar una evaluación de promedios mensuales, se observaron consumos promedios de 6,16 m³ para consumos institucionales, 90,05 m³ en consumos comerciales y 3757.71 m³ en consumos residenciales. Dichos promedios muestran una marcada diferencia entre los consumos de la comunidad siendo este principalmente consumos residenciales.

Poniendo en perspectiva las cifras previamente mencionadas, el consumo institucional representa alrededor del 0,16% del consumo total de agua, el consumo comercial el 2,5% del consumo y finalmente el consumo residencial constituye el 97.50% del consumo total de la comunidad. Esto subraya la predominancia del consumo residencial en la comunidad de San Cristóbal, destacando la disparidad significativa en los consumos.

2.4.3 Dotación de Aguas Residuales.

Con los datos obtenidos sobre el consumo de agua potable de la población de San Cristóbal podemos obtener la dotación de agua potable, con el cual podemos obtener la dotación de agua residual multiplicación la dotación de agua potable por un factor numérico.

Tabla 3

Coeficientes de retorno de aguas servidas domésticas

Nivel de Complejidad del Sistema	Coeficientes de Retorno
Bajo y medio	0,7 - 0,8
Medio alto y alto	0,8 - 0,85

Tomando como referencia el mes de diciembre del 2020, el consumo de ese mes fue de 3591 m³ entre todos los habitantes, dando una dotación de agua potable de 41.1 l/hab/día.

Para la dotación de agua residual:

$$\text{Dotación de agua residual} = \text{Dotación de agua potable} * 0.8 \quad (2.1)$$

$$\text{Dotación de agua residual} = 32.87 \text{ l/hab/día}$$

La dotación obtenida es muy baja a comparación de otras dotaciones rurales, en la ruralidad las personas consumen más agua que en las zonas urbanas.

La alternativa que se utilizará para este diseño será con el uso de la normativa ecuatoriana.

Tabla 4

Dotación de agua potable INEN 1108

Población (habitantes)	Clima	Dotación Media Futura (l/Hab/día)
	Frío	120-150
Hasta 5000	Templado	130-160
	Cálido	170-200
	Frío	180-200
5000 a 50000	Templado	190-220
	Cálido	200-230
	Frío	>200
Más de 50000	Templado	>220
	Cálido	>230

Con la ayuda de esta tabla se puede escoger la dotación de agua potable según la norma INEN 1108, con el cálculo de población futura menos a 5000 habitantes y tomando en cuenta que el clima de la comunidad de San Cristóbal es frío teniendo una temperatura promedio de 16°C.

Se calcula la nueva dotación de agua residuales.

$$\text{Dotación de agua residual} = \text{dotación de agua potable} * 0.8 \quad (2.1)$$

$$\text{Dotación de agua residual} = 120 \text{ l/hab/día} * 0.8$$

$$\text{Dotación de agua residual} = 96 \text{ l/hab/día}$$

2.4.4 Análisis y Proyección Poblacional

La población de la comunidad de San Cristóbal para el censo de 2022 indicaba 2819 habitantes, con una tasa de crecimiento poblacional de 1.42, con una densidad poblacional de 142 (habitantes/m²) (INEC,2022.) Teniendo en cuenta la población actual, se realizará una proyección para un periodo de diseño de 25 años, mismo periodo de tiempo que se usará para el diseño de la red de alcantarillado. Para la proyección se usarán métodos de proyección para poblados, siendo el primero a usar el método exponencial, teniendo que:

$$P(t) = P_o \times e^{(r \times t)} \quad (2.2)$$

Donde se definen las variables para los métodos a utilizar como:

$P(t)$ es la población proyectada en el tiempo t

P_o es la población inicial (2819 habitantes)

r es la tasa de crecimiento (1.42% o 0.0142)

t es el tiempo en años

Aplicando de tal manera la proyección obtenemos los siguientes datos:

Tabla 5

Proyección de crecimiento poblacional comunidad de San Cristóbal (método exponencial)

Proyección Método		
Exponencial		t
2022	2819	1
2027	3026	5
2032	3249	10
2037	3488	15
2042	3745	20
2047	4020	25

A continuación, se realizará la proyección de la población en el periodo de diseño utilizando el método geométrico, teniendo que:

$$P(t) = P_o \times (1 + r) \times t \quad (2.3)$$

Aplicando de tal manera la proyección obtenemos los siguientes datos a través del método geométrico:

Tabla 6

Proyección de crecimiento poblacional comunidad de San Cristóbal (método geométrico)

Proyección Método		
Geométrico		t
2022	2819	1
2027	3025	5
2032	3246	10
2037	3483	15

2042	3737	20
2047	4010	25

A continuación, se realizará la proyección de la población en el periodo de diseño utilizando el método aritmético, teniendo que:

$$P(t) = P_o + r(t - t_o) \quad (2.4)$$

Del cual sabemos que

$P(t)$ es la población proyectada en el tiempo t

P_o es la población inicial (2819 habitantes)

r es la tasa de crecimiento (1.42% o 0.0142)

t es el tiempo en años

Tabla 7

Datos poblacionales Paute-San Cristóbal INEC (2001-2022)

Poblado de San Cristobal en Paute		Calculo de tasas de crecimiento			
Año	Población	ln(P)	años	r exponencial	r geometrico
2001	2203	7.69757535	0		0.00848234
2010	2,377	7.77359447	9		0.01519831
2020	2,764	7.92443418	10		0.00990034
2022	2819	7.94413749	2		
		31.3397415	21	0.01217	0.01119366

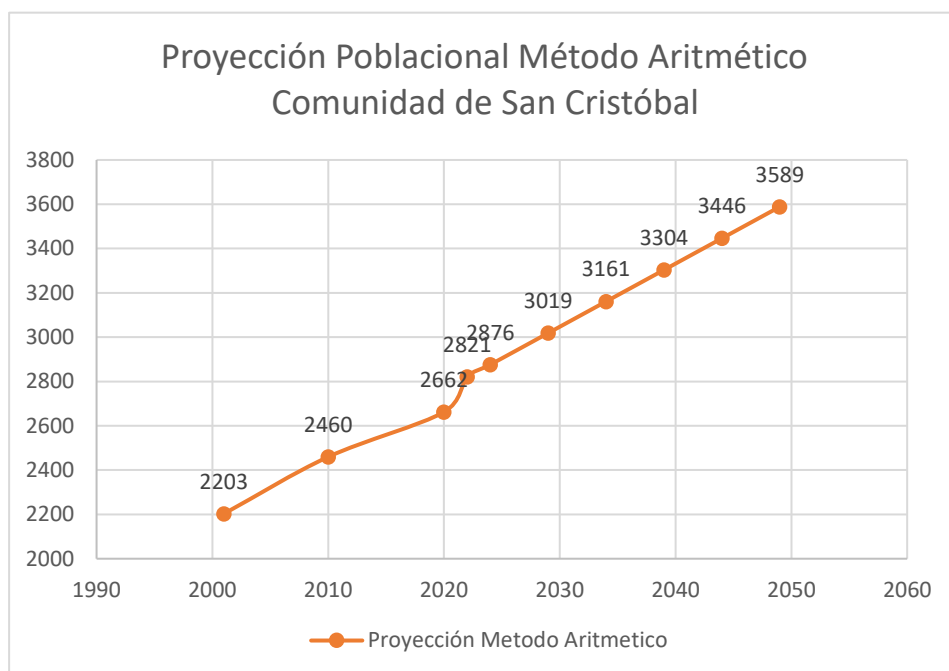
Tabla 8

Proyección crecimiento poblacional comunidad de San Cristóbal (método aritmético)

Proyección Metodo			
Aritmetico	Poblacion	t (años)	% error
2001	2203	0	
2010	2460	9	11.99457767
2020	2662	19	2.063032642
2022	2821	21	2.022781916
2024	2876	23	Error promedio
2029	3019	28	5.360130741
2034	3161	33	
2039	3304	38	
2044	3446	43	
2049	3589	48	

Figura 2

Proyección Poblacional Método Aritmético Comunidad de San Cristóbal

**Tabla 9**

Proyección crecimiento poblacional comunidad de San Cristóbal (método geométrico)

Proyección Metodo Geometrico		t	%error
2001	2203	0	0
2010	2,435	9	2.445850421
2020	2,722	19	1.524337524
2022	2,783	21	1.271951379
2024	2,846	23	Error promedio
2029	3,009	28	1.747379774
2034	3,181	33	
2039	3,363	38	
2044	3,555	43	
2049	3,759	48	

Figura 3

Proyección Poblacional Método Geométrico Comunidad de San Cristóbal

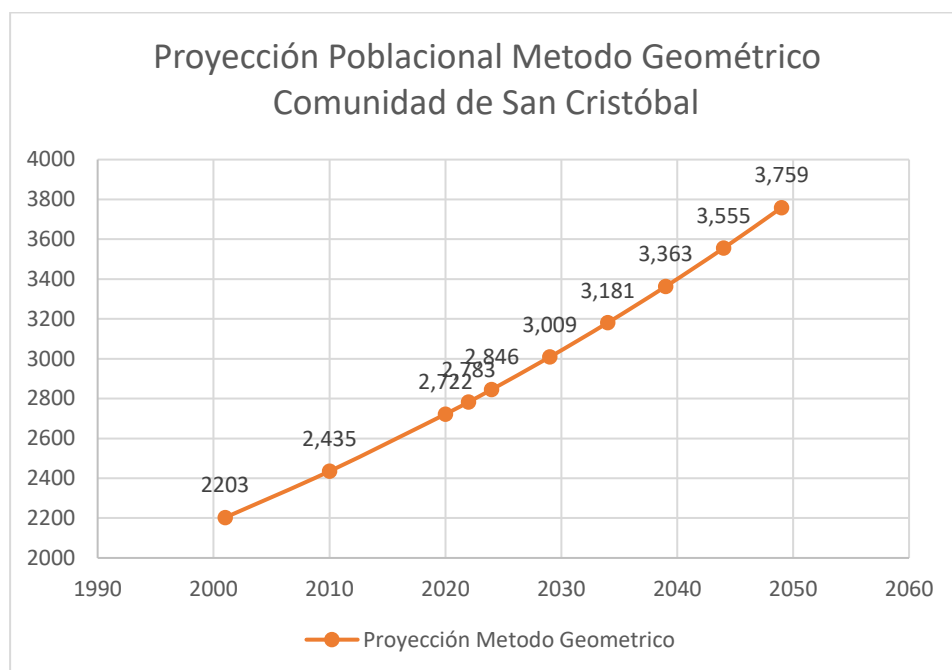


Tabla 10

Proyección crecimiento poblacional comunidad de San Cristóbal (método exponencial)

Proyección Metodo	Población	t	%error
Exponencial			
2001	2203	0	0
2010	2458	9	3.406695038
2020	2776	19	0.435664973
2022	2844	21	0.90218105
2024	2915	23	Error promedio
2029	3097	28	1.581513687
2034	3292	33	
2039	3498	38	
2044	3718	43	
2049	3951	48	

Figura 4

Proyección Poblacional Método exponencial Comunidad de San Cristóbal

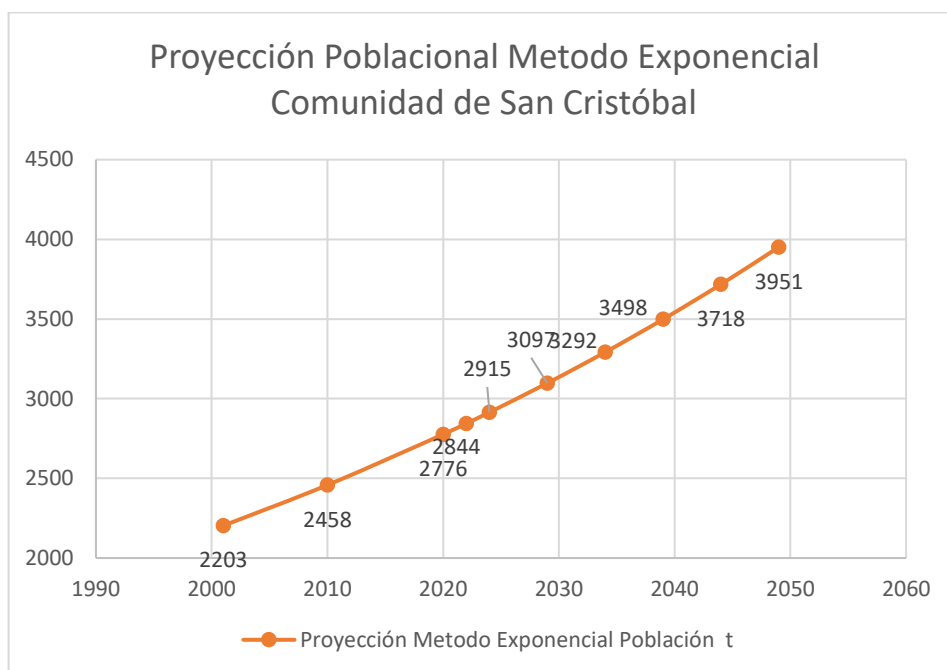
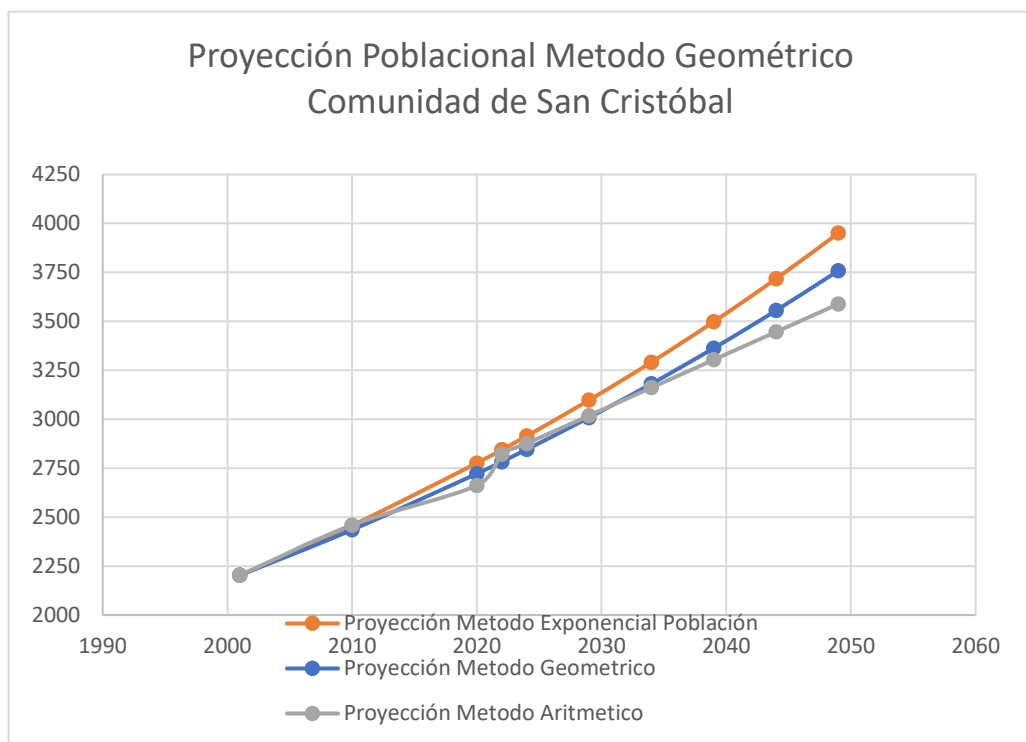


Figura 5

Comparativa de Proyecciones Poblacionales Método exponencial/geométrico/aritmético en la Comunidad de San Cristóbal



Podemos observar que los valores de los métodos aplicados son cercanos en valores a través del periodo de diseño, las respectivas usan de referencia valores obtenidos en censos anteriores para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, teniendo en cuenta esto tomaremos el método exponencial dado que este plantea una población proyectada mayor en un periodo t de 27 años con un error menor de cálculo con respecto a los datos obtenidos del censo obteniendo una proyección de 3951 habitantes para el año 2047 en la comunidad de San Cristóbal, de esta manera dando a un factor de seguridad al diseño de la red de alcantarillado sanitario al usar proyecciones basados en valores estadísticos así evitando el sobredimensionamiento.

2.4.5 Consideraciones Topográficas de la Comunidad

La cabecera parroquial de San Cristóbal está situada al sur del cantón Paute, en la provincia del Azuay, a unos 15 kilómetros de la vía Interoceánica. Sus coordenadas geográficas son aproximadamente 9 687 500 de norte y 736 000 de este y posee una elevación aproximadamente de 2400 metros sobre el nivel del mar. Esta misma posee una extensión aproximada de 17 km² y el área de cobertura del servicio de agua potable ronda las 100 hectáreas (Delgado, 2021.) La cota más alta de la topografía de la comunidad corresponde a un valor aproximado de 2645 msnm y la cota de menor magnitud corresponde a 2340 msnm. Se debe de tomar en cuenta, que la cota más alta del sistema de saneamiento es de 2420m msnm y la cota donde desemboca la red de tuberías se encuentra a una altura de 2363 msnm. Debido a esta diferencia considerable entre cotas, se nos permite considerar un diseño de alcantarillado por gravedad.

2.5 Caudal de Diseño

El caudal de diseño del sistema de recolección se calculará a partir de las conexiones estimadas de la población. Esto a partir de las imágenes satelitales disponibles. Además, tomando en cuenta la población actual y proyectada de tal manera que el diseño de la red cumpla con las dimensiones necesarias. A partir de esta metodología de diseño se calculó un caudal total estimado de 75.38 [unidades] con un número total de conexiones de 791 conexiones proyectadas para el periodo de diseño con un total aproximado de 5 habitantes por conexión. De este total de caudal estimado, 30.78 [unidades] son redireccionados a la planta de pretratamiento 1 y 24.50 [unidades] son redireccionados a la planta de pretratamiento 2. Es importante tener en cuenta que los 20.10 [unidades] restantes del caudal total pertenecen al tramo de tubería más bajo para el cual se debe analizar si se dispondrá de él a través de un sistema de bombeo hacia una de las plantas de pretratamiento o si estas serán enviadas a la localidad vecina a través de una conexión a la red de descarga.

2.6 Análisis de Alternativas

2.6.1 *Diseño del Trazado de la Línea de Drenaje Paralela a la Línea de Agua Potable.*

Parámetros de Diseño. La comunidad de San Cristóbal se encuentra aledaña a la vía Guarumales Méndez, con cercanía al río Déleg el cual consta como frontera entre las provincias de Cañar y Azuay, la comunidad se asienta a lo largo del valle con una concentración de las residencias en las vías menores. Se posee información de la red de agua potable de la comunidad y la ubicación de medidores de consumo domiciliario, de manera que es factible el determinar la trayectoria óptima para brindar un servicio a la mayor parte de la población.

La baja densidad poblacional que presenta la comunidad de San Cristóbal es debido a la dispersión de los hogares de la comunidad, razón por la cual para realizar el trazado de la línea de drenaje se tomaran como referencia las tuberías de agua potable ya presentes en la comunidad, dado que este será el método óptimo para el llegar a la mayor cantidad de viviendas

en la población. De la misma manera se puede usar como referencia para la colocación de la caja de registro que cada vivienda debe de poseer para la conexión interna de los servicios de saneamiento.

El punto de conexión municipal más cercano para la comunidad se encuentra a la altura del descanso, próxima a la carretera principal de la comunidad siendo esta la vía Guárameles Méndez.

IMPACTO SOCIAL

La construcción de cajas de registro para un sistema de saneamiento que conecten a las viviendas de la comunidad de manera integral con el sistema de recolección y traslado de aguas residuales mejorará en gran medida la calidad de vida de la población general, contribuyendo a un entorno más limpio y saludable. De esta manera, se aumentaría la higiene general de la población, reduciendo los vectores de contagio de enfermedades que pueden llegar a existir.

IMPACTO ECONÓMICO

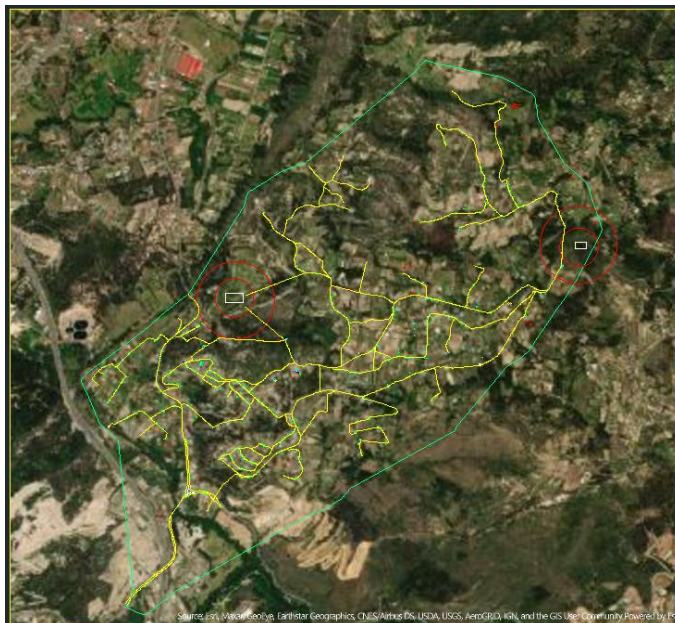
Se debe recalcar que posterior al diseño y construcción del sistema de recolección de aguas residuales, cada vivienda de la comunidad debe realizar la conexión individual al sistema, dado que el ente encargado, en este caso el GAD de Paute, solo puede intervenir hasta la colocación de la caja de registro de la vivienda, a la cual cada vivienda debe ser capaz de conectarse. Por esta razón, los habitantes deberán de incurrir en gastos para su conexión. Por otro lado, esta inversión en saneamiento y mejoras para la vivienda puede incidir en un aumento general en la plusvalía de los hogares de la comunidad, además de atraer a posibles nuevos habitantes. La red de alcantarillado alcanza una longitud de tubería aproximada de 24579.88 metros lineales de tubería (ml) con un valor preventivo de 184349.14 \$ USD sin considerar accesorios y la operación de bombeo, asumiendo una tubería de PVC sanitaria. Este valor puede variar dependiendo del proveedor y los costos de transporte.

IMPACTO AMBIENTAL

La reducción en la contaminación en los cuerpos hídricos subterráneos es uno de los beneficios más importantes a esta alternativa, a través de la construcción de un sistema de saneamiento óptimo se puede disminuir en gran medida el impacto ambiental causado por las aguas residuales provenientes de la comunidad. La reutilización del agua residual ayudaría a conservar los recursos hídricos de la zona, aportando así a la conservación de los ecosistemas acuáticos y del agua en general.

Figura 6

Trazado de red de recolección de aguas residuales paralela a red de agua potable



2.6.2 Diseño de un sistema de recolección enfocado al traslado a la red municipal principal.

El diseño de un sistema de recolección de aguas residuales descentralizados ofrece una solución a comunidades pequeñas con una dispersión alta en la población como es la comunidad de San Cristóbal. El enfoque del diseño de un sistema descentralizado está asociado a la

construcción de tramos individuales de recolección y tratamiento, esto promueve la reutilización local de las aguas tratadas y la conservación de los recursos naturales.

IMPACTO SOCIAL

La implementación de sistemas descentralizados de recolección fomentaría la participación de la comunidad en el manejo de sus recursos hídricos. Lo cual a largo plazo puede promover una mayor concientización del uso del agua en la comunidad. Por otro lado, el mantenimiento en caso de afectaciones al servicio no interrumpe a comunidades aledañas ya que cada tramo es independiente, brindando así un servicio constante.

IMPACTO AMBIENTAL

Desde un enfoque ambiental, los sistemas descentralizados ayudan a la reducción de la huella ecológica de la comunidad al lograr reducir la emisión de los gases de invernadero asociados con el transporte de las aguas residuales en tramos largos. Además, se puede fomentar la reutilización de estas aguas para su uso en riego de cultivos. Por otro lado, la construcción de este sistema puede conllevar un impacto ambiental debido a la modificación del terreno y la generación de residuos de la construcción y emisión de gases de invernadero que puede incurrir el uso de maquinaria.

IMPACTO ECONÓMICO

La instalación inicial de sistema de alcantarillado descentralizados requiere de una inversión inicial aproximada de 351688.67 \$ USD con una longitud total de 46891.82 metros lineales (ml), una cantidad 1,9 veces mayor a la Alternativa 1, esto debido a que la red de recolección sufre de una mayor ramificación siguiendo el terreno para que este actúe como sistema a gravedad, así mismo no se ha considerado todavía el valor de bombeo ni accesorios al ser un análisis preliminar. A largo plazo este sistema puede conllevar una reducción de gastos

públicos en mantenimiento y operación, así como beneficios económicos debido a la reutilización de recursos hídricos.

Figura 7

Trazado de red de recolección de aguas residuales para la conexión municipal



Tabla 9

Matriz de alternativas.

Alternativa	Costo	Mantenimiento	Bombeo	Limitaciones
	30%	15%	25%	constructivas
				30%
A1	0.9	1.1	1.2	1.1
A2	1.3	1.4	0.5	1.6

Analizando la matriz de alternativas proporcionada, podemos observar que A1 tiene un desempeño más equilibrado en los criterios evaluados. A1 obtiene puntajes de 0.9 en costo, 1.1 en mantenimiento, 1.2 en bombeo y 1.1 en limitaciones constructivas. Estos valores indican que A1 es más eficiente en términos de costo y mantenimiento, y aunque tiene un puntaje ligeramente inferior en bombeo comparado con A2, su facilidad de conexión es superior. En conjunto, A1 ofrece una solución más balanceada y eficiente, lo que la convierte en la opción más adecuada considerando todos los factores así utilizando la matriz de alternativas proporcionada, es importante analizar cada criterio en profundidad:

1. **Costo (30%):** La alternativa 1 (A2) tiene un puntaje de 0.9, lo que indica que es más económico en comparación con la alternativa (A2), que tiene un puntaje de 1.3. Este factor es crucial en el desarrollo del proyecto ya que con un menor costo inicial se puede obtener una inversión más accesible y sostenible a largo plazo.
2. **Mantenimiento (15%):** La alternativa 1 (A1) obtiene un puntaje de 1.1, mientras que La alternativa 2 (A2) tiene un puntaje de 1.4. Un menor puntaje en mantenimiento nos da a entender que A1 requerirá menos recursos y tiempo para mantenerse operativa, lo que puede traducirse en menores costos operativos y una mayor eficiencia en el uso de recursos.
3. **Bombeo (25%):** Aunque La alternativa 1 (A1) posee un puntaje de 1.2, ligeramente superior al de la alternativa 2 (A2) (0.5), este criterio no es el único determinante. La diferencia en el bombeo debido al perfil topográfico de la comunidad de San Cristóbal puede ser compensada por los beneficios en otros criterios, especialmente si el bombeo no es el factor más crítico en la decisión ya que este puede ser evitado con un cambio en el trazado de la tubería.

4. **Limitaciones constructivas (30%):** A la alternativa 1 (A1) se le asigno un puntaje de 1.1, mientras que a la alternativa 2 (A2) se le asigno un puntaje de 1.6. La facilidad de conexión es un aspecto vital, ya que una mayor facilidad de conexión puede reducir el tiempo y los costos asociados con la instalación y la integración del sistema en la infraestructura existente, lo cual puede ayudar a una mejora más rápida en los servicios sanitarios de la comunidad.

En resumen, aunque la alternativa 2 (A2) tiene un mejor desempeño en el criterio de bombeo, la alternativa 1 (A1) se destaca en los otros tres criterios, que en conjunto representan el 75% de la ponderación total. La combinación de un menor costo, menor mantenimiento y mayor facilidad de conexión hace que la alternativa 1 (A1) sea una opción más eficiente y constructivamente viable. Por lo tanto, considerando todos los factores y su ponderación, la Alternativa 1 (A1) se presenta como la opción más adecuada para las necesidades de la comunidad.

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

Para este diseño de alcantarillado se proyectó la población de San Cristóbal a un periodo de diseño de 25 años, con la ayuda de los consumos facturados mensuales de la comunidad se obtuvo la dotación domiciliaria, dotación institucional y dotación comercial. La distribución de caudales se la realizo relacionan las áreas tributarias de cada zona y posteriormente se calculó el caudal entrante en cada tubería por metro lineal. Con este valor relacionamos la longitud de la tubería con las dotaciones, por lo que, mientras más longitud tenga una tubería mayor será su caudal entrante.

$$Q_m = \frac{P \cdot d}{86400} \cdot Cr \quad (3.1)$$

Q_m : Caudal medio

P : # Poblacion

d : Dotacion domiciliaria

Cr : Coeficiente de recoleccion

$$M = 1 + \sqrt{1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}} \quad (3.2)$$

M : Coeficiente de Harmon

P : # Poblacion

$$Q_{in} = C * A \quad (3.3)$$

Q_{in} : Cudal de infiltracion

C : Coeficiente

A: Area

$$Q_{ili} = C * A \quad (3.4)$$

Q_{ili}: Cudal ilicito

C: Coeficiente

A: Area

$$Q_{max} = M * Q_m \quad (3.5)$$

Q_{max}: Caudal maximo

M: Coeficiente de Harmon

Q_m: Caudal medio

$$Q_{diseño} = Q_{in} + Q_{ili} + Q_{max} \quad (3.6)$$

Q_{diseño}: Cudal de diseño

Q_{in}: Cudal de infiltracion

Q_{ili}: Cudal ilicito

Q_{max}: Caudal maximo

$$D_{teorico} = 3.21 * \left(\frac{C_{acu}}{1000} \right) * \frac{n}{\sqrt[3]{s}} * 1000 \quad (3.7)$$

D_{teo}: Diametro teorico

C_{acu}: Consumo acumulado

n: Coeficiente

s: Pendiente o talud

$$Q_0 = 0.321 * \left(\frac{D_{n.int}^{\frac{8}{3}}}{1000} \right) * \left(\frac{S^{0.5}}{n} \right) * 1000 \quad (3.8)$$

Q₀: Caudal inicial

$D_{n.int}$: *Diametro nominal interior*

n : *Coeficiente*

s : *Pendiente o talud*

Estos parámetros son fundamentales para el diseño del alcantarillado sanitario, debido que con estos se pueden calcular los siguientes parámetros como: velocidad, tirante, perdidas en tuberías y línea de energía.

Teniendo en cuenta que si el caudal entrante es menor de 1.5 l/s, se reemplazara con 1.5 l/s para garantizar la operatividad del sistema.

3.2 Especificaciones Técnicas

Este diseño de alcantarillado sanitario cuenta con 12660m de tuberías para poder conectar toda el área del cantón San Cristóbal, los principales materiales que componen este diseño son: tuberías de PVC corrugado, pozos de registro de concreto de armado. La longitud de los tubos de PVC es de 6m, por cual se utilizará un aproximado de 2110 tubos y 254 pozos de registro.

La maquinaria que se necesita para construir este proyecto son los siguientes.

Excavadores que se encarguen de excavar la tierra hasta el nivel indicado en los planos para poder instalar los pozos y las tuberías.

Volquetas que se encargan de transportar el material que ya no se desea en el proyecto.

Retroexcavadora, encargada de rellenar las zanjas realizadas por la excavadora.

3.2.1 Generalidades

La presente memoria técnica describe las especificaciones técnicas para la construcción de una red de recolección de aguas residuales en la comunidad de San Cristóbal, Paute conforme a la norma (INEN 1108). La red debe garantizar la correcta recolección y transporte de las aguas

residuales desde los puntos de generación hasta la planta de tratamiento o disposición final, asegurando la protección del medio ambiente y la salud pública.

3.2.2 Normativas y Referencias

- Norma INEN 1108: Dotación de Agua Potable.
- Código Ecuatoriano de la Construcción.
- Normas Técnicas de Diseño y Construcción de Sistemas de Alcantarillado Sanitario.
- Reglamentos Municipales y Locales.
- Reglamento del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI)
- Reglamento ley recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua
- Normativa ISO 24511:2007

3.2.3 Materiales

- **Tuberías:**
 - Material: PVC corrugado según especificaciones del proyecto.
 - Diámetros: De acuerdo con el cálculo hidráulico y las necesidades del sistema.
 - Juntas: Tipo campana, con anillo de goma para asegurar la estanqueidad.
- **Pozos de Inspección:**
 - Material: Prefabricados de concreto o mampostería de ladrillo.
 - Diámetro: Mínimo 1.0 metro interno.
 - Tapa: De hierro fundido o material adecuado para tráfico pesado o ligero según la ubicación.
- **Accesorios:**
 - Codos, tees, reducciones y otros accesorios deben ser de material compatible con las tuberías.
 - Sellos y juntas deben garantizar la hermeticidad del sistema.

3.2.4 Diseño y Construcción

- **Trazado:**

- El trazado debe seguir el diseño aprobado, evitando cambios bruscos de dirección y minimizando el uso de codos.
- La profundidad mínima de las tuberías debe garantizar protección contra cargas externas y heladas, según las condiciones locales.

- **Instalación de Tuberías:**

- Excavar la zanja con un ancho mínimo de 0.30 metros mayor al diámetro de la tubería.
- Colocar una cama de arena de 10 cm de espesor en el fondo de la zanja.
- Asentar las tuberías sobre la cama de arena, asegurando la correcta alineación y pendiente.
- Relleno y compactación alrededor y sobre las tuberías, utilizando material libre de piedras y objetos cortantes.

- **Pozos de Inspección:**

- Ubicar los pozos de inspección en cambios de dirección, cambios de pendiente, conexiones de ramales y cada 50 a 100 metros en tramos rectos.
- La construcción debe garantizar acceso fácil para inspección y mantenimiento.

- **Conexiones Domiciliarias:**

- Diámetro mínimo de las acometidas domiciliarias: 100 mm.
- Material de las acometidas: PVC o HDPE.
- Conexión a la red principal mediante ramales y accesorios adecuados.

3.2.5 Pruebas y Verificación

- **Prueba de Estanqueidad:**

- Realizar pruebas hidráulicas para verificar la estanqueidad del sistema.
- La presión de prueba debe ser 1.5 veces la presión de operación, mantenida por 30 minutos sin pérdida significativa de agua.
- **Inspección Visual:**
 - Verificar la correcta alineación, pendiente y compactación de las tuberías.
 - Inspeccionar todos los pozos de inspección y conexiones domiciliarias.

3.3 Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño para la red de recolección de aguas residuales se verán referidos en los incisos del capítulo 2, tales como el 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3 y 2.4.4. En los cuales se especifican los requerimientos del proyecto, tanto como proyecciones poblacionales a considerar en el periodo de diseño t.

Tabla 10.

Parámetros de Diseño		
PARAMETROS		
Po	2819	habitantes
Pf	3955	habitantes
CR	0.8	-
Area Total	311.89	ha
Densidas	166	hab/ha
Dotacion Dom	120	l/hab/dia
Dotacion Ins	0.16	%
Dotacion com	2.5	%
Consumo total	4.51	l/s
Cvd	1.40	-

QMD	6.32	l/s	
Cvh	1.60	-	
QMH	7.22	l/s	
M	3.34	-	
Qmax	124.22	l/s	
Qmi	0.15	l/s	
Qme	0.225	l/s	
n	0.013	-	
Peso específico	9810	N/m³	
K	0.1	-	

Po: Población inicial

Pf: Población final

CR: Coeficiente de retorno

Cvd: Coeficiente de variación diaria

Cvh: Coeficiente de variación horaria

QMD: Gasto máximo diario

QMH: Gasto máximo horario

M: Coeficiente de variación Harmond

Qmax: Caudal máximo horario

Qmi: Gasto máximo instantáneo

Qme: Gasto máximo extraordinario

N: Coeficiente de rugosidad

El diseño de la red de recolección de aguas residuales se basa en varios parámetros clave que aseguran su eficiencia y sostenibilidad. La población inicial es de 2819 habitantes, proyectándose un incremento a 3955 habitantes en el futuro, a considerar en el diseño para el

periodo de diseño en un periodo de 27 años. Este aumento está contemplado en el coeficiente de reemplazo de 0.8, que ajusta la dotación de agua según las variaciones poblacionales. La red cubrirá un área total de 311.89 hectáreas, con una densidad de 166 habitantes por hectárea, lo que permite calcular la distribución de la población servida. La dotación de agua doméstica es de 120 litros por habitante por día de acuerdo con la norma INEN 1108, Los consumos institucionales y comerciales fueron calculados con la tabla de consumo mensual de la población, dando un 0.16% de consumo institucional y 2.5% de consumo comercial. El consumo total del sistema es de 4.49 litros por segundo. Para ajustar el caudal diario y horario se utilizan coeficientes de variación: el coeficiente de variación diaria es 1.40, resultando en un caudal máximo diario de 124.22 litros por segundo, y el coeficiente de variación horaria es 1.60, resultando en un caudal máximo horario de 7.22 litros por segundo. Además, el factor de máximo de 3.33 se utiliza para determinar el caudal máximo instantáneo, que es de 0.15 litros por segundo. El sistema también debe considerar un caudal mínimo de 0.15 litros por segundo y un caudal medio de 0.225 litros por segundo. El coeficiente de rugosidad de Manning, n , es de 0.13, crucial para el cálculo de flujo y pérdidas de energía por fricción en las tuberías. El peso específico del agua es de 9810 N/m^3 , un dato esencial en los cálculos hidráulicos. Por último, el coeficiente de impermeabilidad de 0.1 determina la fracción de precipitación que se convierte en escorrentía directa, afectando el volumen de agua residual a manejar. Estos parámetros son fundamentales para dimensionar la red y asegurar que pueda manejar tanto las demandas actuales como las futuras, garantizando un funcionamiento eficiente y sostenible.

3.4 Tramos de tubería

Tabla 11.

Tramos de tuberías Longitud y Pendiente de tubería

TUBERIAS

TRAMO 1

Nombre	Longitud 3D	Rasante inicial	Rasante final	S(m/m)	S%
TUBERIA - (1)	2621.28	2606.74	57.9	0.14	13.60
TUBERIA - (2)	2613.41	2606.61	50.0	0.14	13.60
TUBERIA - (3)	2606.61	2598.64	30.0	0.27	26.56
TUBERIA - (4)	2598.64	2590.67	30.0	0.27	26.56
TUBERIA - (5)	2590.67	2584.27	24.1	0.27	26.56
TUBERIA - (6)	2580.90	2576.48	61.8	0.10	9.91
TUBERIA - (7)	2576.48	2573.88	86.0	0.03	3.02
TUBERIA - (8)	2573.88	2573.24	44.3	0.01	1.45
TUBERIA - (9)	2573.24	2571.06	26.7	0.08	8.17
TUBERIA - (11)	2571.06	2565.59	28.1	0.20	19.91
TUBERIA-(12)	2565.59	2558.83	56.7	0.12	12.00
TUBERIA-(13)	2558.83	2556.51	28.3	0.08	8.25

Tabla 12.

Tramos de tuberías Caudal

	Diámetro				Qo	q/Qo
	Nominal					
	Teórico	Nominal	interior	Adaptado	0	0
Nombre	m	mm	mm	mm	l/s	-
TUBERIA - (1)	40.49	110	100	16.75	0.090	40.49
TUBERIA - (2)	40.49	110	100	16.75	0.090	40.49
TUBERIA - (3)	47.29	110	100	11.59	0.136	47.29

TUBERIA - (4)	43.87	110	100	19.82	0.111	43.87
TUBERIA - (5)	65.13	110	100	7.40	0.318	65.13
TUBERIA - (6)	63.79	110	100	8.87	0.301	63.79
TUBERIA - (7)	42.20	110	100	28.26	0.100	42.20
TUBERIA - (8)	51.35	110	100	18.60	0.169	51.35
TUBERIA - (9)	73.28	110	100	7.93	0.436	73.28
TUBERIA -						
(11)	87.06	110	100	5.92	0.690	87.06
TUBERIA-(12)	61.03	110	100	16.43	0.268	61.03
TUBERIA-(13)	62.05	110	100	17.97	0.280	62.05

Tabla 13

Resumen de tramos

Tramo	Longitud de tramo (m)	Diámetro máx.(mm)
TRAMO 1	1513	110
TRAMO 2	1203	175
TRAMO 3	1018	175
TRAMO 4	2080	175
TRAMO 5	1461	175
TRAMO 6	1191	110
TRAMO 7	870	110

A partir de la tabla 9, se observó que la pendiente crítica es 20.47% pero al trabajar con el caudal mínimo la velocidad máxima no supera la velocidad crítica calculada, este tramo de tuberías cuenta con una longitud de 903.4 m. Esto se debe a las condiciones topográficas del terreno y la disposición de la línea de trazado de la red de recolección, dado que se buscó trazar la ruta más óptima teniendo en cuenta la ubicación de las plantas de pretratamiento proyectadas en la comunidad.

Una pendiente tan elevada como la del 19% en el tramo TUB-11 puede generar varios efectos en el flujo del fluido dentro de la tubería. En primer lugar, una pendiente de esta magnitud significa que el fluido se moverá rápidamente en este tramo, lo cual puede ser beneficioso en situaciones donde se requiere un drenaje rápido. Sin embargo, también aumenta el riesgo de erosión; si la tubería no está adecuadamente protegida, el fluido de alta velocidad puede causar desgaste en las paredes internas de la tubería, reduciendo su vida útil.

La longitud máxima, de 92.2737 metros en el tramo TUB-3, presenta varias implicaciones. A medida que la longitud de la tubería aumenta, las pérdidas de energía por fricción también incrementan, lo cual puede resultar en una menor eficiencia del sistema y requerir más energía para bombear el fluido a través del tramo, esto será evaluado más adelante en la tabla () la cual nos indica las tuberías que funcionan a través de bombeo. En tramos largos, es importante asegurar que la presión se distribuya uniformemente para evitar problemas como la cavitación o la falla estructural de la tubería.

3.5 Parámetros en tuberías

3.5.1 Fuerza tractiva

En las tuberías se debe verificar que la fuerza tractiva que ejerce el líquido en movimiento sea mayor a 1.5 N/m². Garantizando las condiciones operación de un alcantarillado sanitario.

Para calcular dicha fuerza se debe considerar los siguientes parámetros:

Q: Caudal de adaptado

El caudal adaptado mínimo de diseño es de 1.5 l/s, si el caudal de diseño es mayor se coloca ese caudal.

Qo: Caudal inicial teórico

El caudal inicial teórico se lo obtiene de la siguiente formula:

$$Q_o = 0.32 \cdot \left(\frac{D^{\frac{8}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{n} \right) (3.9)$$

Donde:

D: Diámetro de tubería nominal interior

S: Pendiente

N: Coeficiente de rugosidad

Luego calculado la relación caudal adapto y caudal inicial teórico.

$$\frac{q}{Q_o}$$

Luego con la ayuda de una tabla de relaciones hidráulicas podemos encontrar 3 tipos de relaciones como: velocidad, diámetro y radio hidráulico.

Figura 8.

Tabla de Relación de Diámetros hidráulicos

Relación	q/Q	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
v/V	0.0	0.00	0.326	0.398	0.448	0.488	0.522	0.551	0.576	0.599	0.620
d/D		0.00	0.072	0.099	0.119	0.137	0.152	0.167	0.179	0.191	0.203
rh/Rh		0.00	0.186	0.251	0.300	0.341	0.377	0.409	0.437	0.464	0.488
v/V	0.1	0.641	0.658	0.675	0.690	0.705	0.720	0.733	0.746	0.757	0.770
d/D		0.215	0.224	0.234	0.244	0.253	0.262	0.271	0.279	0.287	0.295
rh/Rh		0.513	0.533	0.555	0.573	0.592	0.611	0.627	0.644	0.659	0.675
v/V	0.2	0.781	0.792	0.802	0.813	0.822	0.831	0.840	0.849	0.858	0.866
d/D		0.303	0.311	0.319	0.326	0.334	0.341	0.348	0.355	0.362	0.369
rh/Rh		0.690	0.704	0.718	0.732	0.745	0.758	0.770	0.783	0.794	0.806
v/V	0.3	0.874	0.882	0.890	0.897	0.904	0.911	0.918	0.925	0.932	0.938
d/D		0.376	0.382	0.389	0.395	0.402	0.408	0.415	0.421	0.428	0.434
rh/Rh		0.817	0.828	0.839	0.850	0.860	0.870	0.880	0.890	0.900	0.908
v/V	0.4	0.944	0.950	0.956	0.962	0.968	0.974	0.979	0.985	0.990	0.995
d/D		0.440	0.446	0.452	0.458	0.464	0.470	0.476	0.482	0.488	0.494
rh/Rh		0.918	0.927	0.935	0.943	0.952	0.961	0.969	0.977	0.985	0.992
v/V	0.5	1.000	1.005	1.010	1.015	1.019	1.024	1.028	1.033	1.037	1.041
d/D		0.500	0.506	0.512	0.518	0.523	0.529	0.535	0.541	0.547	0.552
rh/Rh		1.000	1.007	1.015	1.022	1.029	1.036	1.043	1.049	1.056	1.062
v/V	0.6	1.045	1.049	1.053	1.057	1.061	1.065	1.068	1.072	1.075	1.079
d/D		0.558	0.564	0.570	0.576	0.581	0.587	0.593	0.599	0.605	0.611
rh/Rh		1.068	1.075	1.081	1.087	1.093	1.098	1.104	1.110	1.115	1.120
v/V	0.7	1.082	1.085	1.088	1.092	1.095	1.097	1.100	1.103	1.106	1.108
d/D		0.616	0.622	0.628	0.634	0.640	0.646	0.652	0.658	0.664	0.670
rh/Rh		1.125	1.131	1.135	1.140	1.145	1.150	1.154	1.159	1.163	1.167
v/V	0.8	1.111	1.113	1.116	1.118	1.120	1.123	1.125	1.126	1.128	1.130
d/D		0.677	0.683	0.689	0.695	0.702	0.708	0.715	0.721	0.728	0.735
rh/Rh		1.171	1.175	1.179	1.182	1.186	1.189	1.193	1.196	1.199	1.201
v/V	0.9	1.132	1.133	1.135	1.136	1.137	1.138	1.139	1.139	1.140	1.140
d/D		0.742	0.749	0.756	0.763	0.771	0.778	0.786	0.794	0.802	0.811
rh/Rh		1.204	1.206	1.209	1.211	1.212	1.214	1.215	1.216	1.217	1.217

Con el valor de q/Q_0 , se obtiene Rho/Rh o y/Rh .

Rho : Radio hidráulico inicial, este valor se calcula:

$$Rho = \frac{D_{int}}{4} \quad (3.9)$$

Rh : Radio hidráulico, entonces con la ayuda de la relación se debe multiplicar los 2 valores.

$$Rh = \frac{Rho}{Rh} \cdot Rho \quad (3.10)$$

Posteriormente, con todos los valores calculados:

$$\tau = \gamma \cdot Rh \cdot S \quad (3.11)$$

τ : Fuerza tractiva.

γ : Peso específico del agua (9810 N/m³)

Rh : Radio hidráulico

S: Pendiente

3.5.2 Velocidad

La velocidad mínima por operatividad es de 0.5 m/s y la velocidad máxima es de 5m/s. Si la velocidad máxima sobrepasa los 5m/s se debe verificar que no supere su velocidad critica, para evitar que existan saltos hidráulicos dentro de las tuberías.

La velocidad critica se calcula se la siguiente manera:

$$V_c = 6 \cdot \sqrt{g \cdot R_h} \quad (3.12)$$

Vc: Velocidad critica

G: Aceleración de gravedad

Rh: Radio hidráulico

3.6 Perdidas en pozos.

Para calcular las perdidas en pozo se debe de primero diferenciar el tipo de perdidas presentes y el régimen de flujo de las tuberías de entrada y salida. Para esto es necesario calcular el número de Froude el cual nos indica el tipo de flujo siendo determinado por la expresión.

$$NF = \frac{V}{\sqrt{gH}} \quad (3.13)$$

Donde H: Profundidad hidráulica = A/B

A partir de esto para valores mayores a 1.1 se categoriza como flujo supercrítico y para valores menores a 0.9 se considera subcrítico.

Habiendo conocido el régimen de las tuberías, se procede a calcular las perdidas, las cuales en este caso constan de perdidas por cambio de dirección y por variación de velocidad. Esto con la finalidad de obtener la variación de altura entre tuberías de entrada y salida del pozo.

3.6.1 Pérdidas por cambio de dirección.

Las pérdidas por cambio de dirección se calculan para ambos flujos sub o supercrítico y se calcula en función de la relación de la curvatura del pozo rc , y el diámetro del pozo. De la cual se obtiene el coeficiente K . A partir del cual obtenemos las terminas expresadas como:

$$H_c = K * \frac{v_1^2}{2g} \quad (3.14)$$

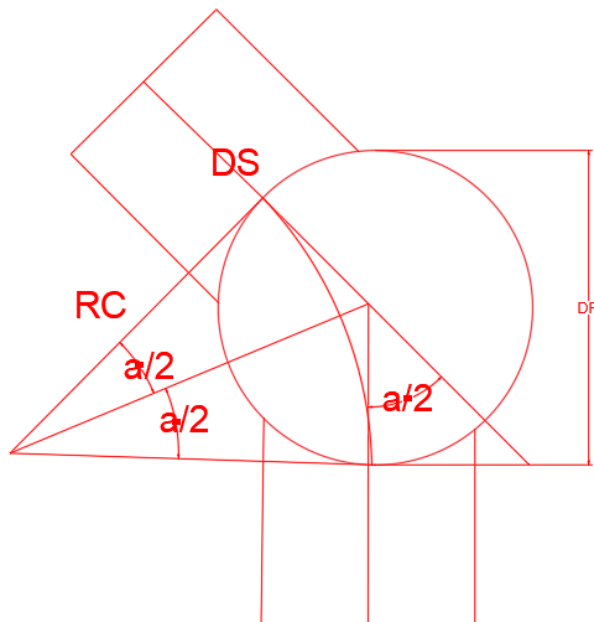
Donde K es obtenido a partir de la relación rc/D_s donde rc esta expresado por:

$$rc = \frac{D_p}{2 * \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (3.15)$$

Y D_s es el diámetro de la tubería de salida.

Figura 9.

Radio de curvatura de un pozo provocado por el cambio de dirección.



3.6.2 Pérdida de energía por la transición (Variación de velocidad)

Las pérdidas por variación de velocidad entre tuberías están controladas por si dicha variación disminuye o aumenta la velocidad debido a un cambio entre el diámetro de la tubería de entrada y salida. Y esta dada por la expresión

$$He = K * \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right) \quad (3.16)$$

Donde el valor de K esta dado por el signo de la variación de velocidad, donde $K = 0.2$ para una variación positiva y $K=0.1$ para una velocidad negativa. En caso de obtener una variación negativa He pasaría a ser 0.

3.7 Empate de la línea de energía de las tuberías.

Se busca determinar la variación entre altura de tuberías de entrada y salida, de modo que la elevación del agua no supere la elevación de la lámina de agua. Se debe de tener en cuenta si la tubería de salida se encuentra o no sumergida, dicho estado depende del diámetro y caudal de la misma.

Para entrada no sumergida se tiene que:

$$\frac{0.319Q}{D^{2.5}} < 0.62 \quad (3.17)$$

En donde:

Q: Caudal de la tubería de salida

D: Diámetro de la tubería de salida

Siendo la variación de altura entre tuberías obtenido a través de la ecuación:

$$\frac{H_w}{D} = K \left(\frac{H_c}{D} + \frac{H_e}{D} \right) \quad (3.18)$$

Siendo:

H_c : Energía específica para las condiciones de flujo crítico.

$$H_c = Y_c + \frac{V_c^2}{2g} \quad (3.19)$$

He: El incremento de altura debido a las perdidas obtenido a partir de la ecuación:

$$H_e = 0.589 * D * \left(\frac{Q}{D^2 \sqrt{gD}} \right)^{2.67} \quad (3.20)$$

K: Es la relación entre el diámetro del pozo con el diámetro de la tubería de salida. Obtenido a partir de la tabla:

Tabla 14.

Coeficiente K en relación con el Dpozo/Dtuberiasalida

Dpozo/Dsalida	K
>2.0	1.2
1.6-2.0	1.3
1.3-1.6	1.4
<1.3	1.5

Para entrada sumergida se tiene que:

$$\frac{0.319Q}{D^{2.5}} > 0.62 \quad (3.21)$$

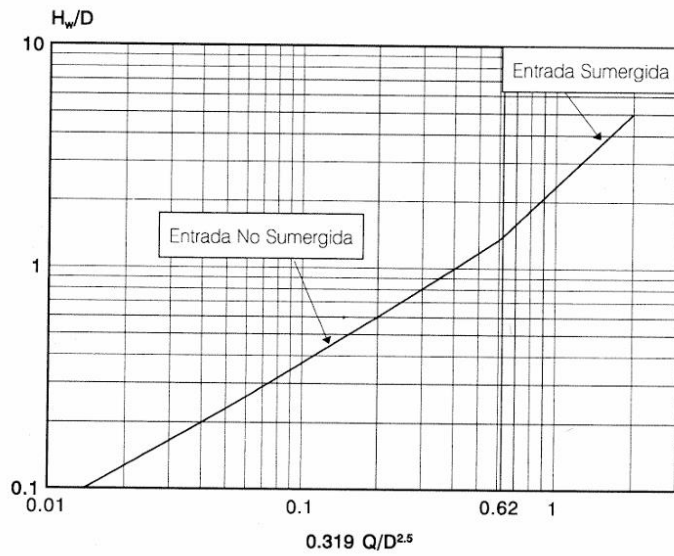
Donde la caída del pozo esta dada por la ecuación:

$$\frac{H_w}{D} = K(0.70 + 1.91 * \left(\frac{Q}{D^2 \sqrt{gD}} \right)^2) \quad (3.22)$$

A partir de esta expresión ya ha sido determinados los valores previamente y para efectos prácticos se puede referir a la siguiente grafica.

Figura 10

Determinación H_w . Obtenido de la bibliografía: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (Ricardo Alfredo López Cualla)



Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El proyecto anteriormente detallado en el capítulo 2 y 3, busca el desarrollo de un sistema integral de recolección y traslado de aguas residuales no convencional en la parroquia de San Cristóbal, cantón Paute, provincia del Azuay. El presente estudio de impacto ambiental está enfocado en la evaluación de posibles consecuencias ambientales en la implementación del mencionado sistema de alcantarillado. El proyecto se encuentra alineado con los ODS 3,6,11 y 13 en orden de relevancia al objetivo de este, siendo estos: Salud y Bienestar, Agua Limpia y Saneamiento, Ciudades y Comunidades Sostenibles, y acción por el cambio climático, respectivamente.

Con una población local de 2819 en el 2022 según el INEC, el GAD de San Cristóbal tras una serie de estudios previamente mencionados en el capítulo 1, determinó que 13.11% de la población han sufrido de enfermedades relacionadas con el agua. Debido a esto, el planteamiento de un estudio y análisis de la red sanitaria actual del GAD de San Cristóbal es imperativo. De esta forma se podrá realizar el plan de acción enfocado en las áreas en donde la ausencia de una red de saneamiento evita que se cubran las necesidades sanitarias de la población, ocasionando a su vez daños a la salud de la comunidad y la calidad del agua.

La Evaluación de Impacto Ambiental buscara utilizar herramientas de evaluación como SIG para identificar los cuerpos de aguas circundantes a la comunidad, para de esta forma poder evaluar el riesgo de contaminación. Se evaluará también las rutas críticas del sistema de recolección, en las cuales se requerirá de un sistema de bombeo para el sistema de recolección de aguas residuales. El presente capítulo tomará como referencia a la normativa INEN Parte 9.2 (Instituto Ecuatoriano de Normalización), la cual servirá de guía para comprender el impacto ambiental de las actividades constructivas detalladas en el Art 211 “Tratamiento de aguas residuales urbanas y

rurales”. Con consideración de la normativa técnica INEN 1108 con relación a la calidad de agua potable.

4.2 Línea base ambiental

A continuación, se detallará de manera general las condiciones ambientales de la comunidad de San Cristóbal, información provista por el GAD de la comunidad a través del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial.

La parroquia de San Cristóbal, ubicada en el cantón Paute, dicha localidad se encuentra en la Región Sierra del país, la parroquia cuenta con dos rangos de temperatura, para la zona de baja temperatura conformada por las partes altas de la parroquia, cerca de la comunidad de Sigsicruz, con temperaturas promedio de 12 a 14°C. Además, de la zona de media temperatura con temperaturas de 14 a 16°C de acuerdo con la información obtenida del GAD de San Cristóbal, la cual adicionalmente se conoce que posee un clima ecuatorial mesotérmico, que varía entre semihúmedo y húmedo, influenciado por su ubicación geográfica en el cantón Paute.

Se debe añadir que la parroquia cuenta con pocos afluentes activos debido a su morfología, características meteorológicas y ubicación territorial, además de problemas de deforestación y desbroce de las zonas altas para la agricultura. Estos pequeños afluentes contribuyen a las subcuencas de los ríos Burgay y Cuenca, aunque solo durante la temporada de lluvias. La subcuenca del río Burgay, ubicada en la parte centro-norte de la cuenca del río Paute, abarca 44,704.2 ha y está compuesta por las microcuencas de Azogues, Tabacay y Pichauayco. Esta área se caracteriza por grandes cultivos de maíz asociados con fréjol y algunos frutales, además de extensas plantaciones de eucalipto. La zona de páramo comienza a partir de los 3,300 m de altitud, y el bosque nativo ha sido mayormente reemplazado por pastos para el ganado, con pequeños remanentes en las cejas de montaña. La subcuenca de aporte directo Cuenca tiene una extensión de 12,088.5 ha y comprende la zona del río Paute, desde El Descanso hasta la confluencia del río Paute con el Santa Bárbara.

En la parroquia San Cristóbal, se distingue un ecosistema natural de vegetación húmeda interandina (Saenz et al,2002). De acuerdo con el MAE (2012), la parroquia pertenece al ecosistema de bosque siempreverde montano alto del sur de la Cordillera Oriental de los Andes. Este tipo de bosque, que se encuentra entre los 3000 y 3400 m.s.n.m., es generalmente denso, con dos estratos leñosos y abundantes epífitas y musgos. Estos bosques se presentan como fragmentos o parches presentes en quebradas o laderas montañosas.

La vegetación de ribera, que es un componente integral de los ríos Burgay y Paute, tiene una gran importancia ecológica para la parroquia de San Cristóbal, proporcionando sombra y ayudando a regular la temperatura y oxigenación del agua.

De acuerdo con la información provista en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial a través de un equipo consultor en el año 2015, el bosque montano en la parroquia ha sido uno de los ecosistemas más afectados por la actividad humana, quedando pocos remanentes que muestran una fuerte alteración. A su vez, el matorral interandino se encuentra disperso en toda la parroquia, en terrenos de mucha pendiente o como individuos tolerados en los linderos y cerca de las casas de habitación.

Además, San Cristóbal presenta un entorno caracterizado por una combinación de desafíos topográficos y de salud pública que se deben abordar para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta mejorar la calidad de vida de sus 2,819 habitantes, siendo la comunidad una zona de alta dispersión poblacional. Un porcentaje menor de Bosque montano se encuentra dentro del Bosque Protector Pichahuayco el cual representa el 16,4% del área total de Bosque Montano de la parroquia. Una pequeña porción del área total del Bosque y Vegetación Protector Pichahuayco está protegida, representando el 2.6%. Actualmente, esta área protegida abarca 21.64 hectáreas. Comparado con el área protegida a nivel cantonal, que es de 670,422 hectáreas, esta porción representa solo el 0.003% del área total.

La comunidad se abastece de agua potable a través de fuentes subterráneas y del sistema central de la comunidad de San Cristóbal, aunque el 93,14 % de la población considera que el agua es de mala calidad. Actualmente, el manejo de aguas residuales se realiza en un 43.80% a través de pozos sépticos y letrinas, lo que contribuye a la proliferación de vectores de enfermedades y a la contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

La falta de un adecuado tratamiento de aguas residuales ha llevado al en la incidencia de enfermedades relacionadas con el agua en la comunidad. Según encuestas realizadas por el GAD de Paute, el 13,11 % de los individuos en un estudio realizado a 80 familias de la comunidad han sufrido de enfermedades relacionadas con el agua.

La descarga de aguas negras y grises sin tratamiento adecuado son un factor contaminante en los cuerpos de agua locales superficiales y subterráneos. Esto debido a que el 43.8% de las descargas domiciliarias son direccionadas a pozos sépticos y ciegos, teniendo en cuenta que el caudal acumulado de diseño equivale a 75.38 L/s esto nos da un total de 33.03 L/s que son derivados a dichos pozos. Según la normativa la distancia mínima entre cuerpos de agua y pozos ciegos y sépticos debe no ser menor a 30m de distancia para evitar la contaminación de cuerpos hídricos superficiales y subterráneos.

4.3 Actividades del proyecto

A continuación, se detallarán las actividades constructivas necesarias para la ejecución de la construcción del sistema de recolección de aguas residuales, tanto en el aspecto administrativo como constructivo.

4.3.1 Estudios Preliminares.

- Recopilación de información
 - Estudio demográfico.
 - Estudio topográfico.

- Análisis de consumos.
- Análisis de información relevante
 - Obtención de datos
 - Parámetros de Diseño.
- Prediseño y Diseño del sistema de recolección.

4.3.2 Actividades constructivas

- Limpieza y desbroce.
- Excavación del terreno.
- Relleno y compactación.
- Nivelación del terreno.
- Transporte de materiales
- Colocación de agregado fino.
- Colocación de tuberías.
- Colocación de sistema de bombeo.
- Construcción de pozos de registro.
- Colocación de material de relleno.
- Colocación de colectores.
- Limpieza de pozos de registro.
- Mantenimiento de sistema de bombeo.
- Limpieza de colectores.

4.4 Identificación de impactos ambientales

De acuerdo con el catálogo de categorización de caracterización ambiental nacional propuesto por la SUIA (Sistema Único de Información Ambiental) la categoría del proyecto a realizar entra dentro de:

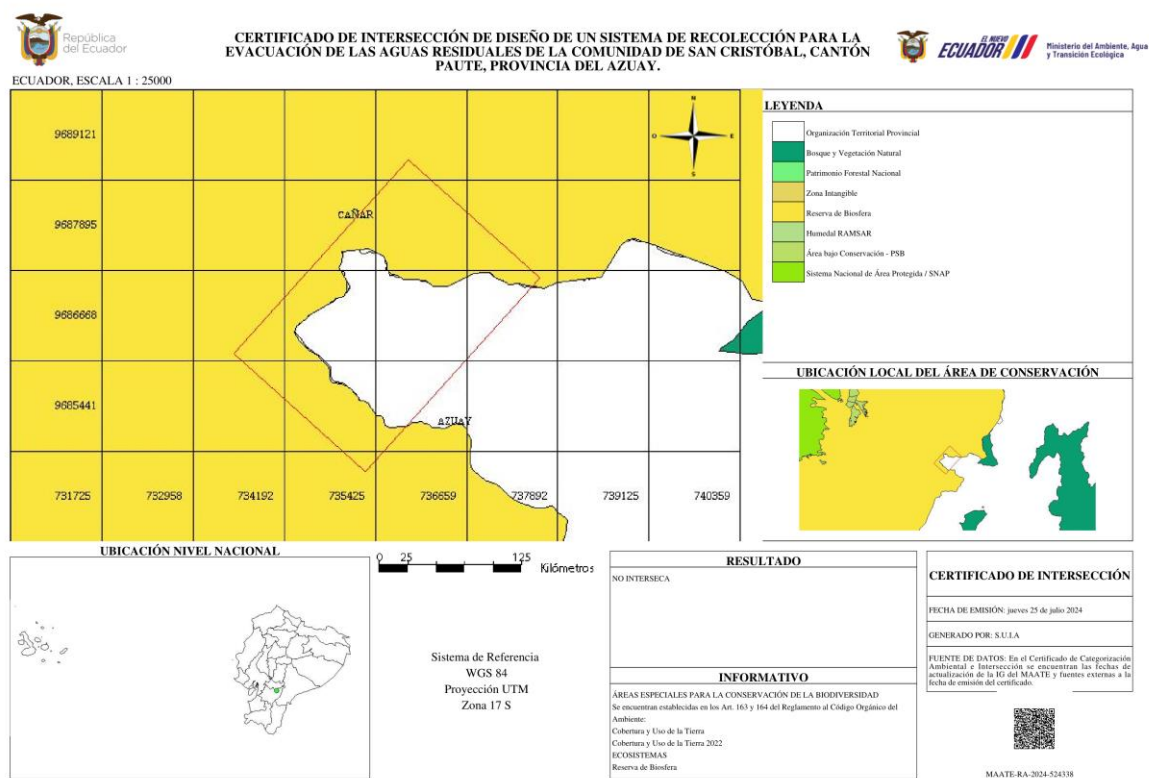
“Construcción y operación de sistemas de alcantarillado pluvial, sanitario y combinado (no incluye plantas de tratamiento de aguas residuales)”

(SUIA-MDA-CAT-002)

Con categoría de tipo II se tramita a través del MAATE (Ministerio del ambiente agua y transición ecológica.) Los respectivos certificados de intersección en el cual se nos indican las áreas protegidas del interés para el proyecto.

Figura 11

Mapa certificado de Intersección.



A continuación, se procederá al desarrollo de la matriz de Leopold para la valoración de impacto ambiental, a través de la cual se analizará las distintas actividades a realizarse a lo largo del proyecto.

Tabla 15.

Matriz de Leopold de Impacto ambiental Actividades Constructivas

FACTORES AMBIENTALES		Adecuación del terreno				Total Accion 1	Construcción del sistema de alcantarillado						Total Accion 2
		Limpieza y desbroce.	Excavación del terreno.	Relleno y compactación.	Nivelación del terreno.		Colocación de agregado fino.	Colocación de tuberías	Colocación de sistema de bombeo.	Construcción de pozos de registro.	Colocación de material de relleno.	Colocación de colectores.	
Impacto ambiental: Recursos hídricos	Superficial	-2 3	-2 4	-2 3	-2 3	-26		-2 3	-2 3	-2 3		2 3	-24
	Subterránea	-1 2	-1 2	-4 9	-3 9	-67		7 9	-3 9	9 9		9 9	204
Impacto ambiental: Calidad del aire	Potable							8 10	-2 6	7 10		6 10	198
	Emisión CO2	-2 2	-5 3	-5 3	-2 3	-40			-6 9	-4 3			
Fauna	Terrestre	-4 2	-4 3										
	Acuática							5 3				5 3	30
Topografía	Pendiente de terreno		-6 4			-24							
	Tipo de suelo		-6 7	-8 10	-5 3	-137	-7 3				-4 8		-53
Impacto social y económico	Generación de empleo	6 4	5 3	5 3	6 4	78	5 4	6 8	7 9	6 8	5 4	6 8	247
	Turismo							8 10	4 10	6 10		8 10	260
	Calidad de vida				4 2	8	2 2	8 10	-3 10	8 10	1 2	8 10	216
	Salud						1 2	7 10	5 7	8 9	3 2	6 9	239
Contaminación auditiva	Ruido	-2 1	-7 5	-8 5	-8 4	-109	-2 3	-5 3	-6 4	-6 3	-4 4	-5 3	-94

En la matriz de Leopold de impacto ambiental se pueden observar el impacto e importancia de las actividades del proyecto con respecto a cada factor ambiental considerado, siendo este par de valores denotado como “valor de impacto ambiental | importancia del impacto ambiental” en un rango 1 a 10, a través del cual podemos identificar las actividades críticas. Siendo estas debido a su impacto e importancia ambiental:

- Excavación del terreno.
- Colocación de tuberías.
- Colocación de sistema de bombeo.
- Construcción de pozos de registro.
- Colocación de colectores
- Limpieza de pozos de registro.
- Mantenimiento de sistema de bombeo.
- Limpieza de colectores

Se debe de tener en cuenta que estas actividades seleccionadas involucran la fase de construcción y mantenimiento del proyecto. Estas actividades críticas se relacionan con el uso y obtención del agua de la comunidad, se debe de tener en cuenta, que debido a la infraestructura actual de la comunidad el uso de pozos sépticos y ciegos para el manejo de aguas residuales de la comunidad presentan un riesgo de contaminación para los afluentes de agua subterráneos, así también como la calidad del suelo y la presencia de erosión. Destacando la contaminación auditiva que un sistema de bombeo puede ocasionar en la comunidad por lo cual, se ha determinado la ubicación más favorable para causar afectaciones a la salud de la comunidad.

Tabla 16.

Matriz de Leopold de Impacto ambiental Actividades de Mantenimiento

FACTORES AMBIENTALES \ ACTIVIDADES DEL PROYECTO		Limpieza de pozos de registro	Mantenimiento sistema de bombeo	Limpieza de colectores	Total Accion 3
Impacto ambiental: Recursos hidricos	Superficial	-5 / 9	-8 / 7	-7 / 9	-195
	Subterranea	-8 / 9		-8 / 9	-144
	Potable	-6 / 8		-9 / 10	-138
Impacto ambiental: Calidad del aire	Emisión CO2		-5 / 4		
Fauna	Terrestre				
	Acuatica	-2 / 3		-2 / 3	-12
Topografia	Pendiente de terreno				
	Tipo de suelo				
Impacto social y economico	Generación de empleo	5 / 4	8 / 6	3 / 7	89
	Turismo	5 / 7		4 / 6	260
	Calidad de vida	5 / 7	7 / 4	3 / 8	59
	Salud	7 / 9	2 / 4	6 / 8	119
Contaminación auditiva	Ruido	-3 / 2	-7 / 4	-3 / 2	-40

Al analizar las actividades de mantenimiento del proyecto, se debe de tener en cuenta la importancia del mantenimiento de la infraestructura en buenas condiciones para ofrecer un servicio de calidad y que no ocasione impactos adversos a la comunidad y al medio ambiente.

Razón por la cual dichas actividades repercuten de manera más directa y con mayor importancia en los factores ambientales de:

- Recursos hídricos:
 - Superficiales
 - Potables
- Salud
- Ruido

A continuación, se detalla la lista de revisión de posibles impactos ambientales y sociales de las actividades del proyecto.

Tabla 17.

Lista de Revisión

	Carácter		Duración		En el tiempo		Espacio		Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Juicio
	Beneficio	Negativo	Temporal	Permanente	Corto Plazo	Largo Plazo	Local	Extenso					
Calidad del aire													Severo
Contaminación del agua		x		x		x		x		x		x	Severo
Erosión		x		x		x	x			x		x	Severo
Pérdida de Fauna local		x		x	x		x			x		x	Moderado
Cambio en la topografía		x		x	x		x			x		x	Moderado
Emisión gases de CO ₂		x		x	x			x		x		x	Moderado
Deslizamientos		x	x		x		x			x		x	Severo
Tala de árboles		x		x	x		x		x		x		Moderado
Impacto en el turismo	x		x		x		x		x		x		Positivo
Manejo de las aguas residuales	x		x		x		x		x		x		Positivo
Empleo y renta	x		x		x		x		x		x		Positivo
Salud		x	x		x		x		x		x		Positivo
Nivel de ruido		x	x		x		x		x		x		Positivo

A partir de la lista de revisión obtenida podemos observar que, si bien los beneficios esperados de la implementación del sistema de recolección de aguas residuales son considerables, se debe de tener en cuenta que estos a diferencia del impacto ambiental negativo causado en la calidad del agua y el aire, generado por las actividades constructivas y de mantenimiento son reversibles y temporales, por lo cual, se promueve a implementar estrategias de mitigación de impacto ambiental a futuro y de un mantenimiento constante a la red de recolección el cual nos asegure un correcto funcionamiento.

4.5 Valoración de impactos ambientales

Para la valoración de impacto ambiental se realizará una valoración cuantitativa según López (2013). Según el cual se deben considerar los siguientes criterios: Magnitud (M), Extensión (E), Duración (D), y Persistencia (P). Siendo tal que:

$$IT = ((M \times T + O) + (E \times D)) \times R \times S \quad (4.1)$$

En donde:

- (E) = Extensión (puntual (1), media (3), amplia (5))
- (D) = Distribución (puntual (0.5), continua (1))
- (O) = Oportunidad (oportuna (1), inoportuna (2))
- (T) = Temporalidad (infrecuente (0.5), frecuente (1), permanente (2))
- (R) = Reversibilidad (reversible (1), irreversible (2))
- (S) = Signo ((+), (-))
- (M) = Magnitud (baja (1), media (2), alta (3))

En función del valor de IT podríamos valorar el impacto como:

- 30-50 Crítico
- 15-30 Severo
- 5-15 Moderado
- <5 Compatible

A continuación, se presenta una tabla con la valoración cualitativa de impacto ambiental usando el índice total:

Tabla 18.**Índice Total de Impacto Ambiental**

Impacto Ambiental	M	T	O	E	D	R	S	IT	Valoración
Calidad del aire	2	1	2	3	1	1	-	7	Moderado
Contaminación del agua	3	2	2	5	1	2	-	34	Crítico
Erosión	2	2	2	3	1	2	-	22	Severo
Pérdida de Fauna local	3	2	2	5	1	2	-	34	Crítico
Cambio en la topografía	2	2	2	3	1	2	-	22	Severo
Emisión de gases de CO ₂	3	2	2	3	0.5	2	-	27	Severo
Deslizamientos	1	0.5	2	1	1	2	-	4	Compatible
Tala de árboles	1	0.5	1	1	3	2	-	7	Moderado

A partir de la tabla 11 se identificó que los impactos ambientales críticos representan la contaminación al agua y la pérdida de fauna local, lo que indica que el proyecto de red de recolección de aguas residuales tiene el potencial de causar daños significativos al medio ambiente si no se implementan medidas de mitigación adecuadas. Es crucial desarrollar un plan de gestión ambiental que incluya estrategias para minimizar estos impactos, como la implementación de tecnologías limpias, el correcto manejo de desechos de la construcción y la restauración de áreas afectadas, y la protección de la fauna y flora locales en adición de un análisis exhaustivo de la ruta de las tuberías para así minimizar la deforestación y la modificación del terreno natural.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

Para el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental (PMA) efectivo para el sistema de recolección y traslado de aguas residuales, se debe considerar medidas para evitar, minimizar, restaurar y compensar los impactos ambientales correspondientes a cada fase del proyecto.

4.6.1 Medidas de prevención.

Planificación del Proyecto:

- Seleccionar rutas de instalación de tuberías que eviten áreas ecológicamente sensibles, como fragmentos de bosque montano y cuerpos de agua.

- Coordinar con autoridades locales y expertos ambientales para asegurar que el trazado de la ruta de drenaje no interfiere con hábitats de especies protegidas o de interés ambiental.

Capacitación del Personal:

- Capacitar a los trabajadores en prácticas de construcción ambientalmente responsables, para evitar daños innecesarios al entorno natural.
- Capacitación del personal con respecto al uso debido del EPP y de la importancia de la protección del ruido y sus efectos en la salud.

4.6.2 Medidas de mitigación.**Control de Erosión y Sedimentación:**

- Implementar barreras temporales, como mallas de sedimento y zanjas de contención, para minimizar la escorrentía y el arrastre de sedimentos hacia cuerpos de agua evitando así la contaminación de los cuerpos de agua superficiales.

Gestión de Residuos:

- Establecer procedimientos adecuados para la gestión de residuos sólidos y líquidos generados durante la construcción, asegurando su disposición correcta y reciclaje cuando sea posible, en las etapas de construcción de elementos de hormigón como los pozos de registro se debe de tener especial cuidado con los residuos sólidos y líquidos ya que estos pueden ocasionar obstrucción en los alcantarillados pluviales.

Reducción de Ruido y Polvo:

- Utilizar maquinaria moderna y bien mantenida para minimizar el ruido, además del uso obligatorio de protección auditiva en los trabajadores para evitar afectaciones en la salud.
- Instalar barreras acústicas temporales en áreas sensibles.

- Implementar métodos de supresión de polvo, como el riego de caminos y áreas de trabajo.

4.6.3 Medidas de Monitoreo

Monitoreo de Calidad del Agua:

- Realizar monitoreos regulares de la calidad del agua en los ríos y afluentes previo a la construcción de la red de recolección de aguas residuales para poder comparar cualquier signo de contaminación posterior y tomar medidas correctivas de acuerdo con la normativa INEN 1108 se debe de tomar un mínimo de 12 muestras por año para poblaciones de menos de 5000 habitantes, como es el caso de la comunidad. En dicha muestra se debe de realizar pruebas de pero no limitado a:
 - TABLA 1 de la Norma INEN 1108. Características físicas, sustancias inorgánicas y radiactivas.
 - TABLA 2 de la Norma INEN 1108 Sustancias orgánicas.
 - TABLA 3 de la Norma INEN 1108 Plaguicidas.

Seguimiento de Fauna y Flora:

- Monitorear la biodiversidad en las áreas de bosque montano para evaluar la efectividad de las medidas de restauración y ajustar las acciones según sea necesario en actividades como trazado de tuberías y o actividades de corte y relleno.

4.7 Conclusiones y Recomendaciones

El Plan de Manejo Ambiental previamente detallado busca no solo mitigar los impactos negativos del proyecto, sino también maximizar los beneficios y sociales a largo plazo y minimizar los impactos ambientales negativos. La implementación efectiva de este plan contribuiría al desarrollo sostenible de la parroquia de San Cristóbal, mejorando la calidad de vida de sus habitantes, reduciendo vectores de contagio y puntos de contaminación de agua como

son los pozos sépticos y ciegos además de preservar el entorno natural. Además de que da la oportunidad de evaluar la situación actual de la comunidad con respecto al manejo de aguas residuales y su impacto en la salud de la comunidad y el impacto en los recursos hídricos.

A continuación, se detallará las acciones recomendadas para cada categoría de impacto ambiental analizado previamente:

Tabla 19.

Descripción y recomendación de actividades

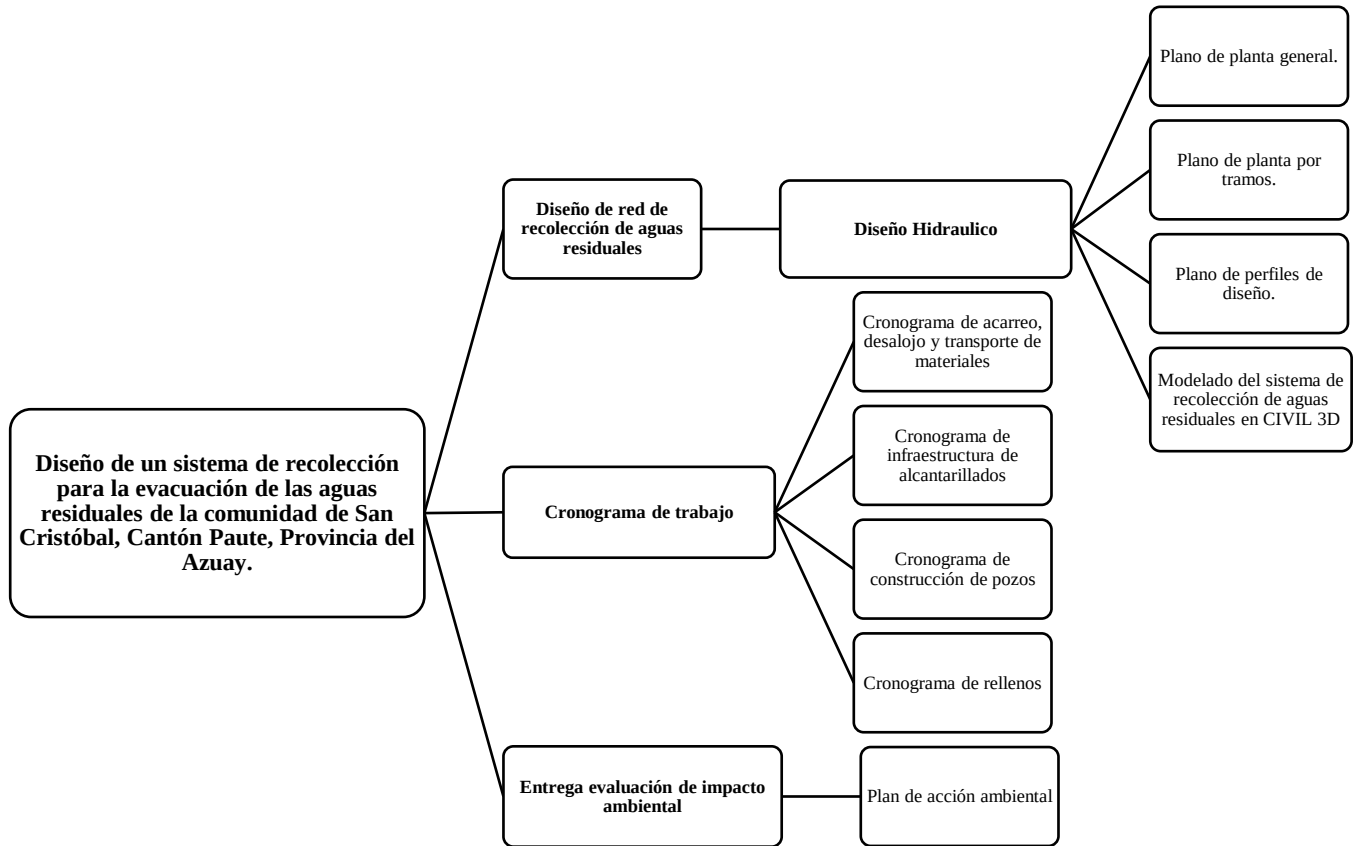
Aspecto	Descripción de estudios previos	Acciones Recomendadas
Recursos Hídricos	Evaluar el impacto en fuentes de agua subterránea y superficial antes y después de la implementación de la red de recolección de aguas residuales.	Monitorear la calidad del agua, implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales.
	Analizar las emisiones de gases y partículas durante la construcción, incluyendo la huella de carbono por el uso del hormigón y la emisión de gases de las máquinas y transportes.	Utilizar maquinaria con bajas emisiones, controlar el polvo y las emisiones, usar fuentes locales para emitir la huella de carbono.
Calidad del Aire		
Fauna y Flora	Identificar y proteger especies locales afectadas por	Evitar zonas protegidas durante la etapa de planificación.

	el proyecto durante el trazado de la línea de drenaje.	
Topografía y Suelo	Evaluar la alteración del terreno y la erosión del suelo provocada por la excavación para la colocación de las tuberías.	Implementar medidas de control de erosión, restaurar áreas afectadas.
Impacto Social y Económico	Analizar los efectos en la comunidad local, incluyendo empleo y calidad de vida a través de encuestas y censos.	Realizar consultas comunitarias, promover la contratación local, promover la mejora de la infraestructura local.
Salud Pública	Evaluar los impactos para la salud de la población posterior a la implementación de la red de recolección de aguas residuales.	Implementar medidas de seguridad, monitorear la calidad del aire y agua.
Ruido y Contaminación Auditiva	Medir los niveles de ruido durante la construcción y mantenimiento.	Utilizar barreras acústicas, limitar horarios de trabajo ruidoso.
Turismo y Recreación	Evaluar el impacto en áreas turísticas y recreativas principalmente en la industria hotelera y restaurantera.	Minimizar la alteración de áreas recreativas, promover el ecoturismo.

Capítulo 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo



5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)

5.2.1 Acarreo, Desalojo y Transporte de Material (258,956.77\$)

- a. **Desbroce y limpieza:** Eliminación de vegetación y maleza del terreno con machete o maquinaria para adecuación del terreno para comenzar las actividades del terreno. (5687.00\$)
- b. **Replanteo y nivelación:** Trazado de línea de la tubería de acuerdo con las especificaciones del plano en el terreno. (9334.12\$)
- c. **Excavaciones masivas con maquinaria (material de corte):** Excavación específica para la construcción de tuberías. (122.892.00\$)

- d. **Desalojo a máquina (material de corte):** Transporte del material excavado para las tuberías, porcentaje del material excavado (aproximadamente 20%) el 80% restante se usa para relleno en el sitio. **(4,639.80 \$**
- e. **Excavaciones masivas con maquinaria** (en pozos): Excavación específica para la construcción de pozos a profundidades variables. **(107,622.31\$)**
- f. **Desalojo a máquina** (material de pozos): Transporte del material excavado para los pozos. **(5,864.54\$)**

5.2.2 Rellenos (2,907.00\$)

- g. Relleno compactado con material seleccionado: Colocación y compactación de material seleccionado para rellenar excavaciones en el tramo de tuberías. **(2,907.00\$)**

5.2.3 Infraestructura de Alcantarillado (136,685.21\$)

- h. Cama de arena: Cama de arena de 20 cm sobre la cual descansa la tubería (solo material). **(10,716.00\$)**
- i. Tubería anillada PVC corrugado para alcantarillado d=110mm: Tubería de PVC corrugado diámetro de 110mm. **(36,838.02\$)**
- j. Tubería anillada PVC corrugado para alcantarillado d=175mm: Tubería de PVC corrugado diámetro de 175mm. **(11,988.83\$)**
- k. Relleno y compactación material granular (cama de arena): Proceso mecánico de compactación de material granular. **(1,546.30\$)**
- l. Relleno y compactación (con material del lugar): Proceso mecánico de compactación de material granular del lugar. **(18,753.00\$)**

5.2.4 Construcción de Pozos (56,843.06\$)

- m. Pozo de revisión H.S. incluye tapa HF H= 0.00 - 1.25 m **(56,843.06\$)**

Costo total del proyecto: 395,641.98\$ (dólares americanos)

5.3 Descripción de cantidades de obra (Revisar)

A continuación, se presentan las cantidades de obra, entre los cuales se consideran materiales por categoría.

5.3.1 Aglomerantes: \$5,603.81

1. Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA: 729.66 sacos a \$7.68 cada uno

5.3.2 Agregados: \$9,703.13

2. Arena: 584.25 m³ a \$13.50 cada uno
3. Ripio: 100.88 m³ a \$18.00 cada uno

5.3.3 Madera Encofrado de Aserradero: \$1,106.76

4. Estacas: 1,774.20 unidades a \$0.15 cada una
5. Alfajía 6x6x250 cm: 336.25 unidades a \$2.50 cada una

5.3.4 Hierro y Afines: \$6,005.78

6. Acero de refuerzo $f_c=4200\text{kg/cm}^2$: 7,061.25 kg a \$0.81 cada uno
7. Clavos 2", 2 1/2", 3", 3 1/2": 134.50 kg a \$2.13 cada uno

5.3.5 Material para Cubiertas, Paredes y Cielos Rasos: \$1,508.07

8. Tiras de eucalipto 2.50x250 cm rústica: 1,774.20 unidades a \$0.85 cada una

5.3.6 Material para Desagüe: \$40,730.73

9. Anillo Caucho 1 Novafort 110mm: 789.72 unidades a \$2.52 cada una
10. Anillo Caucho 1 Novafort 160mm: 216.36 unidades a \$2.80 cada una
11. Tubería Drenaje serie 6, 110mm 6m: 773.92 unidades a \$36.82 cada una
12. Tubería Drenaje serie 5, 160mm 6m: 212.03 unidades a \$45.46 cada una

5.3.7 Productos Químicos: \$115.00

13. Aditivo impermeabilizante: 127.78 kg a \$0.90 cada uno

5.3.8 Varios: \$27.40

14. Agua: 23.54 m³ a \$0.85 cada uno

15. Aceite quemado: 16.81 galones a \$0.44 cada uno

5.3.9 Artículos para Sistemas de Agua Potable: \$15,135.29

16. Tapas de pozo HF: 110.96 unidades a \$136.40 cada una

Total: \$79,935.96

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

Para el cálculo de costo del proyecto se selecciono como referencia la longitud de tuberías resultante para los tramos proyectados en el diseño hidráulico del sistema de recolección de aguas residuales. Siendo la cantidad de metros lineales de tubería 5918.1 ml y el costo estimado total del proyecto 395,641.98\$ (dólares americanos) esto incluyendo construcción de pozos y movimientos de tierra. De esta manera podemos calcular el costo integral del proyecto con referencia a los metros lineales de tubería tal que:

$$\text{Costo unitario} \left(\frac{\$}{\text{ml}} \right) = \frac{\text{Costo total del proyecto}}{\text{Longitud total de tramos de tubería}} \quad (5.1)$$

$$\text{Costo unitario} \left(\frac{\$}{\text{ml}} \right) = \frac{395641.98}{5918.1} = 66.85\$/\text{ml}$$

Dando un costo integral de 66.85\$/ml de tubería.

Se debe de tener en cuenta que los valores por manos de obra, materiales y transporte de estos pueden variar dependiendo de la disponibilidad de los mismo y la cercanía de las distribuidoras, así también como las condiciones meteorológicas.

Realizando una comparativa con proyectos similares en la región Sierra, podemos tomar como comparativa el proyecto en la comunidad de San Francisco de Cunuguachay, Chimborazo (2020), en donde la longitud de tramos de tubería estimada es de 2,644 ml (metros lineales) con un costo total de 152,176.60\$ y costo integral por metro lineal de 57.55\$/ml. Si bien el costo del presente proyecto supera al ejemplo previamente mencionado se debe tener en cuenta que este se trata de un diseño de alcantarillado no convencional por lo que los costos tienden a ser superiores debido al cambio en la metodología de trabajo y diseño.

5.5 Cronograma de obra

Para esta obra se toma en cuenta las principales actividades de obra y costos, el cronograma se puede estructurar en fases y actividades prioritarias, cada actividad con su duración estimada y dependiendo de las otras.

5.5.1 Fase 1: Preparación y Excavaciones Iniciales

1. Desbroce y limpieza del terreno

- a. Actividad: Eliminación de vegetación y maleza.
- b. Equipos: Machete, maquinaria.
- c. Duración: 2 semanas.

2. Replanteo y nivelación

- a. Actividad: Trazado de la línea de la tubería.
- b. Duración: 1 semana.

3. Excavaciones masivas con maquinaria (material de corte)

- a. Actividad: Excavación de los tramos para la instalación de las tuberías.
- b. Duración: 4 semanas.

4. Excavaciones profundas para pozos

- a. Actividad: Excavación para la construcción de pozos.

- b. Duración: 3 semanas.

5.5.2 Fase 2: Instalación de Infraestructura de Alcantarillado

5. Colocación de cama de arena

- a. Actividad: Colocación de capa de arena para la instalación de tuberías.
- b. Duración: 2 semanas.

6. Instalación de tuberías

- a. Actividad: Colocación de las tuberías de PVC corrugado.
- b. Duración: 7 semanas (en paralelo con otras actividades).

7. Relleno y compactación con material seleccionado

- a. Actividad: Relleno de excavaciones con material seleccionado y compactación.
- b. Duración: 3 semanas.

8. Relleno y compactación con material del lugar

- a. Actividad: Relleno de excavaciones utilizando material local.
- b. Duración: 3 semanas.

5.5.3 Fase 3: Construcción de Pozos y Finalización

9. Construcción de pozos de revisión

- a. Actividad: Construcción de pozos de revisión con tapa.
- b. Duración: 4 semanas.

10. Pruebas de funcionamiento y ajustes finales (

- a. Actividad: Pruebas de la red de alcantarillado y ajustes en el sistema.
- b. Duración: 2 semanas.

5.5.4 Fase 4: Terminación y Entrega

11. Entrega y revisión final

- a. Actividad: Revisión final de la obra, entrega a las autoridades y cierre administrativo.
- b. Duración: 1 semana.

El tiempo estimado para concluir esta obra es de 32 semanas, pero esto puede variar dependiendo de algunos factores como el clima, disponibilidad de material, tipo de suelo, entre otros.

Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El estudio del alcantarillado en la zona rural de San Cristóbal, cantón Paute, revela una clara necesidad de implementación de un sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales, considerando los problemas de salud pública y ambientales actuales. La elección de una solución que minimice la longitud de tuberías y costos ha sido fundamental en este análisis. A través de la comparación de dos alternativas, se seleccionó la opción que garantiza una infraestructura más económica y eficiente, con una menor huella ambiental.

De igual manera se seleccionó una alternativa con un diseño a gravedad de manera que los costos de bombeo no sean necesarios. Adicionalmente se contempló un diseño de conducción al sistema de alcantarillado en la zona más baja de la comunidad para así evitar el bombeo. Es importante recalcar que dicha conexión debe de ser sustentado bajo un análisis hidráulico en la red vecina para asegurar que cumple con la capacidad para recibir el caudal adicional provisto.

Los datos obtenidos mediante encuestas y análisis técnicos provistos por el GAD de la comunidad señalan que un 13,11% de los habitantes padecen regularmente de enfermedades relacionadas con la calidad del agua, subrayando la urgencia de actuar. El vínculo directo entre el manejo inadecuado de aguas residuales y la proliferación de enfermedades, en combinación con la mala calidad del agua disponible, justifica la necesidad de un sistema de alcantarillado adecuado en esta comunidad. Además, el actual enfoque de uso de pozos sépticos y ciegos resulta ineficiente y riesgoso, contribuyendo a la contaminación de cuerpos de agua locales.

El diseño propuesto con un valor estimado de \$395,641.98 (dólares americanos) que tiene un recorrido de 5918.1 ml de recorrido de tuberías, beneficiará a 3819 personas en un periodo de 25 años. Esta alternativa no solo aborda los problemas sanitarios identificados, sino que también

considera el desarrollo sostenible y el bienestar a largo plazo de la población. La implementación de un sistema bien planificado que garantice el tratamiento adecuado de aguas residuales no solo mejorará la salud pública, sino que también puede contribuir a la reactivación económica del área, facilitando el acceso a inversiones y promoviendo el desarrollo turístico, que se ve restringido por la mala infraestructura actual.

Tomando en cuenta que el gasto de la comunidad por enfermedades relacionadas al deficiente tratamiento con una proyección proyectada a 25 años del proyecto de manejo de aguas residuales representa un valor proyectado de alrededor de \$488 154 USD. La implementación del proyecto ahorraría recursos públicos y privados reduciendo el gasto en enfermedades de la población y mejoraría la calidad de vida de los habitantes de esta comunidad.

En conclusión, la construcción de un sistema de alcantarillado en San Cristóbal es una intervención crítica que beneficiará a la comunidad en términos de salud, medio ambiente y desarrollo económico. El proyecto no solo responde a las demandas actuales, sino que se alinea con las proyecciones de crecimiento poblacional y la necesidad de infraestructura adecuada para enfrentar los retos futuros.

6.2 Recomendaciones

- Priorizar la construcción del sistema diseñado, asegurando que todos los aspectos técnicos requeridos sean cumplidos. Esto incluye realizar estudios topográficos detallados y coordinar con el GAD municipal para gestionar permisos y licencias.
- Implementar campañas de educación ante la comunidad sobre la importancia del sistema de alcantarillado y el manejo adecuado de desechos. Esto incluirá talleres y materiales informativos para aumentar la comprensión sobre el impacto del tratamiento de aguas residuales en la salud pública.

- Establecer un presupuesto que asegure operatividad y el mantenimiento del sistema a largo plazo. Esto puede incluir tarifas justas para el uso del sistema.
- Desarrollar un programa de mantenimiento que garantice la funcionalidad continua del sistema de alcantarillado, asegurando que se realicen revisiones periódicas y reparaciones necesarias para prevenir fugas en las tuberías.
- Fomentar alianzas con compañías privadas que deseen invertir en la zona para buscar apoyo técnico y financiero en la implementación y posterior mantenimiento del sistema de alcantarillado, aprovechando sus recursos y experiencia.

La adopción de estas recomendaciones permitirá no solo la implementación exitosa del sistema de alcantarillado, sino también la mejora en la calidad de vida de la comunidad de San Cristóbal y un impacto positivo en la salud pública y el medio ambiente.

Referencias

Libros físicos

- [1] López Cualla, R. A. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (2da ed.). Escuela Colombiana de Ingeniería.

Artículo en línea

- [1] Fundación AVINA. (2012). Impacto de la falta de saneamiento en la salud pública en comunidades rurales.

- [2] Sarmiento Vázquez, S., & Larriva Vázquez, J. B. (2023). Propuesta de un sistema de recolección de aguas residuales en comunidades rurales de Ecuador. *Revista de Ingeniería Civil*

Artículos con indicador DOI

- [1] Quispe-Fernández, G. M., Ayaviri-Nina, D., Djabayan-Djibeyan, P., & Arellano-Cepeda, O. (2021). El costo de la salud en adultos mayores: Un estudio descriptivo y retrospectivo en Ecuador. *Información tecnológica*, 32(5), 75-90.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000500075>

Informe gubernamental

- [1] Gobierno autónomo descentralizado parroquial de San Cristóbal (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial*.

<https://gobiernoparroquialsancristobal.gob.ec/azuay/wpcontent/uploads/2016/03/ACTUALIZACION-PDyOT-SAN-CRISTOBAL-2015.pdf>

- [2] Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022). *VIII Censo de Población y VII de Vivienda*.

https://www.censoecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2023/10/2022_CPV_NACIONAL_DENSIDAD_POBLACIONAL.xlsx

- [3] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) . (2014). Normas Técnicas de Diseño y Construcción de Sistemas de Alcantarillado Sanitario. Quito: MIDUVI.

Leyes

- [1] Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2017). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA). Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.-2003.
Última modificación: 29-mar.-2017.

<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

- [2] Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2002). *Norma Técnica Ecuatoriana INEN 19: Agua potable. Requisitos*.

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-019.pdf>

PLANOS Y ANEXO

(En Dólares)

[illegible]

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
Proyecto		:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay		
Actividad		:	Desbroce y limpieza		
Cantidad		:	4,700.00		
Unidad		:	m2		
Moneda		:	Dólares		
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales				0.00	
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480579	Peón	Hora	0.29	4.05	1.15
Total mano de obra				1.15	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas				0.00	
* Herramientas menores % M.O.				5.00%	0.06
Total equipo, maquinaria y herramientas				0.06	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total precio unitario					1.21
Son: UN 21/100 Dólares					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
Proyecto		:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay		
Actividad		:	Replanteo y nivelacion		
Cantidad		:	5,914.00		
Unidad		:	m2		
Moneda		:	Dólares		
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2556296	Estacas	u	0.30	0.15	0.05
2556298	Tiras de eucalipto 2.50x250 cm rustica	u	0.30	0.85	0.26
Total materiales					0.30
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480579	Peón	Hora	0.10	4.05	0.41
2480580	Albañil	Hora	0.10		
2556295	Topografo	Hora	0.10	4.55	0.46
Total mano de obra					0.86
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2556297	Equipo de topografia	Hora	0.10	3.75	0.38
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas					0.38
*				Herramientas menores % M.O.	5.00%
Total equipo, maquinaria y herramientas					0.42
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total precio unitario					1.58
Son: UN 58/100 Dólares					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
	Proyecto	:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay.		
	Actividad	:	Excavaciones masivas con maquinaria material de corte		
	Cantidad	:	5,700.00		
	Unidad	:	m3		
	Moneda	:	Dólares		
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales				0.00	
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480579	Peón	Hora	0.04	4.05	0.16
2480581	Maestro de Obra	Hora	0.01	4.33	0.04
2480597	Operadores Equipo	Hora	0.02	4.55	0.09
Total mano de obra				0.30	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2556291	Retroexcavadora 75 HP	Hora	0.25	85.00	21.25
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas				21.25	
*				Herramientas menores % M.O.	5.00%
Total equipo, maquinaria y herramientas				21.26	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total precio unitario				21.56	
Son: VEINTIUN 56/100 Dólares					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
	Proyecto	:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay.		
	Actividad	:	Desalojo a maquina, equipo cargadora frontal y volqueta (material de corte)		
	Cantidad	:	1,140.00		
	Unidad	:	m3		
	Moneda	:	Dólares		
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales				0.00	
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480581	Maestro de Obra	Hora	0.01	4.33	0.04
2480597	Operadores Equipo	Hora	0.05	4.55	0.23
2480600	Chofer	Hora	0.05	5.95	0.30
2480601	Engrasador o abastecedor responsable	Hora	0.05	4.10	0.21
Total mano de obra				0.77	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480598	Cargadora Frontal	Hora	0.05	35.20	1.76
2480599	Volqueta 8m3	Hora	0.05	30.00	1.50
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas				3.26	
*	Herramientas menores % M.O.			5.00%	0.04
Total equipo, maquinaria y herramientas				3.30	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total precio unitario				4.07	
Son: CUATRO 07/100 Dólares					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
	Proyecto	:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay.		
	Actividad	:	Excavaciones masivas con maquinaria (en pozos)		
	Cantidad	:	1,440.92		
	Unidad	:	m3		
	Moneda	:	Dólares		
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales				0.00	
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480579	Peón	Hora	0.70	4.05	2.84
2480581	Maestro de Obra	Hora	0.70	4.33	3.03
2480597	Operadores Equipo	Hora	1.00	4.55	4.55
Total mano de obra				10.42	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2556291	Retroexcavadora 75 HP	Hora	0.75	85.00	63.75
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas				63.75	
*				Herramientas menores % M.O.	5.00%
Total equipo, maquinaria y herramientas				64.27	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total precio unitario				74.69	
Son: SETENTA Y CUATRO 69/100 Dólares					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
	Proyecto	:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay.		
	Actividad	:	Desalojo a maquina, equipo cargadora frontal y volqueta (material de pozos)		
	Cantidad	:	1,440.92		
	Unidad	:	m3		
	Moneda	:	Dólares		
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales				0.00	
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480581	Maestro de Obra	Hora	0.01	4.33	0.04
2480597	Operadores Equipo	Hora	0.05	4.55	0.23
2480600	Chofer	Hora	0.05	5.95	0.30
2480601	Engrasador o abastecedor responsable	Hora	0.05	4.10	0.21
Total mano de obra				0.77	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480598	Cargadora Frontal	Hora	0.05	35.20	1.76
2480599	Volqueta 8m3	Hora	0.05	30.00	1.50
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas				3.26	
*	Herramientas menores % M.O.			5.00%	0.04
Total equipo, maquinaria y herramientas				3.30	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total precio unitario				4.07	
Son: CUATRO 07/100 Dólares					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
	Proyecto	:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay.		
	Actividad	:	Relleno compactado con material seleccionado		
	Cantidad	:	1,140.00		
	Unidad	:	m3		
	Moneda	:	Dólares		
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales				0.00	
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480579	Peón	Hora	0.60	4.05	2.43
2480580	Albañil	Hora	0.20		
Total mano de obra				2.43	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas				0.00	
* Herramientas menores % M.O.				5.00%	0.12
Total equipo, maquinaria y herramientas				0.12	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total precio unitario				2.55	
Son: DOS 55/100 Dólares					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
Proyecto		:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay		
Actividad		:	Cama de arena		
Cantidad		:	4,700.00		
Unidad		:	m2		
Moneda		:	Dólares		
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480583	Arena	m3	0.11	13.50	1.49
Total materiales					1.49
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480579	Peón	Hora	0.07	4.05	0.28
2480580	Albañil	Hora	0.07		
2480581	Maestro de Obra	Hora	0.01	4.33	0.06
Total mano de obra					0.34
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480605	Compactador mecanico	Hora	0.07	6.25	0.44
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas					0.44
*				Herramientas menores % M.O.	5.00%
Total equipo, maquinaria y herramientas					0.45
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total precio unitario					2.28
Son: DOS 28/100 Dólares					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
Proyecto		:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay		
Actividad		:	Tubería Anillada PVC Alcantarillado d=110mm		
Cantidad		:	4,645.40		
Unidad		:	m		
Moneda		:	Dólares		
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480610	Anillo Caucho 1 Novafort 110mm	u	0.17	2.52	0.43
2480611	Tubería Drenaje serie 6, 110mm	6m	0.17	36.82	6.13
Total materiales					6.56
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480579	Peón	Hora	0.16	4.05	0.65
2480609	Plomero	Hora	0.16	4.10	0.66
Total mano de obra					1.30
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas					0.00
*				Herramientas menores % M.O.	5.00%
Total equipo, maquinaria y herramientas					0.07
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total precio unitario					7.93
Son: SIETE 93/100 Dólares					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
Proyecto		:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay		
Actividad		:	Tubería Anillada PVC Alcantarillado d=175mm		
Cantidad		:	1,272.70		
Unidad		:	m		
Moneda		:	Dólares		
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480612	Anillo Caucho 1 Novafort 125mm	u	0.17	2.80	0.48
2480613	Tubería Drenaje serie 5, 175mm	6m	0.17	45.46	7.57
Total materiales					8.05
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480579	Peón	Hora	0.16	4.05	0.65
2480609	Plomero	Hora	0.16	4.10	0.66
Total mano de obra					1.30
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas					0.00
*				Herramientas menores % M.O.	5.00%
Total equipo, maquinaria y herramientas					0.07
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total precio unitario					9.42
Son: NUEVE 42/100 Dólares					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
	Proyecto	:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay.		
	Actividad	:	Relleno y compactacion material granular (cama de areana)		
	Cantidad	:	470.00		
	Unidad	:	m3		
	Moneda	:	Dólares		
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales				0.00	
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480579	Peón	Hora	0.30	4.05	1.22
2480580	Albañil	Hora	0.25		
2480581	Maestro de Obra	Hora	0.10	4.33	0.43
Total mano de obra				1.65	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480605	Compactador mecanico	Hora	0.25	6.25	1.56
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas				1.56	
*				Herramientas menores % M.O.	5.00%
Total equipo, maquinaria y herramientas				1.64	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total precio unitario				3.29	
Son: TRES 29/100 Dólares					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES					
	Proyecto	:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay.		
	Actividad	:	Relleno y compactacion (con material del lugar)		
	Cantidad	:	5,700.00		
	Unidad	:	m3		
	Moneda	:	Dólares		
1. MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
Total materiales				0.00	
2. MANO DE OBRA					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480579	Peón	Hora	0.30	4.05	1.22
2480580	Albañil	Hora	0.25		
2480581	Maestro de Obra	Hora	0.10	4.33	0.43
Total mano de obra				1.65	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480605	Compactador mecanico	Hora	0.25	6.25	1.56
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas				1.56	
*				Herramientas menores % M.O.	5.00%
Total equipo, maquinaria y herramientas				1.64	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
5. UTILIDAD					
6. IMPUESTOS					
Total precio unitario				3.29	
Son: TRES 29/100 Dólares					
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.					

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DATOS GENERALES						
Proyecto		:	Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay.			
Actividad		:	Pozo de revision H.S. incluye tapa HF H= 0.00 - 1.25 m			
Cantidad		:	336.25			
Unidad		:	m			
Moneda		:	Dólares			
1. MATERIALES						
Descripción			Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480582	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA		saco	2.17	7.68	16.67
2556303	Tapas de pozo HF		u	0.33	136.40	45.01
2480583	Arena		m3	0.20	13.50	2.70
2480584	Ripio		m3	0.30	18.00	5.40
2480585	Agua		m3	0.07	0.85	0.06
2556305	Aceite quemado		gl	0.05	0.44	0.02
2556306	Aditivo impermeabilizante		kg	0.38	0.90	0.34
2480586	Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2		kg	21.00	0.81	17.01
2556307	Clavos 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"		kg	0.40	2.13	0.85
2556308	Alfajia 6x6x250 cm		u	1.00	2.50	2.50
Total materiales					90.56	
2. MANO DE OBRA						
Descripción			Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2480579	Peón		Hora	6.00	4.05	24.30
2480580	Albañil		Hora	6.00		
2556302	Carpintero		Hora	6.00	4.10	24.60
2480581	Maestro de Obra		Hora	4.00	4.33	17.32
Total mano de obra					66.22	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS						
Descripción			Unidad	Cantidad	Precio productivo	Costo total
2556304	Concretera 1 saco		Hora	2.00	4.48	8.96
Subtotal equipo, maquinaria y herramientas					8.96	
* Herramientas menores % M.O.					5.00%	3.31
Total equipo, maquinaria y herramientas					12.27	
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
5. UTILIDAD						
6. IMPUESTOS						
					Total precio unitario	169.05
Son: CIENTO SESENTA Y NUEVE 05/100 Dólares						
(*) El proponente deberá señalar los porcentajes pertinentes a cada rubro.						

PRESUPUESTO POR MATERIALES Y GENERAL DE LA OBRA

(En Dólares)

Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay.

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Subtotal
AGLOMERANTES					5,603.81
1	Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg - Holcim DISENSA	saco	729.66	7.68	5,603.81
AGREGADOS					9,703.13
2	Arena	m3	584.25	13.50	7,887.38
3	Ripio	m3	100.88	18.00	1,815.75
MADERA ENCOFRADO DE ASERRADERO					1,106.76
4	Alfajia 6x6x250 cm	u	336.25	2.50	840.63
5	Estacas	u	1,774.20	0.15	266.13
HIERRO Y AFINES					6,005.78
6	Acero de refuerzo fc=4200kg/cm2	kg	7,061.25	0.81	5,719.61
7	Clavos 2", 2 1/2", 3", 3 1/2"	kg	134.50	2.13	286.17
MATERIAL PARA CUBIERTAS, PAREDES Y CIELOS RASOS					1,508.07
8	Tiras de eucalipto 2.50x250 cm rustica	u	1,774.20	0.85	1,508.07
MATERIAL PARA DESAGÜE					40,730.73
9	Anillo Caucho 1 Novafort 110mm	u	789.72	2.52	1,990.09
10	Anillo Caucho 1 Novafort 160mm	u	216.36	2.80	605.81
11	Tubería Drenaje serie 6, 110mm	6m	773.92	36.82	28,495.87
12	Tubería Drenaje serie 5, 160mm	6m	212.03	45.46	9,638.97
PRODUCTOS QUÍMICOS					115.00
13	Aditivo impermeabilizante	kg	127.78	0.90	115.00
VARIOS					27.40
14	Agua	m3	23.54	0.85	20.01
15	Aceite quemado	gl	16.81	0.44	7.40
ARTICULOS PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE					15,135.29
16	Tapas de pozo HF	u	110.96	136.40	15,135.29
Total					79,935.96
Son: SETENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CINCO 96/100 Dólares					

PRESUPUESTO POR MANO DE OBRA Y GENERAL DE LA OBRA

(En Dólares)

Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay.

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Subtotal
1	Peón	Hora	8,995.94	4.05	36,433.56
2	Albañil	Hora	4,708.40	0.00	0.00
3	Maestro de Obra	Hora	3,119.25	4.33	13,506.37
4	Operadores Equipo	Hora	1,683.97	4.55	7,662.05
5	Chofer	Hora	129.05	5.95	767.82
6	Engrasador	Hora	129.05	4.10	529.09
7	Plomero	Hora	946.90	4.10	3,882.27
8	Topografo	Hora	591.40	4.55	2,690.87
9	Carpintero	Hora	2,017.50	4.10	8,271.75
				Total	73,743.77
Son: SETENTA Y TRES MIL SETECIENTOS CUARENTA Y TRES 77/100 Dólares					

PRESUPUESTO POR MAQUINARIA Y GENERAL DE LA OBRA

(En Dólares)

Diseño de un sistema de recolección para la evacuación de las aguas residuales de la comunidad de San Cristóbal, Cantón Paute, Provincia del Azuay.

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Subtotal
1	Cargadora Frontal	Hora	129.05	35.20	4,542.42
2	Volqueta 8m3	Hora	129.05	30.00	3,871.38
3	Compactador	Hora	1,871.50	6.25	11,696.88
4	Retroexcavadora 75 HP	Hora	2,505.69	85.00	212,983.65
5	Equipo de topografía	Hora	591.40	3.75	2,217.75
6	Concretera 1 saco	Hora	672.50	4.48	3,012.80
				Total	238,324.88
Son: DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS VEINTICUATRO 88/100 Dólares					

TUBERIAS										Diametro															
TRAMO 4 (6,10,11)										Teorico	Nominal	Nominal interior	Qo	q/Qo	vmax/V	dmax/D	Vo	dmax	vmax	q min	qmin/Qo	vamax/V	dmax/D	dmin	vmin
Nombre	Rasante inicial	Rasante final	Longitud	S(m/m)	%	#MEDIDORES	CAUDAL	CAUDAL ACU	CAUDAL ADAPTADO	mm	mm	mm	l/s	-	-	-	m/s	mm	m/s	l/s	-	-	-	mm	m/s
Pipe - (87)	2621.28	2603.854	138.54	0.13	12.68	1	0.16	0.16	1.50	39.07	110	100	18.41	0.081	0.620	0.203	2.343	20.300	1.453	1.500	0.081	0.620	0.203	20.3	1.45
Pipe - (88)	2603.854	2597.429	28.81	0.23	22.88	2	0.31	0.47	1.50	34.98	110	100	24.73	0.061	0.675	0.234	3.147	67.500	2.124	1.500	0.061	0.675	0.234	23.4	2.12
Pipe - (89)	2597.429	2585.17	46.09	0.28	27.59	1	0.16	0.63	1.50	33.77	110	100	27.16	0.055	0.620	0.203	3.456	62.000	2.143	1.500	0.055	0.620	0.203	20.3	2.14
Pipe - (104)	2585.73	2582.144	16.35	0.22	22.49	1	0.16	0.79	1.50	35.09	110	100	24.52	0.061	0.675	0.234	3.120	67.500	2.106	1.500	0.061	0.675	0.234	23.4	2.11
Pipe - (105)	2582.144	2574.584	61.88	0.12	12.31	2	0.31	1.10	1.50	39.29	110	100	18.14	0.083	1.045	0.558	2.308	104.500	2.412	1.500	0.083	0.944	0.44	44	2.18
Pipe - (106)	2574.584	2569.303	52.98	0.10	10.02	1	0.16	1.26	1.50	40.84	110	100	16.37	0.092	0.599	0.191	2.083	59.900	1.248	1.500	0.092	0.522	0.152	15.2	1.09
Pipe - (107)	2569.303	2563.833	50.03	0.11	11.00	1	0.16	1.41	1.50	40.13	110	100	17.15	0.087	0.620	0.203	2.182	62.000	1.353	1.500	0.087	0.551	0.179	17.9	1.20
Pipe - (108)	2563.833	2559.633	39.31	0.11	10.75	2	0.31	1.73	1.73	42.49	110	100	16.95	0.102	0.690	0.244	2.157	69.000	1.488	1.500	0.088	0.576	0.179	17.9	1.24
Pipe - (109)	2559.633	2558.29	27.02	0.05	4.98	2	0.31	2.04	2.04	52.26	110	100	11.54	0.177	0.802	0.319	1.468	80.200	1.178	1.500	0.130	0.641	0.215	21.5	0.94
Pipe - (110)	2558.29	2553.811	66.71	0.07	6.73	1	0.16	2.20	2.20	50.78	110	100	13.41	0.164	0.866	0.368	1.707	86.600	1.478	1.500	0.112	0.675	0.234	23.4	1.15
Pipe - (111)	2553.811	2544.307	77.76	0.12	12.31	4	0.63	2.83	2.83	49.83	110	100	18.14	0.156	0.813	0.326	2.308	81.300	1.877	1.500	0.083	0.599	0.191	19.1	1.38
Pipe - (112)	2544.307	2534.009	90.04	0.12	11.51	1	0.16	2.98	2.98	51.49	110	100	17.54	0.170	0.757	0.287	2.232	75.700	1.690	1.500	0.086	0.551	0.167	16.7	1.23
Pipe - (118)	2534.569	2530.925	71.55	0.05	5.10	4	0.63	3.61	3.61	64.44	110	100	11.68	0.309	0.705	0.253	1.486	70.500	1.048	1.500	0.128	0.488	0.137	13.7	0.73
Pipe - (119)	2530.925	2525.529	65.5935	0.08	8.26	1	0.16	3.77	3.77	59.82	110	100	14.86	0.254	0.720	0.262	1.891	72.000	1.361	1.500	0.101	0.522	0.152	15.2	0.99
Pipe - (120)	2525.529	2525.402	21.9837	0.01	0.58	1	0.16	3.93	3.93	99.94	110	100	3.94	0.997	0.840	0.348	0.501	84.000	0.421	1.500	0.381	0.576	0.179	17.9	0.29
Pipe - (121)	2525.402	2522.656	18.8449	0.15	14.72	2	0.31	4.24	4.24	56.10	110	100	19.84	0.214	0.866	0.369	2.524	86.600	2.186	1.500	0.076	0.576	0.179	17.9	1.45
Pipe - (122)	2522.656	2519.6	25.8245	0.12	11.93	2	0.31	4.55	4.55	59.94	110	100	17.86	0.255	0.874	0.376	2.272	87.400	1.986	1.500	0.084	0.576	0.179	17.9	1.31
Pipe - (123)	2519.6	2517.138	34.0471	0.07	7.25	1	0.16	4.71	4.71	66.65	110	100	13.92	0.338	1.000	0.500	1.772	100.000	1.772	1.500	0.108	0.675	0.234	23.4	1.20
Pipe - (124)	2517.138	2513.009	55.4445	0.07	7.47	2	0.31	5.03	5.03	67.90	110	100	14.13	0.356	0.675	0.234	1.798	67.500	1.214	1.500	0.106	0.488	0.119	11.9	0.88
Pipe - (125)	2513.009	2510.621	72.2129	0.03	3.31	1	0.16	5.18	5.18	80.01	110	100	9.41	0.551	0.675	0.234	1.197	67.500	0.808	1.500	0.159	0.488	0.119	11.9	0.58
Pipe - (126)	2510.621	2509.159	8.8056	0.17	16.84	1	0.16	5.34	5.34	59.64	110	100	21.22	0.252	0.641	0.215	2.700	64.100	1.731	1.500	0.071	0.488	0.119	11.9	1.32
Pipe - (127)	2509.159	2505.685	28.5661	0.12	12.25	1	0.16	5.50	5.50	64.00	110	100	18.10	0.304	0.641	0.215	2.303	64.100	1.476	1.500	0.083	0.488	0.119	11.9	1.12
Pipe - (128)	2505.685	2501.989	38.8315	0.09	9.32	1	0.16	5.65	5.65	68.08	110	100	15.79	0.358	1.095	0.640	2.009	64.000	2.199	1.500	0.095	0.705	0.253	25.3	1.42
Pipe - (129)	2501.989	2501.989	74.1032	0.01	0.50	2	0.31	5.97	5.97	120.24	175	160	12.80	0.466	0.813	0.326	0.636	130.080	0.517	1.500	0.117	0.488	0.137	21.92	0.31
Pipe - (130)	2501.989	2488.715	80.449	0.17	16.73	2	0.31	6.28	6.28	37.09	175	160	74.065	0.004	0.203	0.620	3.681	32.480	2.282	1.500	0.020	0.179	0.326	28.64	1.20
Pipe - (131)	2488.715	2483.705	46.9253	0.11	10.74	2	0.31	6.60	6.60	40.31	175	160	59.343	0.005	0.191	0.599	2.950	30.560	1.767	1.500	0.025	0.179	0.326	28.64	0.96
Pipe - (269)	2484.282	2480.369	26.2082	0.15	15.10	2	0.31	6.91	6.91	37.81	175	160	70.364	0.004	0.234	0.675	3.497	37.440	2.361	1.500	0.021	0.179	0.326	28.64	1.14
Pipe - (167)	2499.68	2498.717	67.0744	0.01	1.44	1	0.16	0.16	1.50	58.75	110	100	6.20	0.242	0.593	0.492	0.790	49.155	0.468	1.500	0.242	0.593	0.492	49.155	0.468
Pipe - (168)	2498.717	2494.684	56.5278	0.07	7.15	2	0.31	0.47	1.50	43.50	110	100	13.83	0.108	0.585	0.502	1.759	58.525	1.030	1.500	0.108	0.585	0.502	50.225	1.03
Pipe - (169)	2494.684	2489.132	56.9652	0.10	9.79	1	0.16	0.63	1.50	41.01	110	100	16.18	0.093	0.577	0.513	2.059	57.747	1.189	1.500	0.093	0.577	0.513	51.290	0.97
Pipe - (170)	2489.132	2483.69	115.6091	0.05	4.71	1	0.16	0.79	1.50	47.04	110	100	11.22	0.134	0.570	0.524	1.428	56.968	0.813	1.500	0.134	0.331	0.207	20.663	0.781
Pipe - (172)	2484.27	2478.725	69.9307	0.08	7.95	1	0.16	7.85	7.85	79.34	175	160	51.06	0.154	0.562	0.534	2.538	89.903	1.426	1.500	0.029	0.314	0.493	0.206	1.426
Pipe - (175)	2479.305	2478.725	81.9514	0.01	0.71	1	0.16	8.01	8.01	125.72	175	160	15.26	0.525	0.554	0.545	0.758	88.657	0.420	1.500	0.098	0.298	0.306	0.207	0.420
Pipe - (177)	2479.305	2473.756	84.7005	0.07	6.57	1	0.16	8.17	8.17	83.44	175	160	46.41	0.176	0.546	0.556	2.307	87.412	1.260	1.500	0.032	0.281	0.7319	0.207	0.7319
Pipe - (178)	2473.756	2469.984	40.7124	0.09	9.27	1	0.16	8.32	8.32	78.79	175	160	55.13	0.151	0.539	0.566	2.740	86.166	1.476	1.500	0.027	0.265	0.4122	0.207	0.4122
Pipe - (179)	2470.578	2469.533	29.5596	0.04	3.54	2	0.31	8.64	8.64	95.69	175	160	34.07	0.254	0.531	0.577	1.693	84.920	0.899	1.500	0.044	0.249	0.1045	0.207	0.1045
Pipe - (180)	2469.533	2469.495	24.4228	0.02	1.50	2	0.31	8.95	8.95	113.92	175	160	22.18	0.404	0.523	0.588	1.102	83.674	0.576	1.500	0.068	0.232	0.79058	0.207	0.79058
Pipe - (181)	2469.495	2468.749	40.1955	0.02	1.86	2	0.31	9.27	9.27	110.84	175	160	24.70	0.375	0.515	0.598	1.227	82.429	0.632	1.500	0.061	0.216	0.47971	0.208	0.47971
Pipe - (182)	2468.749	2468.732	46.4017	0.02	1.50	2	0.31	9.58	9.58	116.86	175	160	22.18	0.432	0.507	0.609	1.102	81.183	0.559	1.500	0.068	0.200	0.16884	0.208	0.35246

61

TUBERIAS										Diametro															
TRAMO 5										Teorico	Nominal	Nominal interior	Qo	q/Qo	vmax/V	dmax/D	Vo	dmax	vmax	q min	qmin/Qo	vamax/V	dmax/D	dmin	vmin
Nombre	Rasante inicial	Rasante final	Longitud	S(m/m)	%	#MEDIDORES	CAUDAL	CAUDAL ACU	CAUDAL ADAPTADO	mm	mm	mm	l/s	-	-	-	m/s	mm	m/s	l/s	-	-	-	mm	m/s
Pipe - (135)	2603.871	2583.763	103.59	0.20	19.79	2	0.31	0.31	1.50	35.94	110	100	23.00	0.065	0.620	0.203	2.927	20.300	1.815	1.500	0.065	0.620	0.203	20.3	1.81
Pipe - (138)	2583.807	2555.637	75.94	0.40	39.95	2	0.31	0.63	1.50	31.51	110	100	32.68	0.046	0.675	0.234	4.159	67.500	2.807	1.500	0.046	0.675	0.234	23.4	2.81
Pipe - (139)	2555.637	2543.993	88.01	0.13	13.35	4	0.63	1.26	1.50	38.70	110	100	18.89	0.079	0.620	0.203	2.404	62.000	1.490	1.500	0.079	0.620	0.203	20.3	1.49
Pipe - (140)	2543.993	2537.968	78.68	0.08	7.68	4	0.63	1.88	1.88	46.76	110	100	14.33	0.132	0.675	0.234	1.823	67.500	1.231	1.500	0.105	0.675	0.234	23.4	1.23
Pipe - (141)	2537.968	2526.496	141.00	0.08	8.16	2	0.31	2.20	2.20	48.98	110	100	14.77	0.149	1.045	0.558	1.879	104.500	1.964	1.500	0.102	0.944	0.44	44	1.77
Pipe - (142)	2526.496	2520.303	91.39	0.07	6.79	1	0.16	2.36	2.36	52.03	100	100	13.47	0.175	0.599	0.191	1.714	59.900	1.027	1.500	0.111	0.522	0.152	15.2	0.89
Pipe - (397)	2528.745	2527.521	35.40	0.03	3.46	1	0.16	0.16	1.50	49.85	110	100	9.62	0.156	0.620	0.203	1.224	62.000	1.027	1.500	0.156	0.551	0.179	17.9	0.67
Pipe - (398)	2527.521	2525.744	40.71	0.04	3.43	4	0.63	0.79	1.50	49.71	110	100	10.81	0.139	0.690	0.244	1.375	69.000	0.949	1.500	0.139	0.576	0.179	17.9	0.67
Pipe - (399)	2525.744	2523.988	58.86	0.03	4.37	2	0.31	1.10	1.50	48.33	110	100	9.58	0.169	0.602	0.319	1.077	50.000	0.977	1.500	0.169	0.571	0.215	21.5	0.71
Pipe - (401)	2524.288	2523.818	1.20	0.02	0.286	1	0.16	1.20	1.50	54.94	110	100	7.42	0.202	0.895	0.368	0.944	86.600	0.918	1.500	0.202	0.675	0.234	23.4	0.64
Pipe - (406)	2524.378	2523.735	29.20	0.02	2.2	4	0.63	1.88	1.88	59.11	110	100	7.67	0.246	0.813	0.326	0.976	81.300	0.793	1.500	0.196	0.599	0.191	19.1	0.58
Pipe - (407)	2523.735	2520.285	98.89	0.03	3.49	1	0.16	4.40	4.40	74.49	110	100	9.66	0.455	0.757	0.287	1.229	75.700	0.930	1.500	0.155	0.551	0.167	16.7	0.68
Pipe - (151)	2520.285	2510.109	122.9322	0.08	8.29	2	0.31	4.71	4.71	64.99	110	100	14.89	0.316	0.705	0.253	1.894	70.500	1.336	1.500	0.101	0.488	0.137	13.7	0.92
Pipe - (152)	2510.109	2508.72	64.4883	0.02	2.16	2	0.31	5.03	5.03	85.68	110	100	7.60	0.661	0.720	0.262	0.967	72.000	0.696	1.500	0.197	0.522	0.152	15.2	0.50
Pipe - (153)	2508.72	2503.714	102.9566	0.05	4.87	2	0.31	5.34	5.34	75.26	110	100	11.41	0.468	0.840	0.348	1.452	84.000	1.220	1.500	0.131	0.576	0.179	17.9	0.84
Pipe - (154)	2504.284	2499.694	77.7559	0.06	5.93	4	0.63	5.97	5.97	75.62	110	100	12.59	0.474	0.866	0.369	1.602	86.600	1.387	1.500	0.119	0.576	0.179	17.9	0.92
Pipe - (155)	2499.694	2486.457	102.4164	0.13	13.03	2	0.31	6.28	6.28	66.51	110	100	18.66	0.337	0.874	0.376	2.375	87.400	2.076	1.500	0.080	0.576	0.179	17.9	1.37
Pipe - (156)	2486.457	2468.732	126.4035	0.14	14.16	2	0.31	6.60	6.60	66.69	175	160	68.14	0.097	1.000	0.500	3.387	160.000	3.387	1.500	0.022	0.675	0.234	37.44	2.29

Pipe - (441)	2438.658	2437.599	8.8705	0.12	12.03	2	0.31	1.88
Pipe - (442)	2437.599	2433.911	68.385	0.05	5.40	4	0.63	2.51
Pipe - (443)	2433.911	2430.779	52.6945	0.06	5.95	4	0.63	3.14
Pipe - (444)	2430.779	2425.652	36.3093	0.14	14.26	2	0.31	3.45
Pipe - (445)	2425.652	2420.264	26.6222	0.21	20.67	4	0.63	4.08
Pipe - (446)	2420.264	2418.066	28.0916	0.08	7.85	4	0.63	4.71
Pipe - (447)	2418.066	2417.934	52.0105	0.00	0.25	4	0.63	5.34
Pipe - (448)	2417.934	2415.555	16.3278	0.15	14.73	2	0.31	5.65
Pipe - (483)	2428.423	2426.226	60.2503	0.04	3.65	4	0.63	6.28
Pipe - (484)	2426.226	2421.919	54.8956	0.08	7.87	2	0.31	6.60
Pipe - (485)	2421.919	2420.829	61.2434	0.02	1.76	4	0.63	7.22
							TOTAL	7.22

RED INDIVIDUAL 3								
Nombre	Rasante inicial	Rasante final	Longitud	S(m/m)	S%	#MEDIDORES	CAUDAL	CAUDAL ACU
Pipe - (490)	2351.85	2348.744	50.51	0.06	6.16	2	0.31	0.31
Pipe - (491)	2348.744	2348.159	75.4039	0.01	0.78	2	0.31	0.63
Pipe - (492)	2348.159	2347.334	44.5992	0.02	1.85	2	0.31	0.94
Pipe - (493)	2347.334	2346.375	88.8363	0.01	1.06	2	0.31	1.26
Pipe - (494)	2346.375	2345.961	66.7745	0.01	0.62	1	0.16	1.41
Pipe - (495)	2345.961	2344.827	77.374	0.01	1.47	1	0.16	1.57
Pipe - (496)	2344.827	2343.745	84.604	0.01	1.28	2	0.31	1.88
Pipe - (497)	2346.94	2345.854	32.5022	0.03	3.34	2	0.31	2.20
Pipe - (498)	2345.854	2345.129	46.2967	0.02	1.57	2	0.31	2.51
Pipe - (499)	2345.129	2344.707	33.1069	0.01	1.28	1	0.16	2.67
Pipe - (500)	2344.707	2343.779	47.2223	0.02	1.97	1	0.16	2.83
Pipe - (510)	2344.344	2343.786	9.1892	0.06	6.08	1	0.16	2.98
							TOAL	2.98

RED INDIVIDUAL 4								
Nombre	Rasante inicial	Rasante final	Longitud	S(m/m)	S%	#MEDIDORES	CAUDAL	CAUDAL ACU
Pipe - (514)	2437.462	2436.835	110.4622	0.01	0.57	2	0.31	0.31
Pipe - (515)	2436.835	2433.474	24.6343	0.14	13.77	2	0.31	0.63
Pipe - (516)	2433.474	2422.813	61.28	0.18	17.67	2	0.31	0.94
Pipe - (517)	2422.813	2404.445	78.4011	0.24	24.10	2	0.31	1.26
Pipe - (518)	2404.445	2397.329	78.278	0.09	9.13	1	0.16	1.41
Pipe - (519)	2397.329	2377.607	89.3411	0.23	22.63	1	0.16	1.57
Pipe - (520)	2377.607	2363.732	89.9838	0.16	15.61	2	0.31	1.88
Pipe - (521)	2363.732	2362.11	18.4827	0.09	8.81	2	0.31	2.20
Pipe - (522)	2362.11	2359.931	19.2335	0.11	11.40	2	0.31	2.51
Pipe - (523)	2359.931	2359.179	17.7636	0.04	4.24	1	0.16	2.67
Pipe - (523 (1)	2359.179	2356.866	54.6569	0.04	4.24	1	0.16	2.83
Pipe - (524)	2356.866	2353.872	111.4159	0.03	2.69	1	0.16	2.98
Pipe - (525)	2353.872	2349.736	106.16	0.04	3.90	2	0.31	3.30
Pipe - (526)	2349.736	2348.877	87.7815	0.01	0.98	1	0.16	3.45
Pipe - (528)	2348.908	2343.781	66.7291	0.07	7.37	2	0.31	3.77
Pipe - (533)	2358.768	2355.415	32.5799	0.10	10.35	2	0.31	4.08
Pipe - (534)	2355.415	2349.152	41.3587	0.15	15.32	2	0.31	4.40
Pipe - (535)	2349.152	2344.3	103.5637	0.05	4.69	2	0.31	4.71
Pipe - (536)	2344.3	2343.745	35.4721	0.02	1.57	2	0.31	5.03
Pipe - (537)	2343.745	2343.058	67.2657	0.01	1.02	2	0.31	5.34
Pipe - (538)	2344.31	2341.851	63.4239	0.04	3.88	2	0.31	5.65
Pipe - (539)	2344.865	2345.052	61.6637	0.00	-0.30	2	0.31	5.97
Pipe - (540)	2345.052	2343.748	73.883	0.02	1.77	2	0.31	6.28
Pipe - (541)	2343.748	2343.739	76.0063	0.00	0.01	2	0.31	6.60
Pipe - (544)	2349.442	2347.657	63.2621	0.03	2.82	2	0.31	6.91
							TOTAL	6.91

#

CAUDAL A PLANTA 130.78

CAUDAL A PLANTA 224.50

CAUDAL A RED VECINA20.10

75.38

Tramo	Pozo Inicial	Pozo Final	Profundidad (m)	Velocidad (m/s)	Presión (kg/cm²)	Temperatura (°C)	Estado
1	1	2	100	19.100	55.100	0.1077	0.1268
2	2	3	100	19.100	55.100	0.1077	0.1268
3	3	4	100	55.100	62.000	0.1779	0.2330
4	4	5	100	55.100	73.300	0.1779	0.2330
5	5	6	100	55.100	83.100	0.1779	0.2330
6	6	7	100	62.000	73.300	0.0840	0.1460
7	7	8	100	73.300	73.300	0.0358	0.1091
8	8	9	100	83.100	72.000	0.0221	0.1052
9	9	10	100	72.000	69.000	0.0934	0.1654
10	10	11	100	69.000	82.200	0.2091	0.2781
11	11	12	100	82.200	82.200	0.1789	0.2611
12	12	13	100	89.700	108.800	0.1465	0.2362
13	13	14	100	108.800	112.300	0.0522	0.1610
14	14	15	100	91.100	91.100	0.0501	0.1624
15	15	16	100	91.100	91.100	0.2130	0.3041
16	16	17	100	85.800	100.000	0.3325	0.4183
17	17	18	100	100.000	93.200	0.1505	0.2505
18	18	19	100	93.200	93.800	0.2809	0.3741
19	19	20	100	93.200	93.800	0.2809	0.3741
20	20	21	100	93.800	100.000	0.2817	0.3755
21	21	22	100	93.800	112.500	0.2817	0.3755
22	22	23	100	100.000	95.000	0.2001	0.3001
23	23	24	100	112.500	132.000	0.3499	0.4624
24	24	25	100	95.000	108.200	0.0996	0.1946
25	25	26	100	132.000	108.200	0.1572	0.2892
26	26	27	100	108.200	108.200	0.2673	0.3755
27	27	28	100	108.200	108.200	0.2673	0.3755
28	28	29	100	108.200	0.000	0.2673	0.3755
29	29	30	100	108.200	0.000	0.2921	0.4003

$$E = \frac{v^2}{2g} + d$$

Tramo	Pozo Inicial	Pozo Final	Ds	dmax	dmax	v²/2g	v²/2g	Vmax 1	Vmax 2	ΔHt (0.1)	Vm	ΔHd (0.4)	hr
N/m²	m/s	m	m	m	m	m/s	m/s	m	m	m	m	m	m
15.476	2.024	0.1077	0.1268										
48.830	3.595	0.1077	0.1268										
26.642	1.900	0.1779	0.2330										
91.780	3.527	0.1779	0.2330										
156.918	4.612	0.1779	0.2330										
11.860	2.076	0.0840	0.1460										
3.948	2.169	0.0358	0.1091										
1.938	2.194	0.0221	0.1052										
11.493	2.250	0.0934	0.1654										
29.405	2.306	0.2091	0.2781										
18.564	2.360	0.1789	0.2611										
13.342	2.413	0.1465	0.2362										
3.375	2.465	0.0522	0.1610										
3.163	2.515	0.0501	0.1624										
21.255	2.565	0.2130	0.3041										
38.847	2.614	0.3325	0.4183										
13.421	2.662	0.1505	0.2505										
29.877	2.709	0.2809	0.3741										
65.831	4.021	0.2809	0.3741										
100.743	4.999	0.2817	0.3755										
136.329	5.816	0.2817	0.3755										
107.462	6.531	0.2001	0.3001										
179.186	7.175	0.3499	0.4624										
83.765	7.766	0.0996	0.1946										
78.551	8.315	0.1572	0.2892										
224.161	8.830	0.2673	0.3755										
249.544	9.317	0.2673	0.3755										
274.927	9.779	0.2673	0.3755										
328.166	10.220	0.2921	0.4003										

Tramo	Pozo Inicial	Pozo Final	Ds	dmax	dmax	v²/2g	v²/2g	Vmax 1	Vmax 2	ΔHt (0.1)	Vm	ΔHd (0.4)	hr
N/m²	m/s	m	m	m	m	m/s	m/s	m	m	m	m	m	m
11.937	2.024	0.0890	0.1105										
37.664	3.595	0.1002	0.1660										
5.035	1.900	0.0657	0.1427										
50.762	3.527	0.1611	0.2316										
12.112	4.612	0.0403	0.1347										
3.519	2.076	0.0555	0.1480										
39.059	2.169	0.3004	0.3679										
17.296	2.194	0.1741	0.2522										
3.306	2.250	0.0518	0.1518										
1.935	2.306	0.0355	0.1463										
15.625	2.360	0.1821	0.2725										
19.536	2.413	0.2315	0.3247										
19.708	2.465	0.2415	0.3383										
9.227	2.515	0.1359	0.2442										
12.223	3.245	0.1192	0.2521										
19.706	3.306	0.1724	0.3007										
10.013	3.367	0.1090	0.2547										
46.011	3.426	0.3338	0.4550										
126.310	5.086	0.4039	0.5233										
22.218	6.324	0.0851	0.2475										
109.740	7.357	0.2302	0.3701										
349.185	8.261	0.4639	0.5888										
168.632	9.076	0.2410	0.3042										
245.264	9.823	0.2886	0.4284										
200.967	10.518	0.2276	0.2940										

Tramo	Pozo Inicial	Pozo Final	Ds	dmax	dmax	v²/2g	v²/2g	Vmax 1	Vmax 2	ΔHt (0.1)	Vm	ΔHd (0.4)	hr
N/m²	m/s	m	m	m	m	m/s	m/s	m	m	m	m	m	m
11.528	2.024	0.0859	0.1062										
20.502	3.595	0.0574	0.1249										
9.920	1.900	0.0839	0.1459										
32.586	3.527	0.0948	0.1623										
2.954	4.612	0.0120	0.1165										
38.418	2.076	0.2541	0.3140										
38.117	2.169	0.2473	0.3093										
26.933	2.194	0.2117	0.2807										
12.858	2.250	0.1297	0.2099										
8.640	2.306	0.0968	0.1834										
19.926	2.360	0.1878	0.2691										
35.998	2.413	0.2814	0.3571										
72.268	2.465	0.4697	0.5402										
71.300	2.515	0.4640	0.5360										
27.962	2.565	0.2382	0.3222										
29.586	2.614	0.2580	0.3446										
32.903	2.662	0.2818	0.3692										
1.630	3.426	0.0206	0.1806										
71.992	5.086	0.1885	0.2965										
112.422	6.324	0.1904	0.2984										
258.415	7.357	0.2916	0.3942										
313.544	8.261	0.2806	0.3832										
7.551	9.076	0.0163	0.1187										
106.683	9.823	0.1086	0.2387										

Tramo		Ds	dmax	dmax	v ² /2g	v ² /2g	Vmax 1	Vmax 2	ΔHt (0.1)	Vm	ΔHd (0.4)	hr
Pozo Inicial	Pozo Final											
		mm	mm	mm	m/s	m/s	m/s	m/s	m	m/s	m	m
1	2	100	19.100	55.100	0.1077	0.1268	1.453	1.453	0.00191	1.453	0.0431	0.10007
2	3	100	19.100	55.100	0.1077	0.1268	1.453	1.868	0.00191	1.661	0.0562	0.11325
3	4	100	55.100	62.000	0.1779	0.2330	1.868	1.868	0.00551	1.868	0.0712	0.13867
4	5	100	55.100	73.300	0.1779	0.2330	1.868	1.868	0.00551	1.868	0.0712	0.14997
5	6	100	55.100	83.100	0.1779	0.2330	1.868	1.284	0.00551	1.576	0.0507	0.13926
6	7	100	62.000	73.300	0.0840	0.1460	1.284	0.838	0.00620	1.061	0.0230	0.10246
7	8	100	73.300	73.300	0.0358	0.1091	0.838	0.658	0.00733	0.748	0.0114	0.09204
8	9	100	83.100	72.000	0.0221	0.1052	0.658	1.354	0.00831	1.006	0.0206	0.10095
9	10	100	72.000	69.000	0.0934	0.1654	1.354	2.026	0.00720	1.690	0.0582	0.13442
10	11	100	69.000	82.200	0.2091	0.2781	2.026	1.873	0.00690	1.950	0.0775	0.16659
11	12	100	82.200	82.200	0.1789	0.2611	1.873	1.695	0.00822	1.784	0.0649	0.15533
12	13	100	89.700	108.800	0.1465	0.2362	1.695	1.012	0.00897	1.354	0.0374	0.15513
13	14	100	108.800	112.300	0.0522	0.1610	1.012	0.991	0.01088	1.002	0.0205	0.14364
14	15	100	112.300	91.100	0.0501	0.1624	0.991	2.044	0.01123	1.518	0.0470	0.14829
15	16	100	91.100	91.100	0.2130	0.3041	2.044	2.554	0.00911	2.299	0.1078	0.20797
16	17	100	85.800	100.000	0.3325	0.4183	2.554	1.718	0.00858	2.136	0.0930	0.20161
17	18	100	100.000	93.200	0.1505	0.2505	1.718	2.348	0.01000	2.033	0.0843	0.18746
18	19	100	93.200	93.800	0.2809	0.3741	2.348	2.348	0.00932	2.348	0.1124	0.21550
19	20	100	93.200	93.800	0.2809	0.3741	2.348	2.351	0.00932	2.349	0.1125	0.21564
20	21	100	93.800	100.000	0.2817	0.3755	2.351	2.351	0.00938	2.351	0.1127	0.22205
21	22	100	93.800	112.500	0.2817	0.3755	2.351	1.981	0.00938	2.166	0.0957	0.21754
22	23	100	100.000	95.000	0.2001	0.3001	1.981	2.620	0.01000	2.301	0.1079	0.21292
23	24	100	112.500	132.000	0.3499	0.4624	2.620	1.398	0.01125	2.009	0.0823	0.22552
24	25	100	95.000	108.200	0.0996	0.1946	1.398	1.756	0.00950	1.577	0.0507	0.16840
25	26	100	132.000	108.200	0.2572	0.2892	1.756	2.290	0.01320	2.023	0.0835	0.20486
26	27	100	108.200	108.200	0.2673	0.3755	2.290	2.290	0.01082	2.290	0.1069	0.22595
27	28	100	108.200	108.200	0.2673	0.3755	2.290	2.290	0.01082	2.290	0.1069	0.22595
28	29	100	108.200	0.000	0.2673	0.3755	2.290	2.394	0.01082	2.342	0.1118	0.12266
29	30	100	108.200	0.000	0.2921	0.4003	2.394	1.321	0.01082	1.858	0.0704	0.08117

Σ	V critica	v²/2g	E
N/m*2	m/s	m	m
14.429	2.024	0.1075	0.1278
82.150	3.595	0.2300	0.2975
27.675	1.900	0.2340	0.2980
77.716	3.527	0.2261	0.2936
72.728	4.612	0.2966	0.4011
11.992	2.076	0.0793	0.1392
14.379	2.189	0.0933	0.1553
14.399	2.194	0.1129	0.1819
7.006	2.250	0.0707	0.1509
9.940	2.306	0.1114	0.1980
19.044	2.360	0.1795	0.2608
19.614	2.413	0.1453	0.2212
6.605	2.465	0.0559	0.1264
14.517	2.515	0.0945	0.1695
1.060	2.565	0.0090	0.0930
27.935	2.614	0.2436	0.3302
23.477	2.662	0.2011	0.2885
14.776	2.709	0.1600	0.2600
33.544	4.021	0.0751	0.1426
22.981	4.999	0.0333	0.1008
158.221	5.816	0.1527	0.2168
156.132	6.531	0.1110	0.1751
54.646	4.594	0.2466	0.3106
4.861	5.928	0.0136	0.1437
169.679	6.042	0.2655	0.2980
113.012	6.155	0.1591	0.1897
164.635	6.265	0.2841	0.3215
10.155	5.039	0.0112	0.0603
52.123	5.123	0.0540	0.1126
73.966	5.206	0.0720	0.1298
36.575	5.287	0.0337	0.0907
101.801	6.790	0.1036	0.1935
9.362	6.890	0.0090	0.0977
89.129	6.988	0.0810	0.1684
129.283	7.086	0.1110	0.1972
70.717	7.182	0.0412	0.1261
22.661	7.276	0.0169	0.1006
28.063	7.370	0.0204	0.1028
23.202	7.462	0.0159	0.0971

Σ	V critica	v²/2g	E
N/m*2	m/s	m	m
22.520	2.024	0.1678	0.1891
143.439	3.595	0.4016	0.4691
13.391	1.900	0.1132	0.1752
26.539	3.527	0.0772	0.1447
48.210	4.612	0.1966	0.3011
8.126	2.076	0.0538	0.1137
4.523	2.169	0.0293	0.0913
5.841	2.194	0.0459	0.1149
4.825	2.250	0.0487	0.1289
3.042	2.306	0.0341	0.1207
3.403	2.360	0.0321	0.1134
5.644	2.413	0.0441	0.1198
13.988	2.465	0.0909	0.1614
3.796	2.515	0.0247	0.0967
8.900	2.565	0.0758	0.1598
11.254	2.614	0.0981	0.1847
25.542	2.662	0.2196	0.3070
46.174	3.426	0.5846	0.7446

Σ	V critica	v²/2g	E
N/m*2	m/s	m	m
6.862	2.024	0.0511	0.0714
7.151	3.595	0.0201	0.0876
2.147	1.900	0.0181	0.0801
6.911	3.527	0.0201	0.0876
88.621	4.612	0.3614	0.4659
8.701	2.076	0.0576	0.1175
6.610	2.169	0.0442	0.1062
7.164	2.194	0.0563	0.1253
12.647	2.250	0.1276	0.2078
3.057	2.306	0.0343	0.1209
1.238	2.360	0.0117	0.0930
7.940	2.413	0.0621	0.1378
12.722	2.465	0.0827	0.1532
17.118	2.515	0.1114	0.1834
63.966	2.565	0.5449	0.6289
59.096	2.614	0.5152	0.6018
28.652	2.662	0.2454	0.3328

Σ	V critica	v²/2g	E
N/m*2	m/s	m	m
1210.789	2.024	9.0237	9.0440
3080.615	3.595	8.6250	8.6925
812.489	1.900	6.8696	6.9316
2584.768	3.527	7.5192	7.5867
2138.722	4.612	8.7217	8.8262
2068.105	2.076	13.6792	13.7391
2113.714	2.169	13.7137	13.7757
157.720	2.194	1.2395	1.3085
1651.529	2.250	16.6601	16.7403
1447.358	2.306	16.2153	16.3019
2297.350	2.360	21.6556	21.7369
6.954	2.413	0.0544	0.1301

Tramo		Ds	dmax	dmax	v²/2g	v²/2g	Vmax 1	Vmax 2	ΔHt (0.1)	Vm	ΔHd (0.4)	hr
Pozo inicial	Pozo Final	mm	mm	mm	m/s	m/s	m/s	m/s	m	m/s	m	m
1	2	100	20.300	62.000	0.1075	0.1278	1.453	2.124	0.00203	1.788	0.0652	0.12924
2	3	100	67.500	67.500	0.2300	0.2975	2.124	2.143	0.00675	2.133	0.0928	0.16795
3	4	100	62.000	59.900	0.2340	0.2960	2.143	2.106	0.00620	2.124	0.0920	0.15811
4	5	100	67.500	62.000	0.2261	0.2936	2.106	2.412	0.00675	2.259	0.1041	0.17291
5	6	100	104.500	69.000	0.2966	0.4011	2.412	1.248	0.01045	1.830	0.0683	0.14772
6	7	100	59.900	62.000	0.0793	0.1392	1.353	1.353	0.00599	1.300	0.0445	0.10246
7	8	100	62.000	62.000	0.0933	0.1392	1.353	1.468	0.00620	1.433	0.0611	0.10935
8	9	100	69.000	80.200	0.1129	0.1819	1.478	1.178	0.00690	1.333	0.0362	0.12333
9	10	100	80.200	86.600	0.0707	0.1509	1.478	1.478	0.00802	1.328	0.0350	0.13056
10	11	100	86.600	81.300	0.1114	0.1980	1.478	1.677	0.00866	1.677	0.0574	0.14732
11	12	100	81.300	81.300	0.1795	0.2608	1.677	1.690	0.00813	1.783	0.0648	0.15426
12	13	100	75.700	70.500	0.1455	0.2212	1.680	1.048	0.00757	1.369	0.0382	0.11626
13	14	100	70.500	72.000	0.0559	0.1064	1.048	1.361	0.00705	1.204	0.0296	0.10893
14	15	100	72.000	84.000	0.0945	0.1685	1.361	0.421	0.00720	0.891	0.0162	0.10739
15	16	100	84.000	84.000	0.0090	0.0930	0.421	2.186	0.00640	1.303	0.0346	0.12794
16	17	100	86.600	87.400	0.2436	0.3302	2.186	1.986	0.00866	2.096	0.0897	0.18476
17	18	100	87.400	100.000	0.2011	0.2885	1.986	1.772	0.00874	1.879	0.0720	0.18071
18	19	100	100.000	67.500	0.1600	0.2600	1.772	1.214	0.01000	1.493	0.0454	0.12292
19	20	100	67.500	64.100	0.0751	0.1426	1.214	0.808	0.00675	0.751	0.0208	0.09168
20	21	100	67.500	64.100	0.0333	0.1008	0.808	1.731	0.00675	1.269	0.0328	0.10370
21	22	100	64.100	64.000	0.1527	0.2168	1.731	1.476	0.00641	1.603	0.0524	0.12282
22	23	100	64.100	130.080	0.1110	0.1751	1.476	2.199	0.00641	1.838	0.0689	0.20534
23	24	100	64.000	32.480	0.2466	0.3106	2.199	0.517	0.00640	1.358	0.0376	0.07650
24	25	100	130.080	30.560	0.0136	0.1437	0.517	2.282	0.01301	1.400	0.0400	0.06352
25	26	100	32.480	49.155	0.2655	0.2980	2.282	1.767	0.00325	2.025	0.0636	0.13597
26	27	100	30.560	58.525	0.1591	0.1897	1.767	2.361	0.00306	2.064	0.0688	0.14842
27	28	100	37.440	57.747	0.2841	0.3215	2.361	0.468	0.00374	1.414	0.0408	0.10228
28	29	100	49.155	58.525	0.0112	0.0603	0.468	1.189	0.00492	0.749	0.0114	0.07488
29	30	100	58.525	58.525	0.0540	0.1126	1.030	1.189	0.00585	1.030	0.0251	0.08946
30	31	100	57.747	56.968	0.0720	0.1298	1.189	0.813	0.00577	1.001	0.0204	0.08317
31	32	100	56.968	89.903	0.0337	0.0907	0.813	1.426	0.00570	1.120	0.0256	0.12116
32	33	100	89.903	88.657	0.1036	0.1935	1.426	0.420	0.00899	0.923	0.0174	0.11592
33	34	100	88.657	88.657	0.0090	0.0977	0.420	1.260	0.00887	0.840	0.0144	0.11192
34	35	100	87.412	86.166	0.0810	0.1684	1.260	1.476	0.00874	1.368	0.0382	0.13396
35	36	100	86.166	84.920	0.1110	0.1972	1.476	0.899	0.00862	1.167	0.0287	0.12228
36	37	100	84.920	83.674	0.0412	0.1261	0.899	0.576	0.00849	0.738	0.0111	0.10326
37	38	100	83.674	83.674	0.0169	0.1006	0.576	0.632	0.00837	0.604	0.0074	0.09949
38	39	100	82.429	81.183	0.0204	0.1028	0.632	0.559	0.00824	0.596	0.0072	0.09666
39	40	100	81.183	0.000	0.0159	0.0971	0.559	0.000	0.00812	0.280	0.0016	0.00971

Tramo		Ds	dmax	dmax	v²/2g	v²/2g	Vmax 1	Vmax 2	ΔHt (0.1)	Vm	ΔHd (0.4)	hr
Pozo Inicial	Pozo Final											
		mm	mm	mm	m/s	m/s	m/s	m/s	m	m/s	m	m
1	2	100	20.300	62.000	0.1678	0.1881	1.815	2.807	0.00203	2.311	0.1089	0.17290
2	3	100	67.500	67.500	0.4016	0.4691	2.807	1.490	0.00675	2.149	0.0941	0.16838
3	4	100	62.000	59.900	0.1132	0.1752	1.490	1.231	0.00620	1.361	0.0377	0.10384
4	5	100	67.500	62.000	0.0772	0.1447	1.231	1.964	0.00675	1.597	0.0520	0.12077
5	6	100	104.500	69.000	0.1966	0.3011	1.964	1.027	0.01045	1.495	0.0456	0.12504
6	7	100	59.900	62.000	0.0538	0.1137	1.027	0.759	0.00599	0.893	0.0163	0.08424
7	8	100	62.000	62.000	0.0293	0.0913	0.759	0.949	0.00620	0.854	0.0149	0.08306
8	9	100	69.000	80.200	0.0459	0.1149	0.949	0.977	0.00690	0.953	0.0189	0.10691
9	10	100	80.200	86.600	0.0487	0.1289	0.977	0.818	0.00802	0.898	0.0164	0.11194
10	11	100	86.600	81.300	0.0341	0.1207	0.818	0.793	0.00866	0.806	0.0132	0.10315
11	12	100	81.300	81.300	0.0321	0.1134	0.793	0.930	0.00813	0.862	0.0151	0.10458
12	13	100	75.700	70.500	0.0441	0.1198	0.930	1.336	0.00757	1.133	0.0262	0.10424
13	14	100	70.500	72.000	0.0909	0.1614	1.336	0.696	0.00705	1.016	0.0210	0.10609
14	15	100	72.000	84.000	0.0247	0.0967	0.696	1.220	0.00720	0.958	0.0187	0.10991
15	16	100	84.000	84.000	0.0758	0.1598	1.220	1.387	0.00840	1.304	0.0346	0.12704
16	17	100	86.600	87.400	0.0981	0.1847	1.387	2.076	0.00866	1.732	0.0611	0.15719
17	18	100	87.400	160.000	0.2196	0.3070	2.076	3.387	0.00874	2.731	0.1521	0.32083
18	19	100	160.000	0.000	0.5846	0.7446	3.387	0.000	0.1600	1.693	0.0585	0.07446

m3 por pozo	8.84	M3
Nº DE POZOS	163	U
EXCAVACION EN POZOS	1440.92	M3

SOBREANCHO DE EXCAVACIÓN DE 50CM
DP= 2.5 m + 0.5 m (sobrancho) x alto de pozo 1.25 m

				Hc						He				Caida en el pozo			
rc	rc/Ds	Dp/Ds	K	K*V1/2g	(V2/2g 2 -V1/2g 2)		K*(V2/2g 2 -V1/2g 2)	Entrada S o NS		Hw/D	Hw	Hr constructivo	HR				
-0.369766144	0.003697661	2.5	1.2	0.00046872	-1.027359283	0	0	NS		5.62459E-06	5.62459E-05	0.05	0.05				
0	0	2.5	1.2	0	-1.027359283	0	0	NS	0		0	0.05	0.05				
-0.099770753	0.000997708	2.5	1.2	0.00023247	-0.544729302	0	0	NS		2.78968E-06	2.78968E-05	0.05	0.05				
0	0	2.5	1.2	0	0.248322477	0.24832248	0.297986973			0.003575844	0.035758437	0.05	0.05				
0	0	2.5	1.2	0	0.475123191	0.47512319	0.570147829			0.006841774	0.068417739	0.07	0.1				
-1.099081095	0.010990811	2.5	1.2	0.00160517	-0.096272931	0	0	NS		1.9262E-05	0.00019262	0.05	0.05				
1.891056846	0.018910568	2.5	1.2	0.00206313	-0.627698584	0	0	NS		2.47576E-05	0.000247576	0.05	0.05				
8.245955309	0.082459553	2.5	1.2	0.00867407	-1.849472245	0	0	NS		0.000104089	0.001040889	0.05	0.05				
-0.690078757	0.006900788	2.5	1.2	0.00114169	-1.429983596	0	0	NS		1.37003E-05	0.000137003	0.05	0.05				
-1.67331016	0.016733102	2.5	1.2	0.0046541	-0.289436075	0	0	NS		5.58492E-05	0.000558492	0.05	0.15				
-5.923774616	0.059237746	2.5	1.2	0.0154664	0.146036739	0.14603674	0.175244087	NS		0.002288526	0.022885259	0.05	0.10				
-3.52579744	0.035257974	2.5	1.2	0.00832631	-0.118361838	0	0	NS		9.99157E-05	0.000999157	0.05	0.10				
3.249176289	0.032491763	2.5	1.2	0.00523226	-2.158534669	0	0	NS		6.27872E-05	0.000627872	0.05	0.05				
5.674668091	0.056746681	2.5	1.2	0.00921472	-4.148802705	0	0	NS		0.000110577	0.001105766	0.05	0.05				
1.079613943	0.010796139	2.5	1.2	0.00328257	-0.418307814	0	0	NS		3.93909E-05	0.000393908	0.05	0.05				
0.80261577	0.008026158	2.5	1.2	0.00335711	-0.708546134	0	0	NS		4.02854E-05	0.000402854	0.05	0.15				
0.46193407	0.004619341	2.5	1.2	0.001157	-2.823246632	0	0	NS		1.3894E-05	0.00013894	0.05	0.05				
-1.704572643	0.017045726	2.5	1.2	0.00637764	-1.492684112	0	0	NS		7.65317E-05	0.000765317	0.05	0.05				
0	0	2.5	1.2	0	-1.492684112	0	0	NS		0	0	0.05	0.05				
1.891056846	0.018910568	2.5	1.2	0.00710028	-0.258157518	0	0	NS		8.52034E-05	0.000852034	0.05	0.05				
0	0	2.5	1.2	0	-3.234941129	0	0	NS		0	0	0.05	0.05				
-18.80597357	0.188059736	2.5	1.2	0.05643865	0.052713642	0.05271364	0.063256371	NS		0.00143634	0.014363402	0.05	0.05				
-0.572071943	0.005720719	2.5	1.2	0.00264514	0.932573927	0.93257393	1.119088712	NS		0.01346096	0.013460962	0.13	0.15				
-5.923774616	0.059237746	2.5	1.2	0.01152522	-3.154500884	0	0	NS		0.000138303	0.001383026	0.05	0.05				
-1.67331016	0.016733102	2.5	1.2	0.0048397	-2.798208836	0	0	NS		5.80764E-05	0.000580764	0.05	0.05				
0.925186909	0.009251869	2.5	1.2	0.00347441	-1.673513786	0	0	NS		4.16929E-05	0.000416929	0.05	0.05				
0	0	2.5	1.2	0	-2.136377751	0	0	NS		0	0	0.05	0.05				
0.908172403	0.009081724	2.5	1.2	0.00341051	1.719458551	1.71945855	2.063350261	NS		0.024801129	0.248011293	0.25	0.25				

Hc						He		Caida en el pozo		Hw constructivo		
rc	rc/Ds	Dp/Ds	K	K*(V2/2g	(V2/2g 2 - V1/2g 2)	K*(V2/2g 2 - V1/2g 2)	Entrada S o NS	Hw/D	Hw			
-0.369766144	0.003697661	2.5	1.2	0.00040846	-0.299271168	0	NS	4.90156E-06	4.90156E-05	0.05	0.05	
0	0	2.5	1.2	0	-1.048775302	0	NS	0	0	0.05	0.05	
-0.099770753	0.000997708	2.5	1.2	0.00014234	-0.332815837	0	NS	1.70808E-06	1.70808E-05	0.05	0.05	
0	0	2.5	1.2	0	0.097323808	0.097323381	NS	0.001401463	0.014014628	0.05	0.05	
0	0	2.5	1.2	0	-3.21670508	0	NS	0	0	0.05	0.1	
-1.099081095	0.010990811	2.5	1.2	0.00162664	-1.456647063	0	NS	1.95197E-05	0.000195197	0.05	0.05	
1.891056846	0.018910568	2.5	1.2	0.00695655	1.615845586	1.61584559	1.939014704	0.023351655	0.23351655	0.23	0.05	
8.245955309	0.082459553	2.5	1.2	0.02079959	0.214755009	0.21475501	0.257706011	NS	0.003342067	0.033420672	0.05	0.05
-0.690078757	0.006900788	2.5	1.2	0.00104787	-1.721914206	0	NS	1.25744E-05	0.000125744	0.05	0.05	
-1.67331016	0.016733102	2.5	1.2	0.00244776	-2.506335957	0	NS	2.93731E-05	0.000293731	0.05	0.15	
-5.923774616	0.059237746	2.5	1.2	0.01614254	-1.955078173	0	NS	0.00019371	0.001937105	0.05	0.10	
-3.52579744	0.035257974	2.5	1.2	0.01144845	-0.144772837	0	NS	0.000137381	0.001373814	0.05	0.10	
3.249176289	0.032491763	2.5	1.2	0.01099085	-0.126753628	0	NS	0.00013189	0.001318902	0.05	0.05	
5.674668091	0.056746681	2.5	1.2	0.01385503	-1.730965706	0	NS	0.00016626	0.001662604	0.05	0.05	
1.079613943	0.010796139	2.5	1.2	0.00272213	-2.19335513	0	NS	3.26656E-05	0.000326656	0.05	0.05	
0.80261577	0.008026158	2.5	1.2	0.00241324	-4.265308168	0	NS	2.89589E-05	0.000289589	0.05	0.15	
0.46193407	0.004619341	2.5	1.2	0.00117666	-6.302770579	0	NS	1.41199E-05	0.000141199	0.05	0.05	
-1.704572643	0.017045726	2.5	1.2	0.00775515	1.207960689	1.20796069	1.449552827	NS	0.017487696	0.174876958	0.17	0.05
0	0	2.5	1.2	0	0.630699422	0.63069942	0.756839307	NS	0.009082072	0.090820717	0.09	0.05
1.891056846	0.018910568	2.5	1.2	0.00467983	-8.168169966	0	NS	5.61579E-05	0.000561579	0.05	0.05	
0	0	2.5	1.2	0	-0.951488158	0	NS	0	0	0.05	0.05	
-18.80597357	0.188059736	2.5	1.2	0.1107387	0.761445593	0.76144559	0.913734712	NS	0.012293681	0.12293681	0.12	0.05
-0.572071943	0.005720719	2.5	1.2	0.00174041	-0.681210007	0	NS	2.08849E-05	0.000208849	0.05	0.15	
-0.572071943	0.005720719	2.5	2.2	0.00245087	2.003594546	2.00359455	4.407908002	NS	0.097027895	#[DIV/0]	#[DIV/0]	1.15

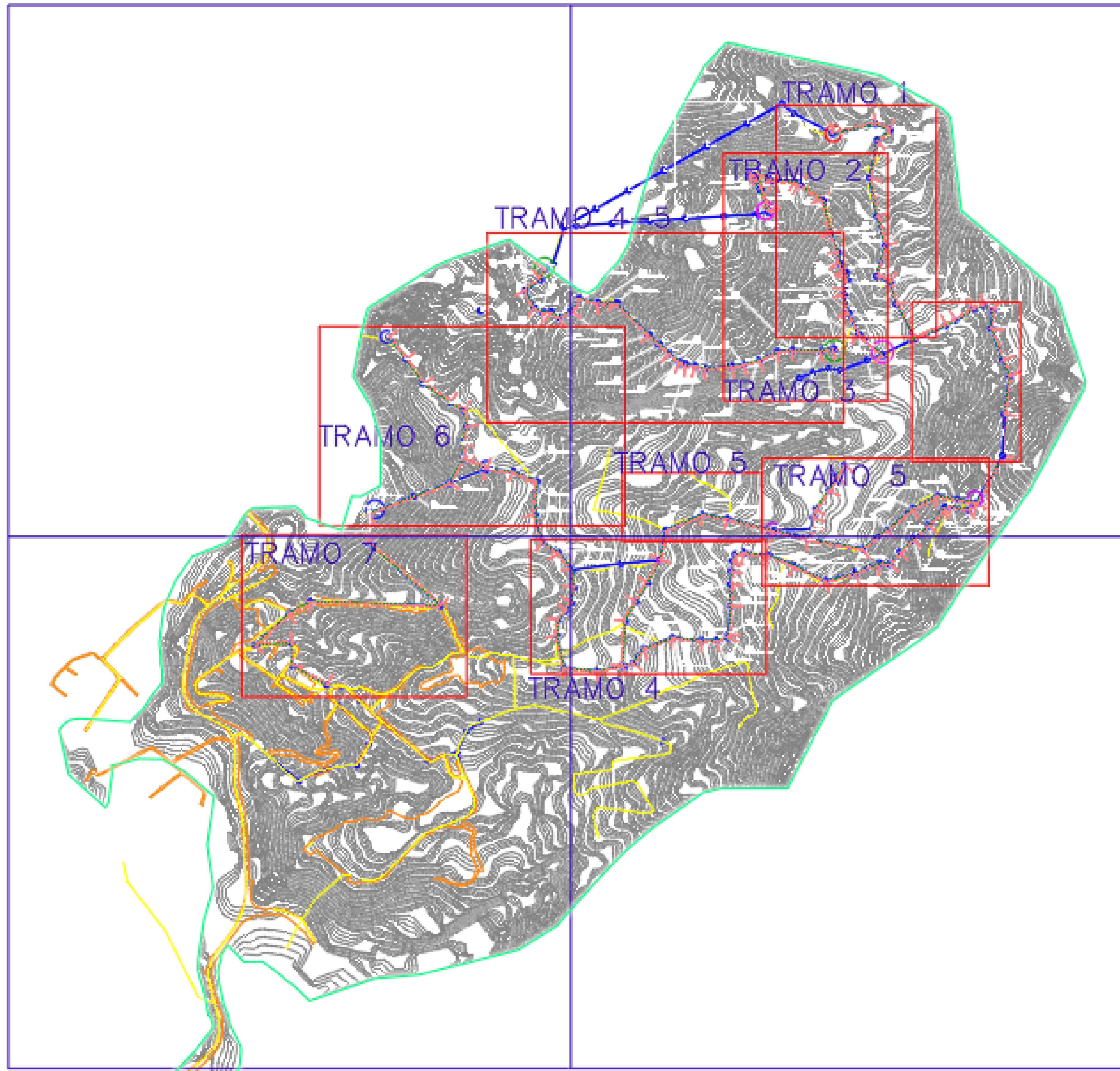
rc	rc/Ds	Dp/Ds	K	Hc		He		Entrada S o NS	Caída en el pozo		Hw constructivo	
				K*V1/2g	(V2/2g 2 -V1/2g 2)	K*(V2/2g 2 -V1/2g 2)	Hw/D		Hw			
-0.369766144	0.003697661	2.5	1.2	0.00039274	-0.334399379	0	0	NS	4.71284E-06	4.71284E-05	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	-0.554433088	0	0	NS	0	0	0.05	0.05
-0.099770753	0.000997708	2.5	1.2	0.00014554	-0.157533675	0	0	NS	1.74651E-06	1.74651E-05	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	-2.156072529	0	0	NS	0	0	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	-2.29822521	0	0	NS	0	0	0.05	0.1
-1.099081095	0.010990811	2.5	1.2	0.00345122	-0.341577795	0	0	NS	4.14146E-05	0.000414146	0.05	0.05
1.891056846	0.018910568	2.5	1.2	0.00584913	0.411400265	0.41140026	0.493680318	NS	0.005994353	0.059943534	0.06	0.05
8.245955309	0.082459553	2.5	1.2	0.02314295	0.268629417	0.26862942	0.3223553	NS	0.004145979	0.04145979	0.05	0.05
-0.690078757	0.006900788	2.5	1.2	0.00144851	-1.337829783	0	0	NS	1.73821E-05	0.000173821	0.05	0.05
-1.67331016	0.016733102	2.5	1.2	0.00306877	-2.843210633	0	0	NS	3.68252E-05	0.000368252	0.05	0.15
-5.923774616	0.059237746	2.5	1.2	0.0159425	-6.17112057	0	0	NS	0.00019131	0.0019131	0.05	0.10
-3.52579744	0.035257974	2.5	1.2	0.01259187	-5.006829403	0	0	NS	0.000151102	0.001511025	0.05	0.10
3.249176289	0.032491763	2.5	1.2	0.01755092	2.809684697	2.8096847	3.371621636	NS	0.040670071	0.406700706	0.41	0.05
5.674668091	0.056746681	2.5	1.2	0.03041707	2.323903517	2.32390352	2.78868422	NS	0.038292155	0.38292155	0.34	0.05
1.079613943	0.010796139	2.5	1.2	0.00347834	-1.914320264	0	0	NS	4.17401E-05	0.000417401	0.05	0.05
0.80261577	0.008026158	2.5	1.2	0.00276545	-0.81580631	0.81580631	0.978967572	NS	0.011780796	0.117807963	0.12	0.15
0.46193407	0.004619341	2.5	1.2	0.0017054	-0.204613353	0	0	NS	2.04648E-05	0.000204648	0.05	0.05
-1.704572643	0.017045726	2.5	1.2	0.00307921	-2.131665547	0	0	NS	3.69505E-05	0.000369505	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	-2.883380919	0	0	NS	0	0	0.05	0.05
1.891056846	0.018910568	2.5	1.2	0.00564244	-2.660012056	0	0	NS	6.77093E-05	0.000677093	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	1.706806966	1.70680697	2.048168359	NS	0.02457802	0.245780203	0.25	0.05
-18.80597357	0.188059736	2.5	1.2	0.07205525	0.523436662	0.52343696	0.628124354	NS	0.008402155	0.084021552	0.08	0.05
-0.572071943	0.005720719	2.5	1.2	0.00067926	0.006421053	0.00642105	0.007705264	NS	0.000100614	0	0.05	0.15

			Hc			He			Caida en el pozo			
rc	rc/Ds	Dp/Ds	K	K*V1/2g	(V2/2g 2 -V1/2g 2)		K*(V2/2g 2 -V1/2g 2)	Entrada S o NS	Hw/D	Hw	Hw constructivo	
-0.369766144	0.003697661	2.5	1.2	0.0004727	-1.829579124	0	0	NS	5.67245E-06	5.67245E-05	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	-0.800896239	0	0	NS	0	0	0.05	0.05
-0.099770753	0.000997708	2.5	1.2	0.00029531	-2.553138792	0	0	NS	3.54374E-06	3.54374E-05	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	0.763373121	0.76337312	0.916047746	NS	0.010992573	0.109925729	0.11	0.05
0	0	2.5	1.2	0	1.536141528	1.53614153	1.843369834	NS	0.022120438	0.22120438	0.22	0.1
-1.099081095	0.010990811	2.5	1.2	0.00153014	-0.644853871	0	0	NS	1.836117E-05	0.000183617	0.05	0.05
1.891056846	0.018910568	2.5	1.2	0.00293663	-0.338242425	0	0	NS	3.52396E-05	0.000352396	0.05	0.05
8.245955309	0.082459553	2.5	1.2	0.01500099	-0.636017224	0	0	NS	0.000180012	0.001800119	0.05	0.05
-0.690078757	0.006900788	2.5	1.2	0.00104113	-1.516444718	0	0	NS	1.24935E-05	0.000124935	0.05	0.05
-1.67331016	0.016733102	2.5	1.2	0.00331241	-0.879095593	0	0	NS	3.9749E-05	0.00039749	0.05	0.15
-5.923774616	0.059237746	2.5	1.2	0.0154501	0.390773109	0.39077311	0.468927731	NS	0.005812534	0.05812534	0.06	0.10
-3.52579744	0.035257974	2.5	1.2	0.00779984	-0.157262249	0	0	NS	9.35981E-05	0.000935981	0.05	0.10
3.249176289	0.032491763	2.5	1.2	0.00410779	-0.132968466	0	0	NS	4.92935E-05	0.000492935	0.05	0.05
5.674668091	0.056746681	2.5	1.2	0.00944678	-2.407835852	0	0	NS	0.000113361	0.001133614	0.05	0.05
1.079613943	0.010796139	2.5	1.2	0.00100436	-1.99996755	0	0	NS	1.20523E-05	0.000120523	0.05	0.05
0.80261577	0.008026158	2.5	1.2	0.00264991	-0.198629909	0	0	NS	3.1799E-05	0.00031799	0.05	0.15
0.46193407	0.004619341	2.5	1.2	0.00133249	0.483411888	0.48341189	0.580094265	NS	0.006977121	0.069771211	0.07	0.05
-1.704572643	0.017045726	2.5	1.2	0.00443114	0.371244545	0.37124455	0.445494354	NS	0.005399095	0.053990951	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	-0.984729969	0	0	NS	0	0	0.05	0.05
1.891056846	0.018910568	2.5	1.2	0.00190568	-0.711425459	0	0	NS	2.28682E-05	0.000228682	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	-1.758609052	0	0	NS	0	0	0.05	0.05
-18.80597357	0.188059736	2.5	1.2	0.03293845	-0.200291887	0	0	NS	0.000395261	0.003952614	0.05	0.05
-0.080274784	0.000802748	2.5	1.2	0.00024929	-0.67400186	0	0	NS	2.99153E-06	2.99153E-05	0.05	0.1
0	0	2.5	1.2	0	-0.86097813	0	0	NS	0	0	0.05	0.1
-0.436968267	0.004369663	2.5	1.2	0.00130217	-0.79054444	0	0	NS	1.5626E-05	0.00015626	0.05	0.1
0	0	2.5	1.2	0	0.521464528	0.52146453	0.625757433	NS	0.007599089	0.075990892	0.08	0.1
-1.151807833	0.011518078	2.5	1.2	0.00069487	-0.40218026	0	0	NS	0.023565378	0.235653784	0.24	0.1
-1.513989461	0.015139895	2.5	1.2	0.00170411	-0.127648397	0	0	NS	8.33845E-06	8.33845E-05	0.05	0.1
-2.020188055	0.020201881	2.5	1.2	0.00262168	-0.776343601	0	0	NS	2.04493E-05	0.000204493	0.05	0.1
-2.814094001	0.02814094	2.5	1.2	0.00255217	-0.202089367	0	0	NS	3.0626E-05	0.00030626	0.05	0.1
-4.315581784	0.043155818	2.5	1.2	0.00835221	-0.423683596	0	0	NS	0.000100226	0.001002265	0.05	0.1
-8.509505102	0.085095051	2.5	1.2	0.00831021	-0.933356095	0	0	NS	9.97225E-05	0.000997225	0.05	0.10
-127.9365586	1.279365586	2.5	1.2	0.21541255	-0.224816891	0	0	NS	0.002584951	0.025849506	0.05	0.10
9.843510844	0.098435108	2.5	1.2	0.0194083	0.052898713	0.05289871	0.063478456	NS	0.000994641	0.00994641	0.05	0.1
4.65402101	0.04654021	2.5	1.2	0.00586838	-0.213522361	0	0	NS	7.04206E-05	0.000704206	0.05	0.1
2.969154066	0.029691541	2.5	1.2	0.00298734	-0.220063674	0	0	NS	3.5848E-05	0.00035848	0.05	0.1
2.111300082	0.021130001	2.5	1.2	0.00217065	0.009995015	0.00999501	0.011994018	NS	0.000169976	#DIV/0!	#DIV/0!	0.1

				Hc		He			Caida en el pozo			
rc	rc/Ds	Dp/Ds	K	K*V1/2g	(V2/2g 2 -V1/2g 2)		K*(V2/2g 2 -V1/2g 2)	Entrada S o NS	Hw/D	Hw	Hw constructivo	
-0.369766144	0.003697661	2.5	1.2	0.00069567	-0.060933345	0	0	NS	8.34806E-06	8.34806E-05	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	3.376402208	3.37640221	4.051682649	NS	0.048620192	0.486201918	0.49	0.05
-0.099770753	0.000997708	2.5	1.2	0.00017482	-1.872816187	0	0	NS	2.09783E-06	2.09783E-05	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	-0.167361998	0	0	NS	0	0	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	0.729181427	0.72918143	0.875017712	NS	0.010500213	0.105002125	0.11	0.1
-1.099081095	0.010990811	2.5	1.2	0.00124912	-0.248134137	0	0	NS	1.49894E-05	0.000149894	0.05	0.05
1.891056846	0.018910568	2.5	1.2	0.00172737	-0.378873205	0	0	NS	2.07284E-05	0.000207284	0.05	0.05
8.245955309	0.082459553	2.5	1.2	0.00947485	-0.299722776	0	0	NS	0.000113698	0.001136983	0.05	0.05
-0.690078757	0.006900788	2.5	1.2	0.00088934	-0.252293018	0	0	NS	1.06721E-05	0.000106721	0.05	0.05
-1.67331016	0.016733102	2.5	1.2	0.00201944	-0.317485277	0	0	NS	2.42332E-05	0.000242332	0.05	0.15
-5.923774616	0.059237746	2.5	1.2	0.00671651	-0.602023438	0	0	NS	8.05982E-05	0.000805982	0.05	0.10
-3.52579744	0.035257974	2.5	1.2	0.00422477	-0.178153367	0	0	NS	5.06872E-05	0.000506872	0.05	0.10
3.249176289	0.032491763	2.5	1.2	0.00524438	-0.415656606	0	0	NS	6.29326E-05	0.000629326	0.05	0.05
5.674668091	0.056746681	2.5	1.2	0.00548767	-0.806235448	0	0	NS	6.58521E-05	0.000658521	0.05	0.05
1.079613943	0.010796139	2.5	1.2	0.00172537	-2.1292304	0	0	NS	2.07045E-05	0.000207045	0.05	0.05
0.80261577	0.008026158	2.5	1.2	0.00148258	-13.10867427	0	0	NS	1.7791E-05	0.00017791	0.05	0.15
0.46193407	0.004619341	2.5	1.2	0.00141813	1.160209803	1.1602098	1.392251763	NS	0.016724039	#DIV/0!	#DIV/0!	0.05

				Hc		He			Caida en el pozo			
rc	rc/Ds	Dp/Ds	K	K*V1/2g	(V2/2g 2 -V1/2g 2)		K*(V2/2g 2 -V1/2g 2)	Entrada S o NS	Hw/D	Hw	Hw constructivo	
-0.369766144	0.003697661	2.5	1.2	0.00026416	-0.091630776	0	0	NS	3.16994E-06	3.16994E-05	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	-0.174918651	0	0	NS	0	0	0.05	0.05
-0.099770753	0.000997708	2.5	1.2	7.9966E-05	-5.214351053	0	0	NS	9.59586E-07	9.59586E-06	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	-0.322161082	0	0	NS	0	0	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	2.871038598	2.8710386	3.445246318	NS	0.041342856	0.413428558	0.41	0.1
-1.099081095	0.010990811	2.5	1.2	0.00129088	-0.298056517	0	0	NS	1.54805E-05	0.000154805	0.05	0.05
1.891056846	0.018910568	2.5	1.2	0.00200803	-0.991690564	0	0	NS	2.40964E-05	0.000240964	0.05	0.05
8.245955309	0.082459553	2.5	1.2	0.01033236	-0.275113372	0	0	NS	0.000123988	0.001239883	0.05	0.05
-0.690078757	0.006900788	2.5	1.2	0.00143382	0.183642771	0.18364277	0.220371325	NS	0.002661662	0.026616618	0.05	0.05
-1.67331016	0.016733102	2.5	1.2	0.00202221	-0.428481033	0	0	NS	2.42665E-05	0.000242665	0.05	0.15
-5.923774616	0.059237746	2.5	1.2	0.00550711	-0.561264728	0	0	NS	6.60851E-05	0.000660854	0.05	0.10
-3.52579744	0.035257974	2.5	1.2	0.00485776	-0.718525762	0	0	NS	5.82931E-05	0.000582931	0.05	0.10
3.249176289	0.032491763	2.5	1.2	0.00497716	-9.350163497	0	0	NS	5.97259E-05	0.000597259	0.05	0.05
5.674668091	0.056746681	2.5	1.2	0.01040735	-8.416113636	0	0	NS	0.000124888	0.001248882	0.05	0.05
1.079613943	0.010796139	2.5	1.2	0.00678831	4.478160399	4.4781604	5.373793479	NS	0.064569681	0.645669815	0.65	0.05
0.80261577	0.008026158	2.5	1.2	0.00463053	6.387203497	6.3872035	7.664644196	NS	0.092033697	#DIV/0!	#DIV/0!	0.15

			Hc			He			Caida en el pozo			
rc	rc/Ds	Dp/Ds	K	K*V1/2g	(V2/2g 2 -V1/2g 2)		K*(V2/2g 2 -V1/2g 2)	Entrada S o NS	Hw/D	Hw	Hw constructivo	
-0.369766144	0.003697661	2.5	1.2	0.03344183	803.1189802	803.11898	963.7427763	NS	11.56531462	115.6531462	115.65	0.05
0	0	2.5	1.2	0	404.9604914	404.960491	485.9525897	NS	5.831431076	58.31431076	58.31	0.05
-0.099770753	0.000997708	2.5	1.2	0.00691569	-738.884866	0	0	NS	8.29883E-05	0.000829883	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	-3181.167833	0	0	NS	0	0	0.05	0.05
0	0	2.5	1.2	0	-2735.55441	0	0	NS	0	0	0.05	0.1
-1.099081095	0.010990811	2.5	1.2	0.15100339	4460.716821	4460.71682	5352.860185	NS	64.23613426	642.3613426	642.36	0.05
1.891056846	0.018910568	2.5	1.2	0.26050675	-2217.592293	0	0	NS	0.003126081	0.003126081	0.05	0.05
8.249585309	0.082495853	2.5	1.2	0.107893	-6356.736221	0	0	NS	0.001294768	0.012947676	0.05	0.05
-0.690078757	0.006900788	2.5	1.2	0.11552157	-4689.845685	0	0	NS	0.001386259	0.013862589	0.05	0.05
-1.673310136	0.016733102	2.5	1.2	0.27278603	6325.542018	6325.54202	7590.650421	NS	91.08107842	910.9107842	910.91	0.10
-5.923774616	0.059237746	2.5	1.2	1.28764289	11282.80437	11282.8044	13539.36525	NS	162.4878347	#DIV/0!	#DIV/0!	0.15



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

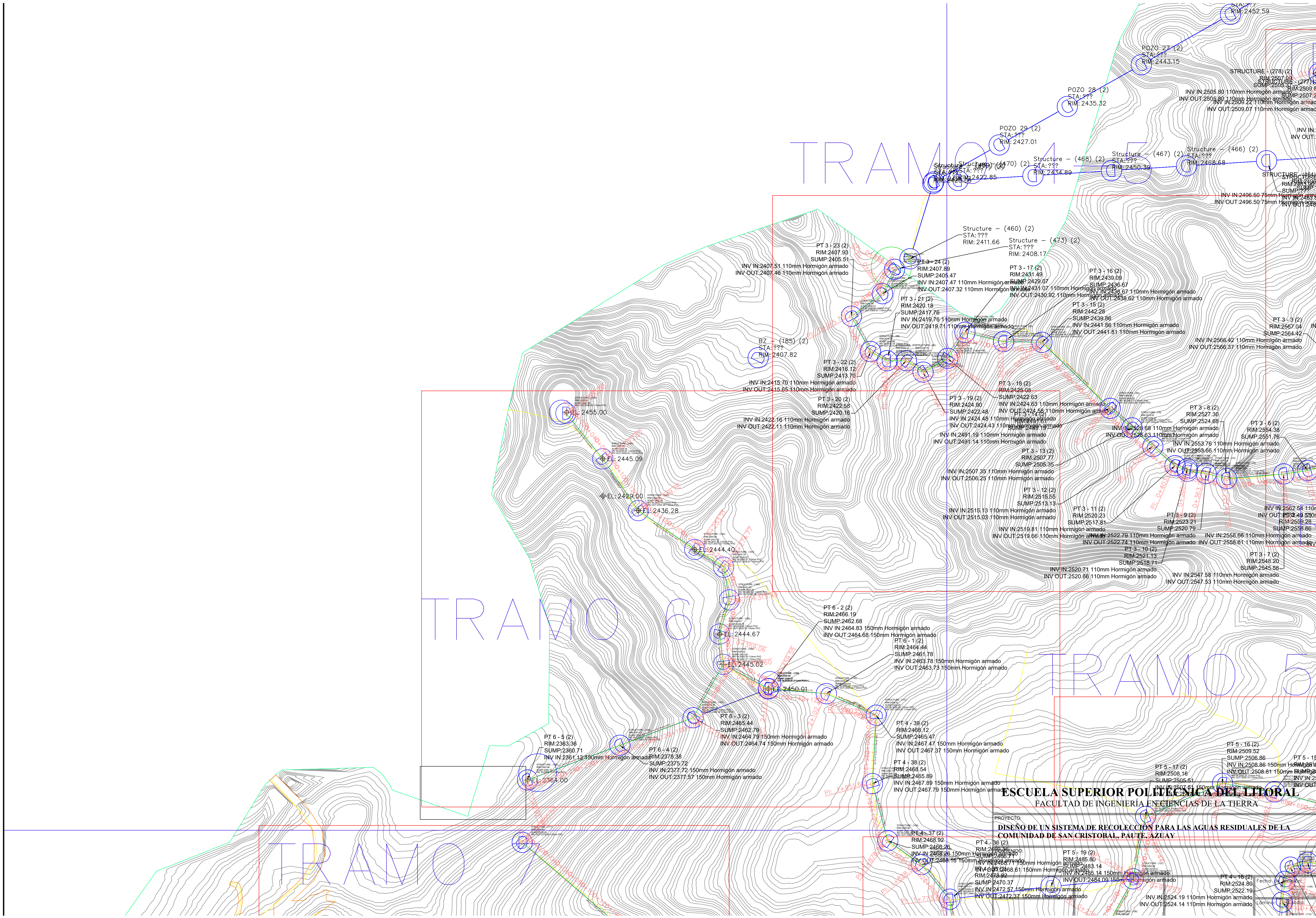
DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN CRISTOBAL, PAUTE, AZUAY

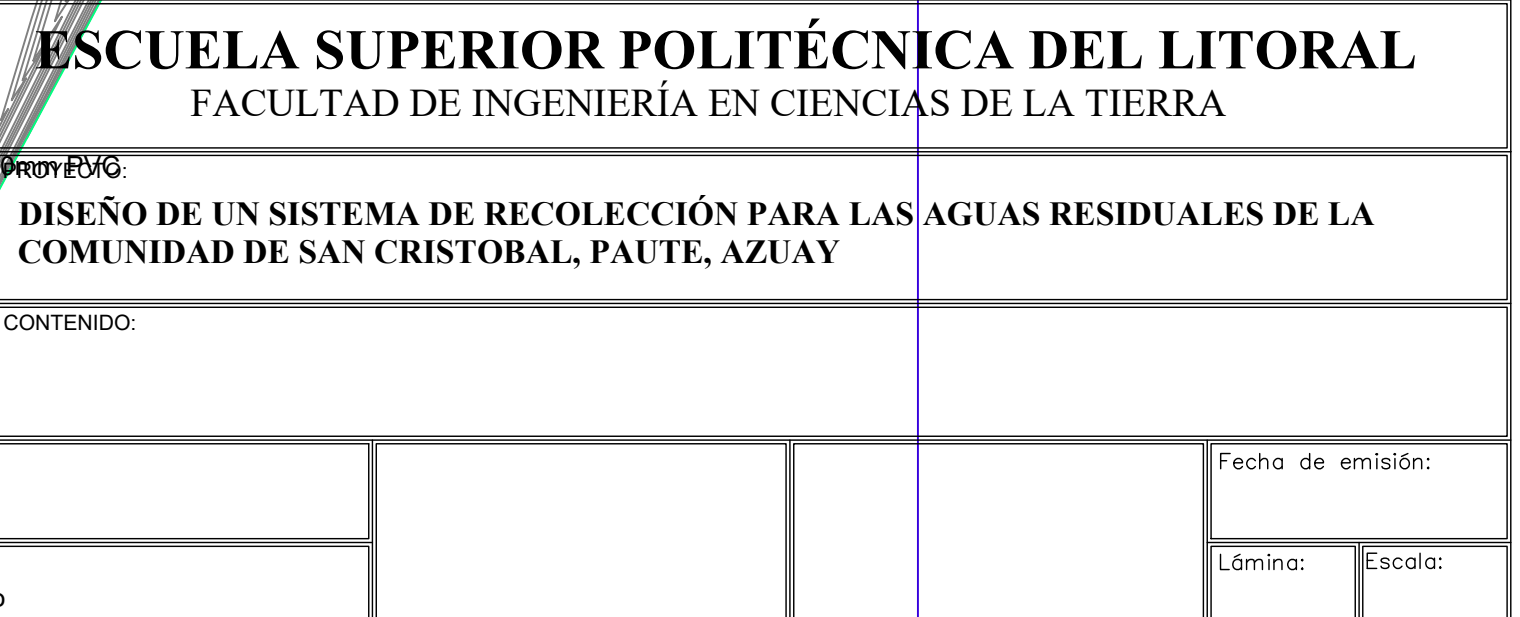
CONTENIDO:

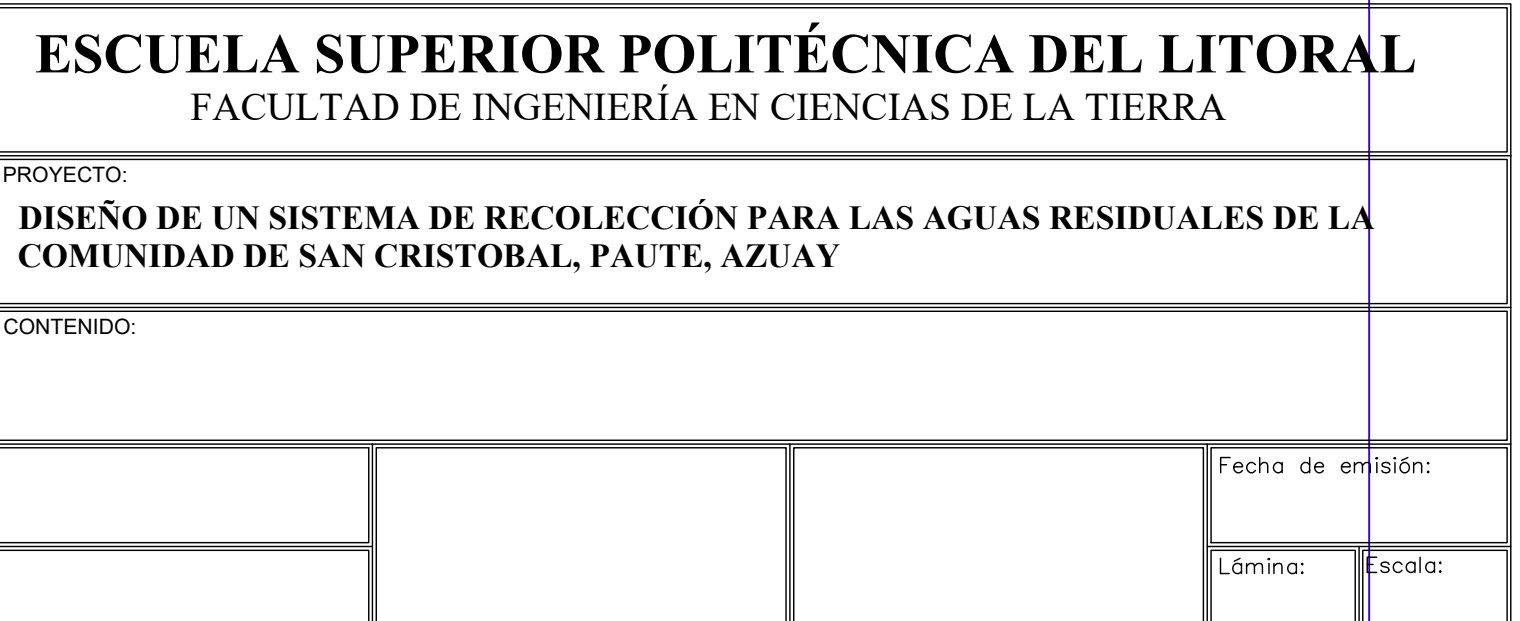
Fecha de emisión:

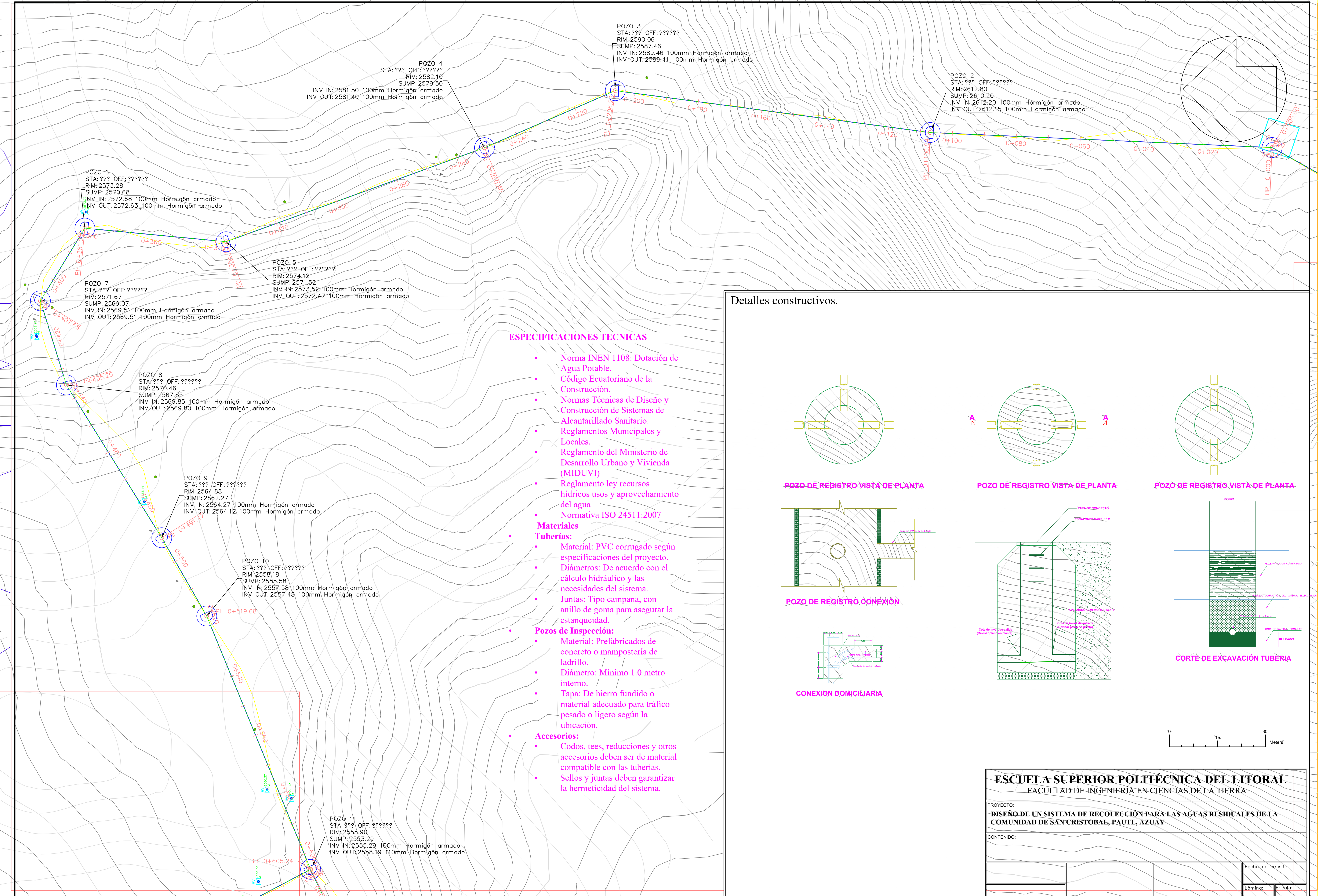
Ámina:	Escala:
--------	---------

cola:

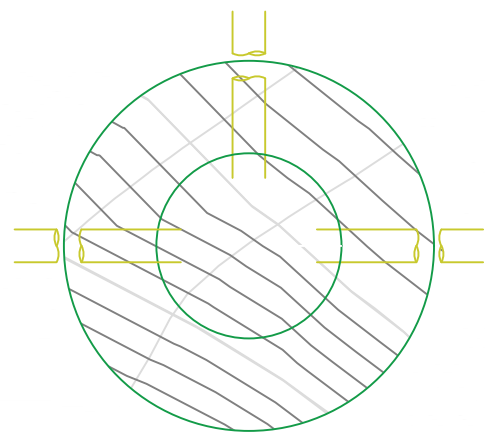




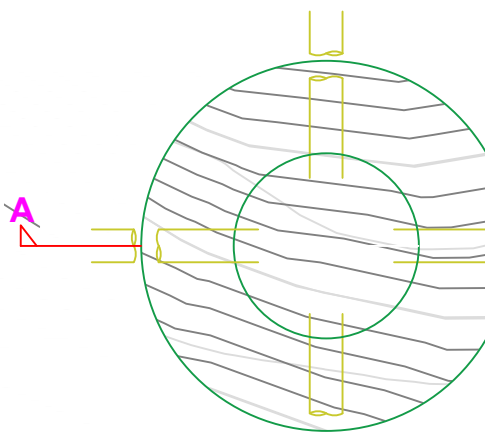




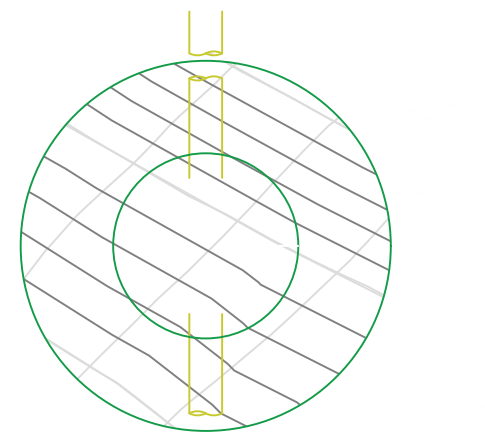
Detalles constructivos.



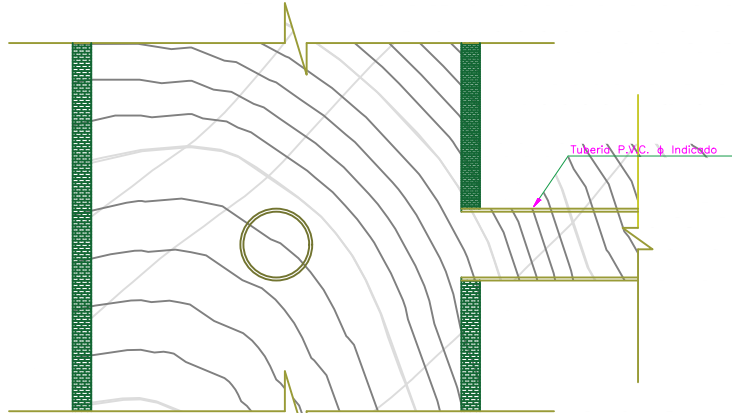
POZO DE REGISTRO VISTA DE PLANTA



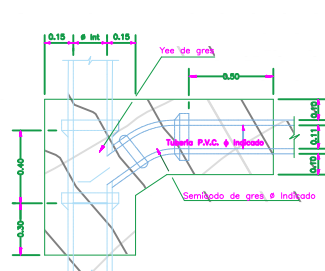
POZO DE REGISTRO VISTA DE PLANTA



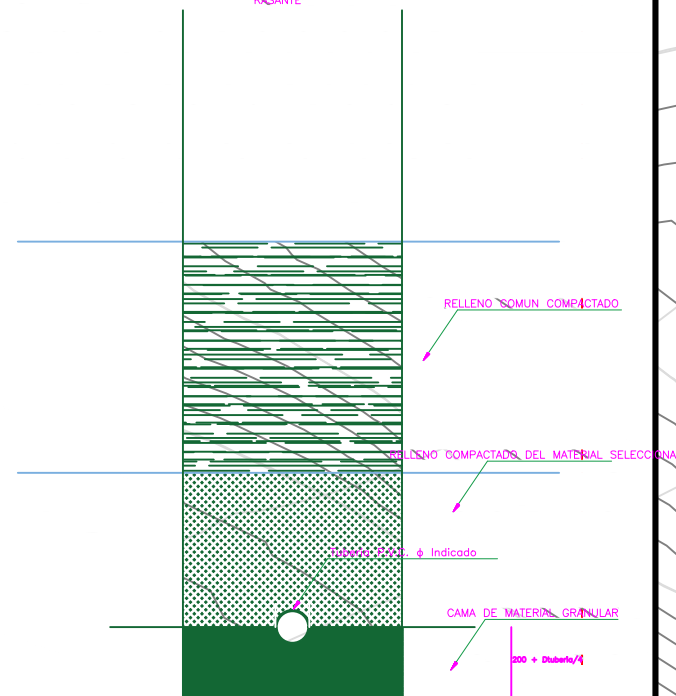
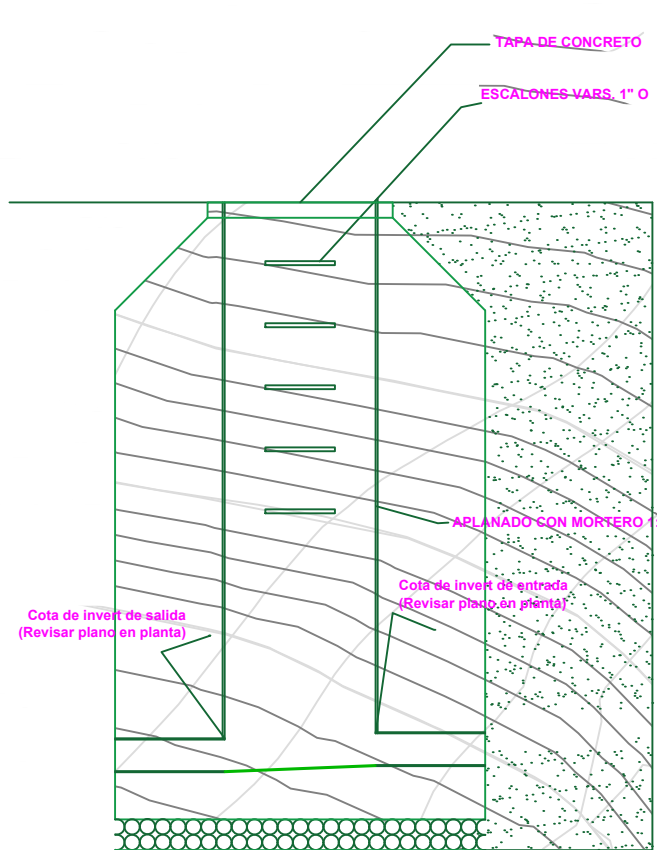
POZO DE REGISTRO VISTA DE PLANTA



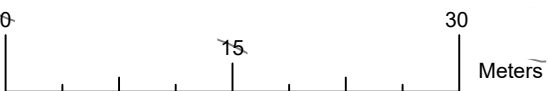
POZO DE REGISTRO CONEXIÓN



CONEXION DOMICILIARIA



CORTE DE EXCAVACIÓN TUBERÍA

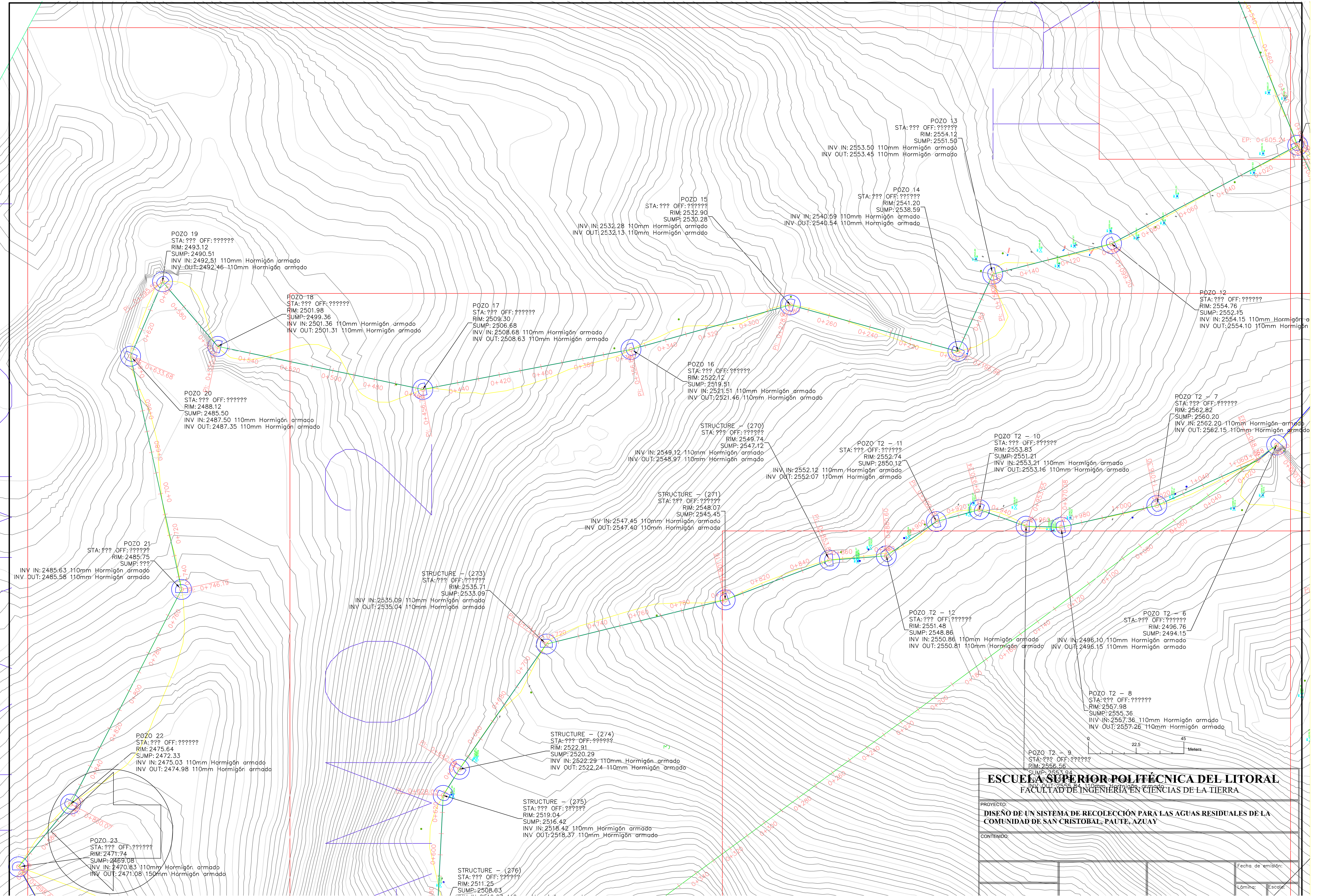


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

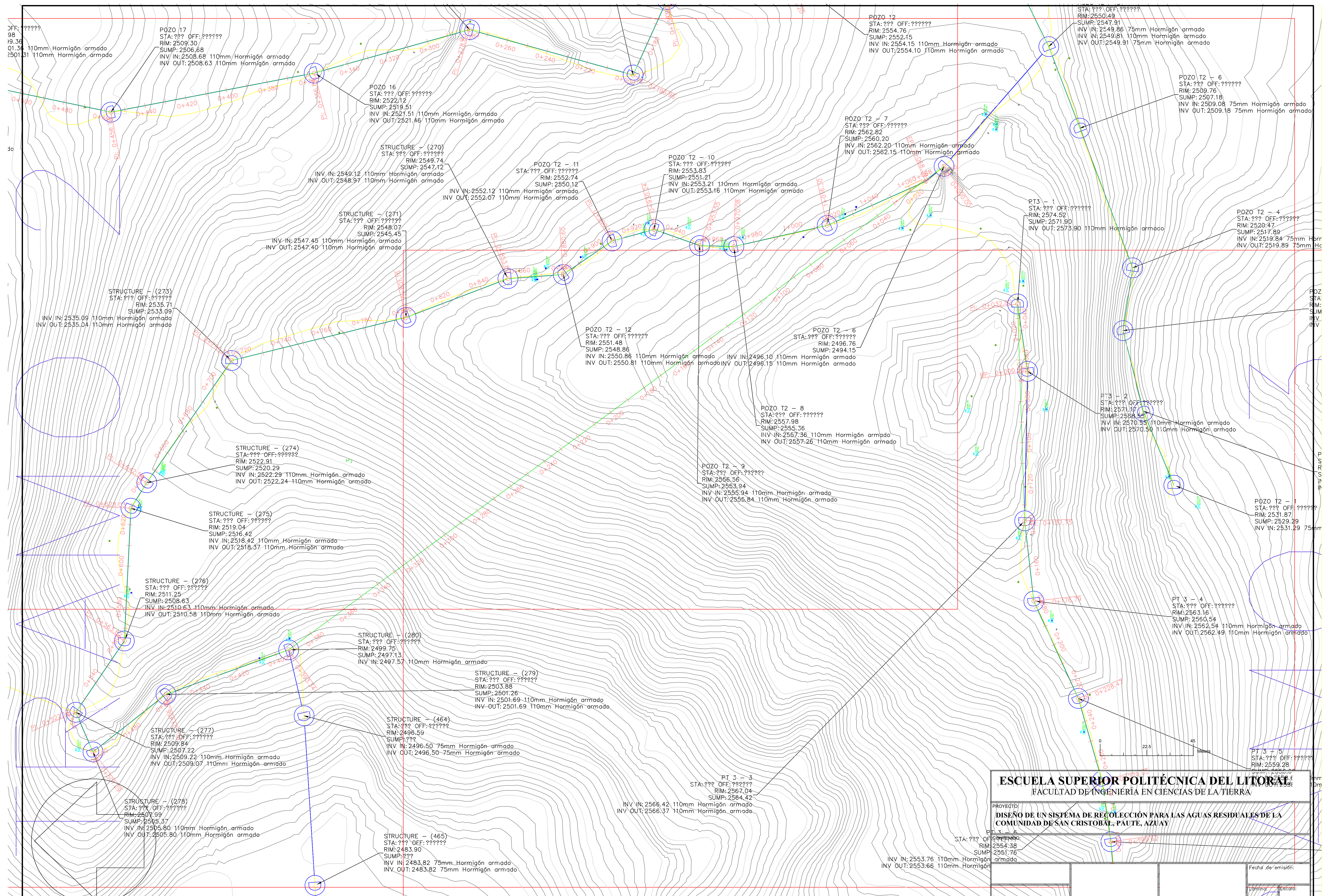
PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN CRISTOBAL, PAUTE, AZUAY

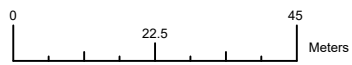
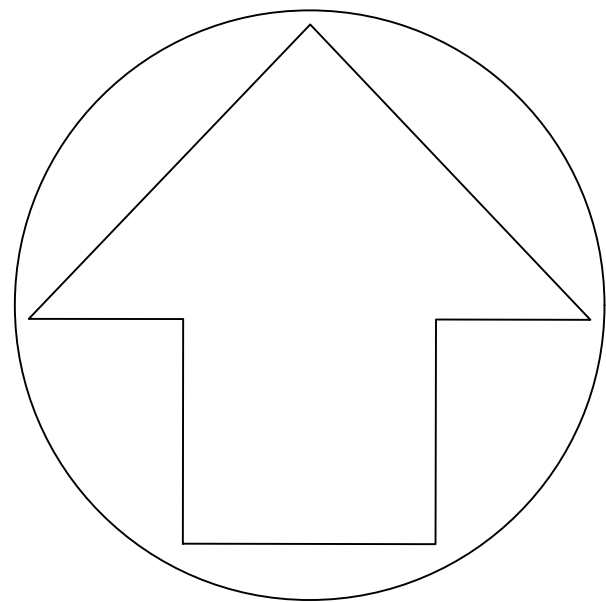
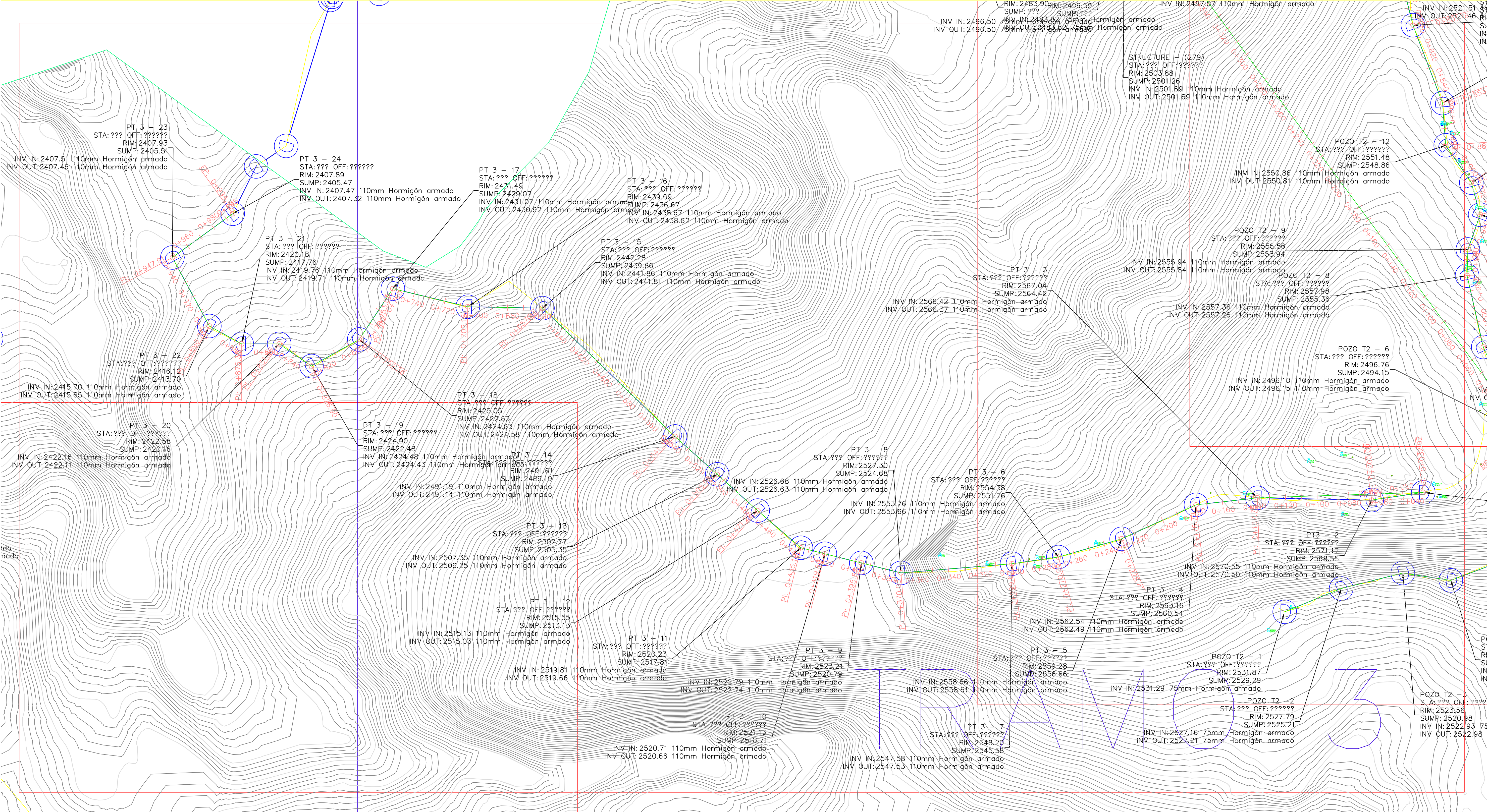
CONTENIDO:

				Fecha de emisión:
				Lámina:
				Escala:



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN CRISTOBAL, PAUTE, AZUAY			
CONTENIDO:			
			Fecha de emisión:
			Lámina:
			Escala:



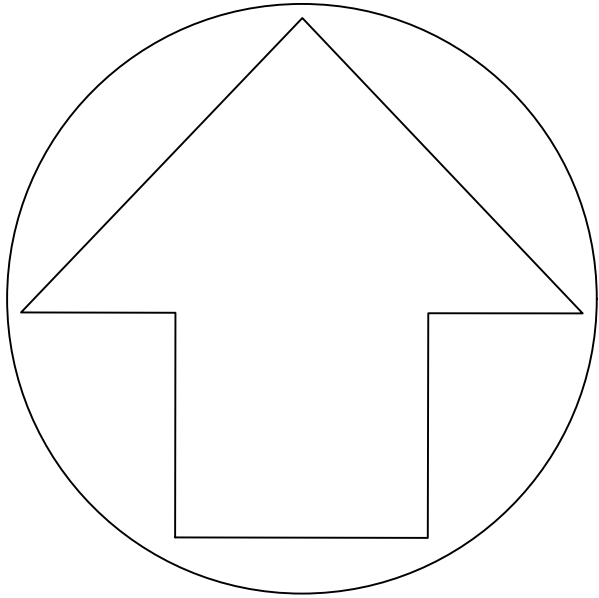


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

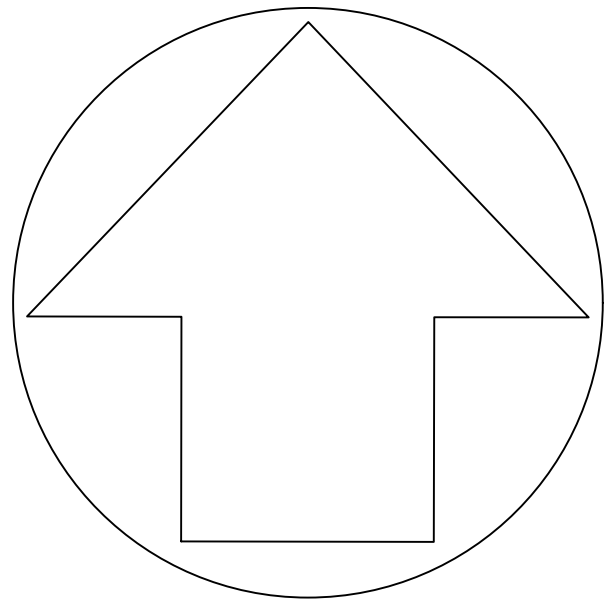
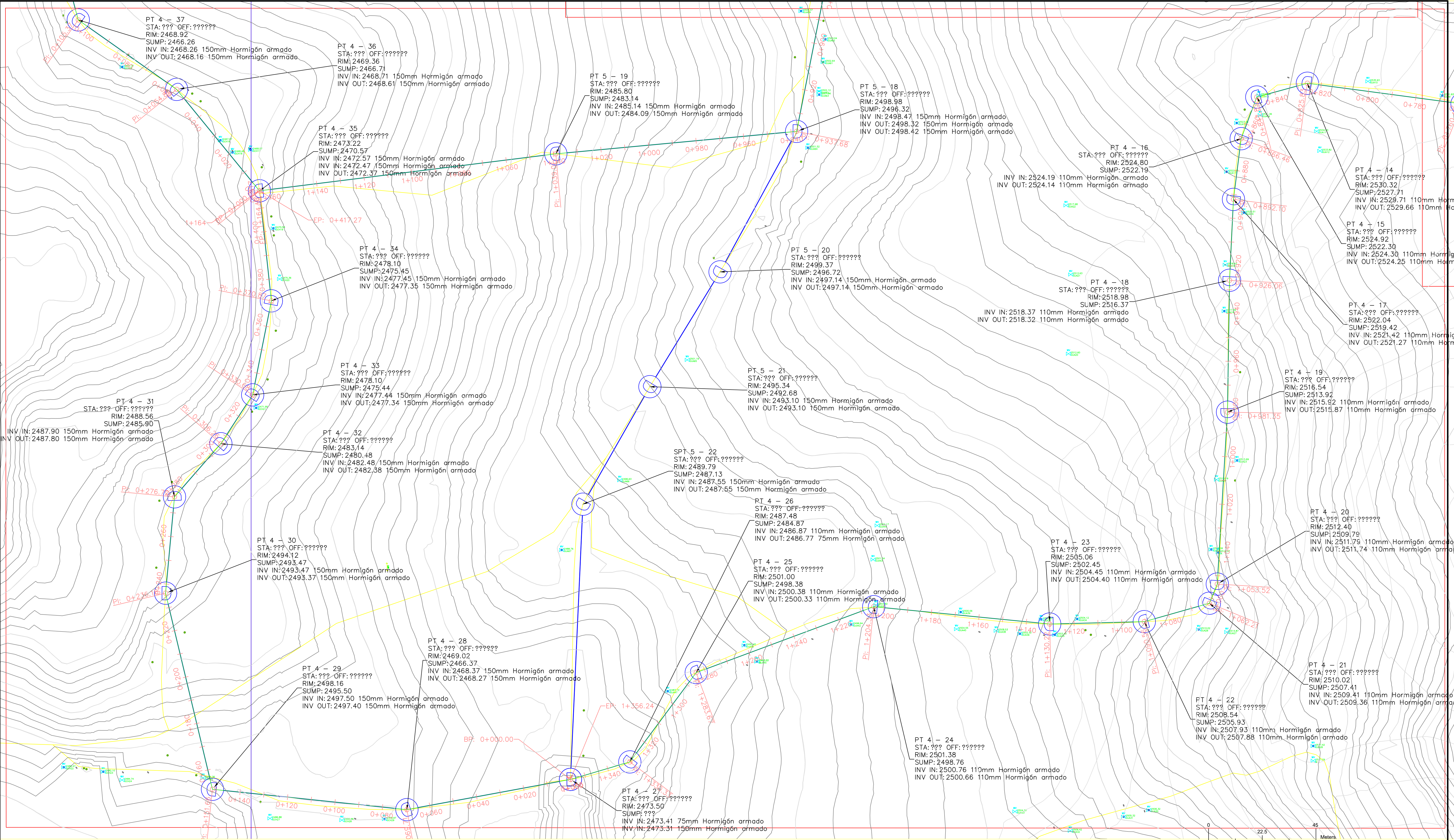
PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN CRISTOBAL, PAUTE, AZUAY

CONTENIDO:

			Fecha de emisión:
			Lámina: Escala:



Ammina: Escala:



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

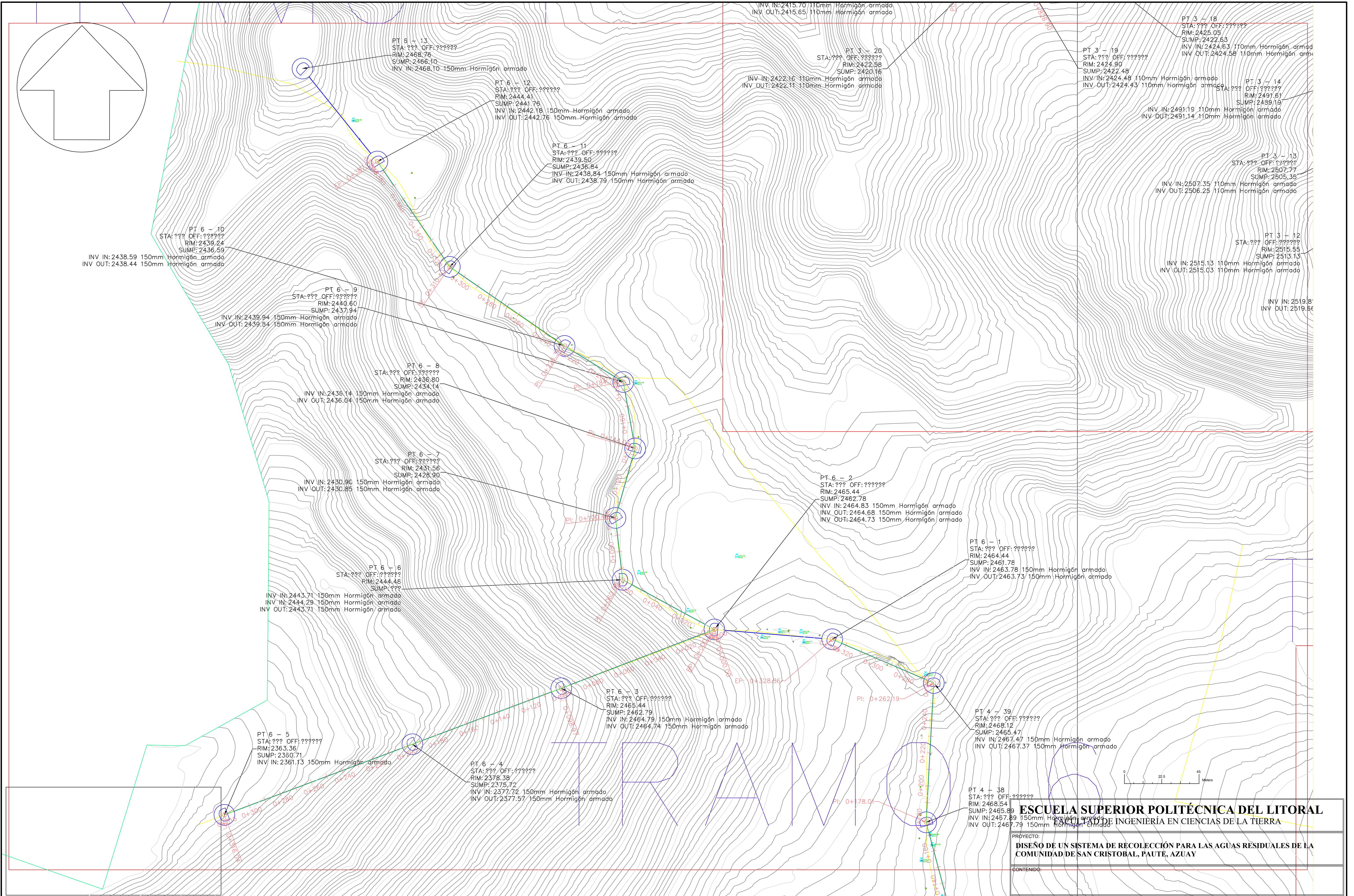
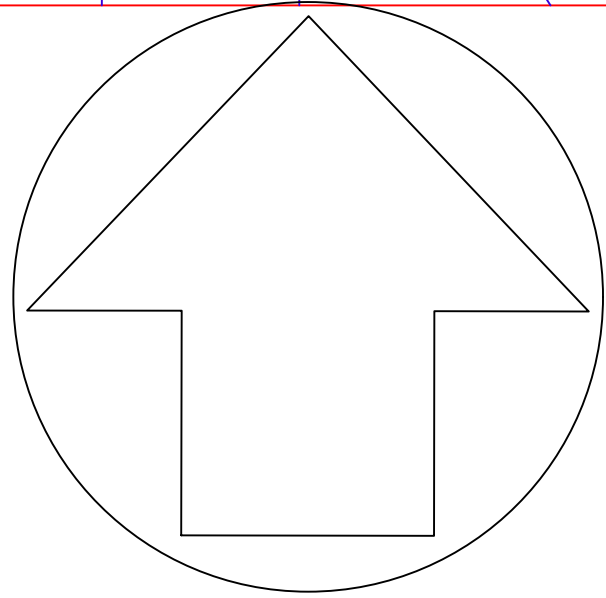
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN CRISTOBAL, PAUTE, AZUAY

CONTENIDO:

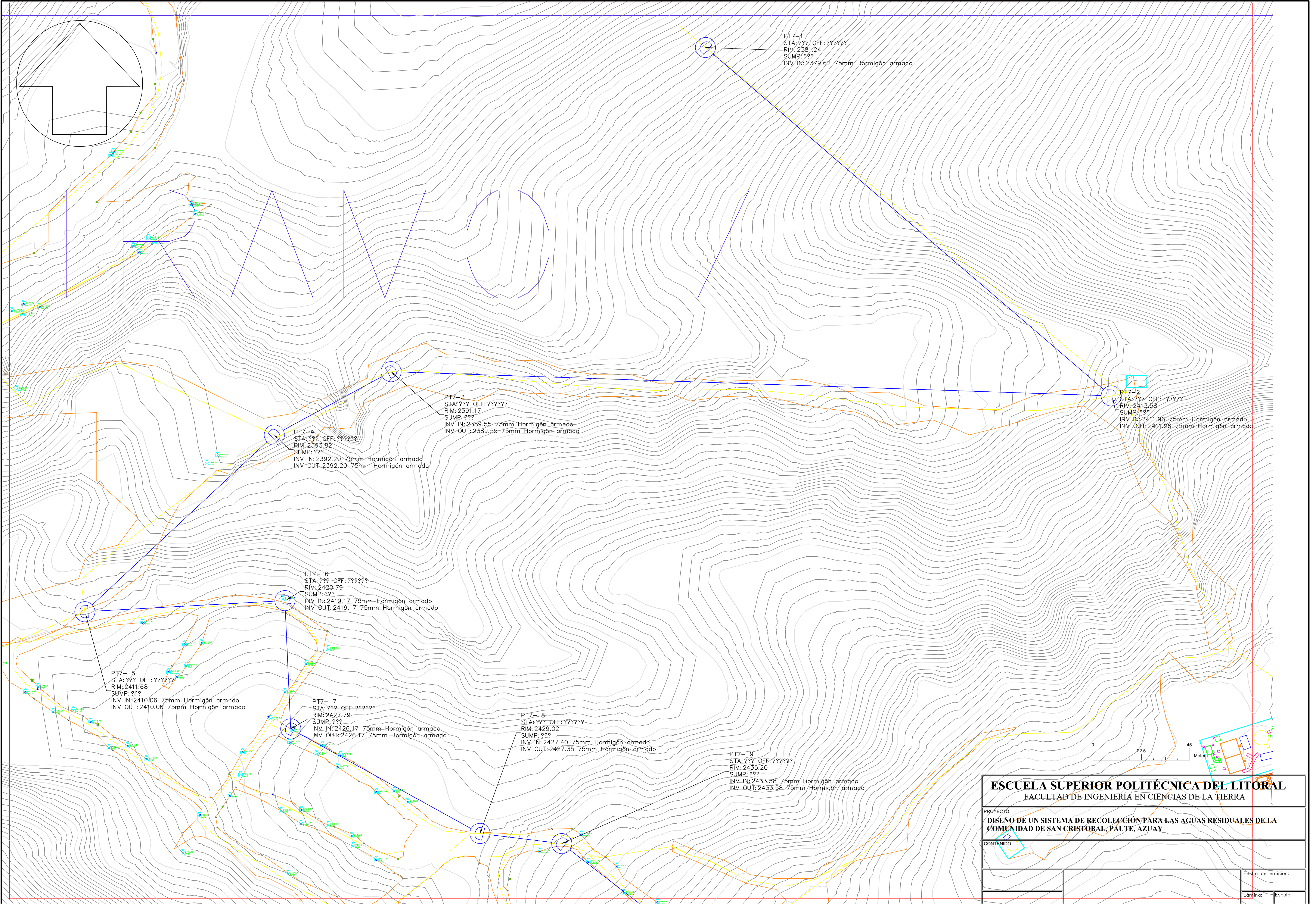
Fecha de emisión:

Lámina: Escala:



Fecha de emisión:

Lámina: Escala:



PT7-1
STA:??? OFF:?????
RIM: 2381.24
SUMP: ???
INV IN: 2379.62 / 75mm Hormigón armado

PT7-3
STA:??? OFF:?????
RIM: 2391.17
SUMP: ???
INV IN: 2389.55 75mm Hormigón armado
INV OUT: 2389.55 75mm Hormigón armado

PT7-4
STA:??? OFF:?????
RIM: 2393.82
SUMP: ???
INV IN: 2392.20 75mm Hormigón armado
INV OUT: 2392.20 75mm Hormigón armado

PT7-2
STA:??? OFF:?????
RIM: 2413.58
SUMP: ???
INV IN: 2411.96 75mm Hormigón armado
INV OUT: 2411.96 75mm Hormigón armado

PT7-6
STA:??? OFF:?????
RIM: 2420.79
SUMP: ???
INV IN: 2419.17 75mm Hormigón armado
INV OUT: 2419.17 75mm Hormigón armado

PT7-5
STA:??? OFF:?????
RIM: 2411.68
SUMP: ???
INV IN: 2410.06 75mm Hormigón armado
INV OUT: 2410.06 75mm Hormigón armado

PT7-7
STA:??? OFF:?????
RIM: 2427.79
SUMP: ???
INV IN: 2426.17 75mm Hormigón armado
INV OUT: 2426.17 75mm Hormigón armado

PT7-8
STA:??? OFF:?????
RIM: 2429.02
SUMP: ???
INV IN: 2427.40 75mm Hormigón armado
INV OUT: 2427.35 75mm Hormigón armado

PT7-9
STA:??? OFF:?????
RIM: 2435.20
SUMP: ???
INV IN: 2433.58 75mm Hormigón armado
INV OUT: 2433.58 75mm Hormigón armado

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

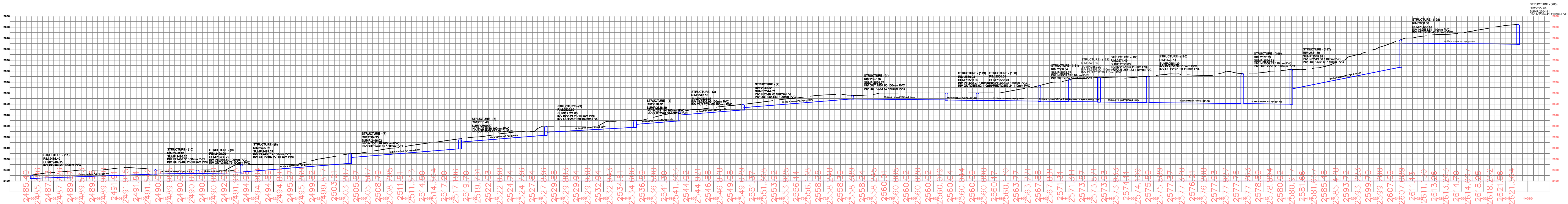
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

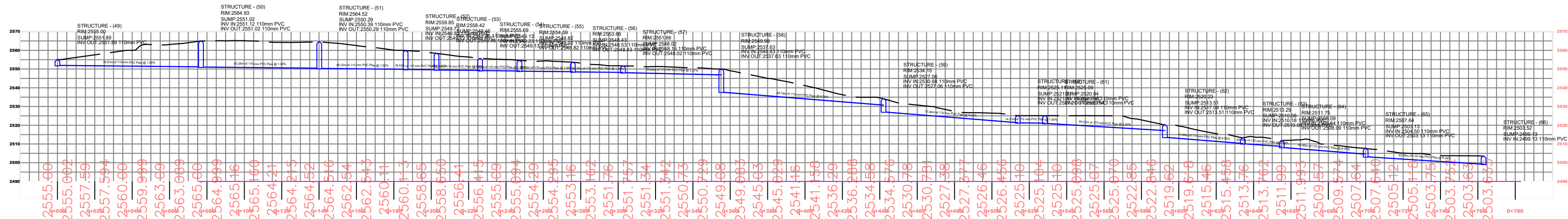
DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN CRISTOBAL, PAUTE, AZUAY

CONTENIDO:

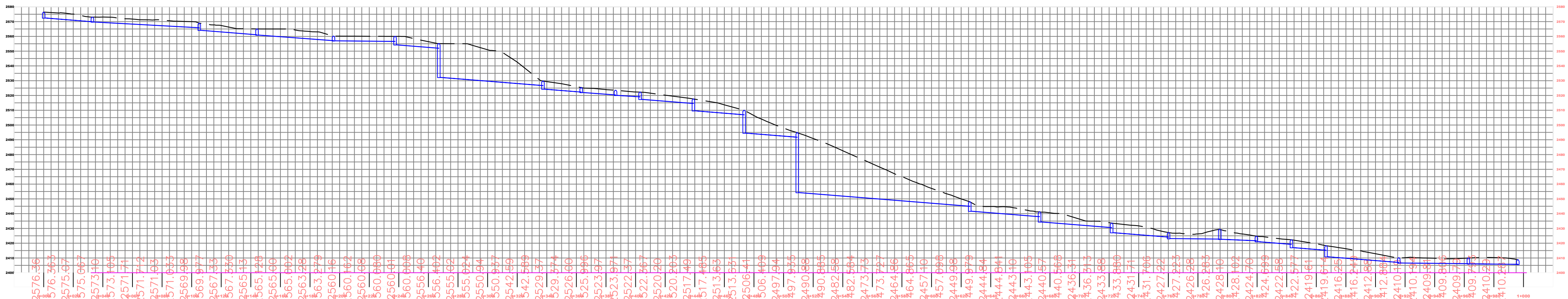
				Fecha de emisión:
				Lámina: Escala:



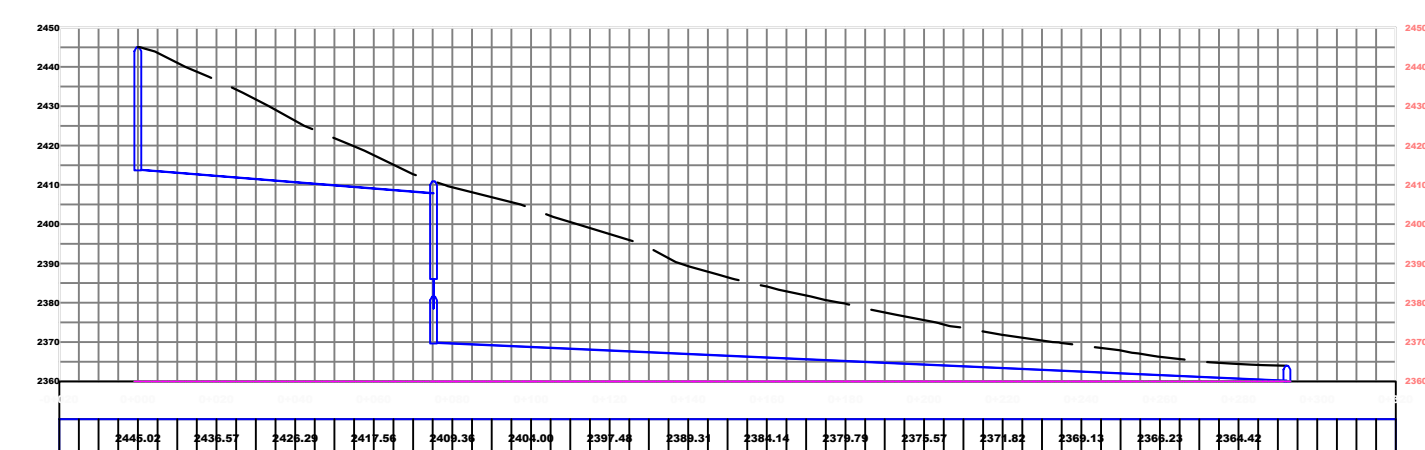
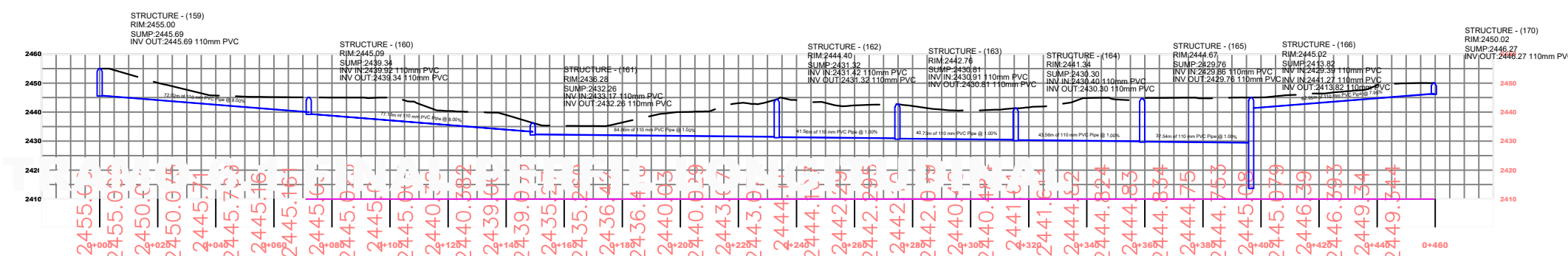
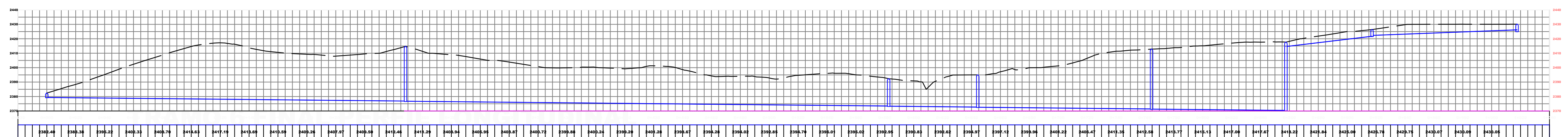
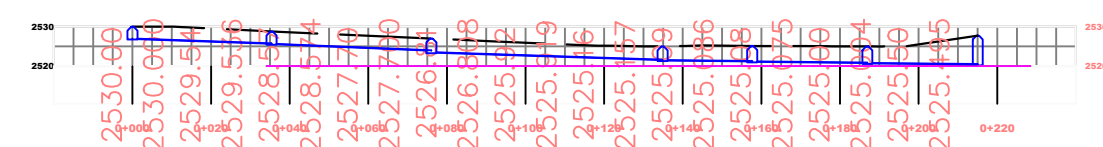
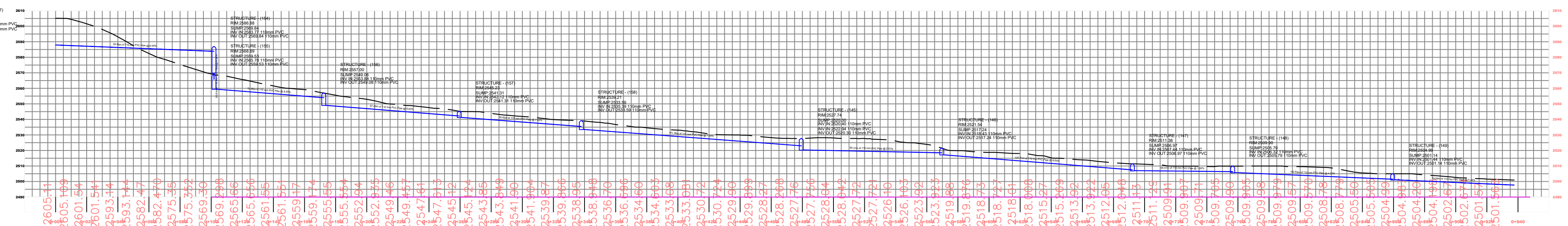
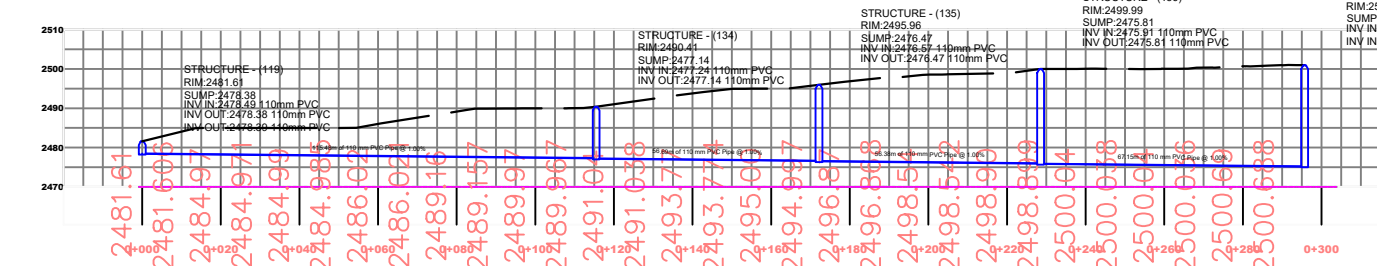
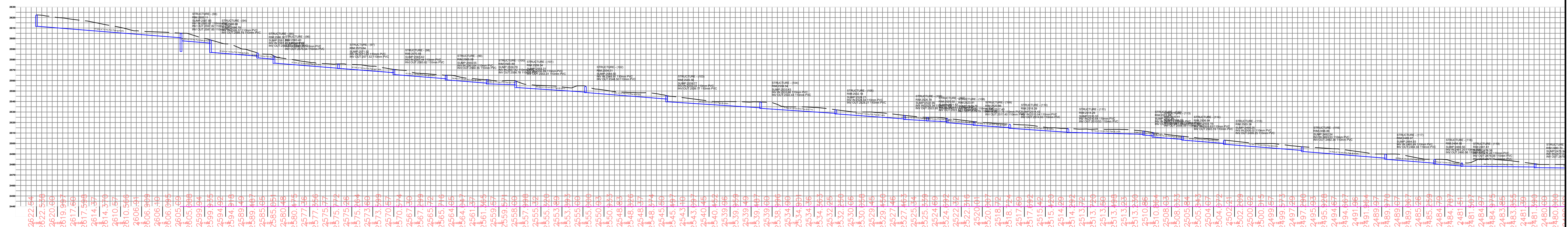
TRAMO 2 FINAL PERFIL LONGITUDINAL



TRAMO 3 FINAL PERFIL LONGITUDINAL



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA	
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN CRISTOBAL, PAUTE, AZUAY	
CONTENIDO:	
Fecha de emisión:	
Lámina:	Escala:



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

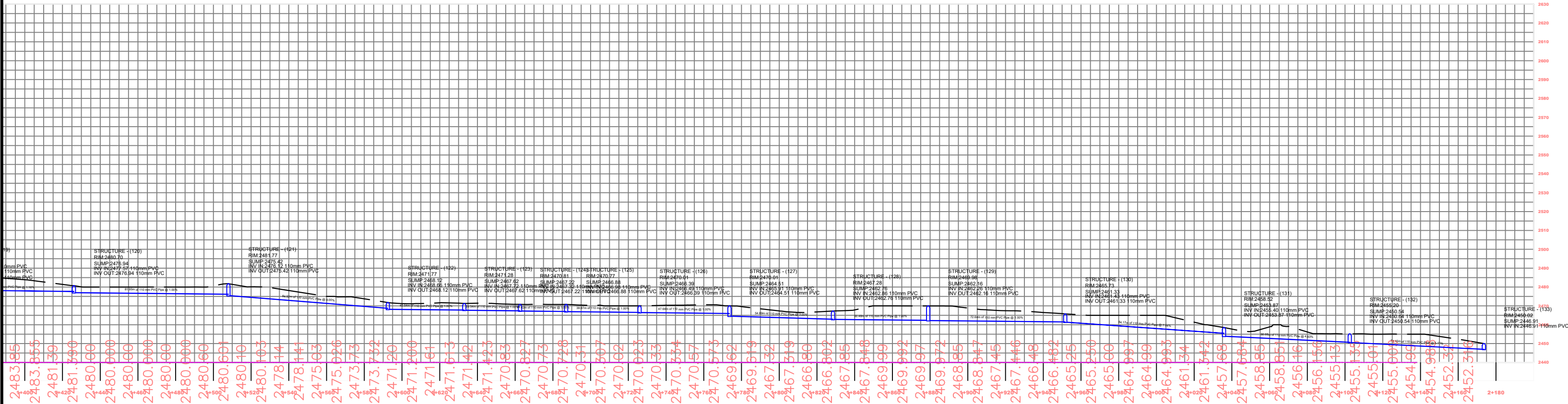
PROYECTO:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN CRISTOBAL, PAUTE, AZUAY

CONTENIDO:	
------------	--

Fecha de emisión:

Lámina:	Escala:
---------	---------



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA	
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN PARA LAS AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN CRISTOBAL, PAUTE, AZUAY	
CONTENIDO:	
	Fecha de emisión:
	Lámina: Escala: