



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“AMPLIACIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y
EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN PABLO, CANTÓN
PAUTE”.**

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

JAIME RODRIGO GUAMÁN SANTORUM

Director: Ing. MSc. Vicente Aurelio González Borja

2018

DECLARACIÓN

Yo, Jaime Rodrigo Guamán Santorum, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Jaime Rodrigo Guamán Santorum

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el estudiante Jaime Rodrigo Guamán Santorum, bajo mi supervisión.

Ing. MSc. Vicente Aurelio González Borja

DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Tesis a mis padres Hugo y Rita quienes con sus palabras de aliento me mantenían perseverante para no decaer hasta alcanzar mis ideales.

A mi esposa Fernanda por su apoyo incondicional, siempre brindándome su amor, cariño y creer en mi capacidad para conseguir todo lo que me propongo.

A mi amada hija Zoe por ser mi fuente de motivación e inspiración para superarme día a día y así poder luchar por un futuro mejor.

Gracias a todos.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de terminar una meta más en mi vida, también, mis agradecimientos para la Universidad Católica de Cuenca por formarme académicamente.

Agradezco también al asesor de mi tesis el Ing. Vicente González por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así, como también por haberme tenido toda la paciencia necesaria para guiarme durante todo el desarrollo de este trabajo de titulación.

Y para finalizar, también agradezco a toda mi familia por su apoyo, comprensión y esfuerzo durante todos los niveles de Universidad han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de salir adelante en mi carrera profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	VI
LISTA DE TABLAS	XI
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	XII
LISTA DE IMÁGENES	XIII
LISTA DE GRÁFICOS	XIV
LISTA DE ANEXOS	XV
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
DATOS GENERALES, ALCANCE Y OBJETIVOS.....	3
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 ALCANCE	5
INFORMACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	6
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	6
2.1.1 <i>Localización</i>	6
2.1.2 <i>Delimitación</i>	6
2.2 INFRAESTRUCTURA VIAL	7

2.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS.....	8
2.3.1 <i>Clima</i>	8
2.3.2 <i>Temperatura</i>	8
2.3.3 <i>Humedad relativa</i>	8
2.4 ASPECTOS FÍSICOS.....	10
2.4.1 <i>Geología de la zona</i>	10
2.4.2 <i>Relieve</i>	11
2.5 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	12
2.5.1 <i>Encuestas</i>	12
2.5.2 <i>Resultado de las encuestas</i>	12
2.5.3 <i>Población</i>	12
2.5.4 <i>Educación</i>	13
2.5.5 <i>Ingresos económicos</i>	13
2.5.6 <i>Salud</i>	13
2.5.7 <i>Servicios básicos</i>	14
2.5.7.1 <i>Energía eléctrica</i>	14
2.5.7.2 <i>Telefonía</i>	14
2.5.7.3 <i>Recolección de basura</i>	15
2.5.7.4 <i>Abastecimiento de agua potable</i>	16
2.5.7.5 <i>Eliminación de excretas</i>	17
2.6 USO DEL SUELO.....	17
CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO.....	18
3.1 CONCEPCIÓN DEL PROYECTO.....	18
3.1.1 <i>Alcantarillado convencional</i>	18
3.1.2 <i>Alcantarillado condominial</i>	18
3.1.3 <i>Ventajas del sistema condominial en poblaciones dispersas</i>	18
3.2 BASES DE DISEÑO GENERALES.....	19
3.2.1 <i>Periodo de diseño</i>	19
3.2.2 <i>Estudios topográficos</i>	19

3.2.3 Población de diseño.....	20
3.2.3.1 Determinación de la tasa de crecimiento.....	20
3.2.3.2 Estimación de la población futura.....	21
3.2.4 Dotación de agua.....	22
3.2.5 Áreas de aportación.....	23
3.2.6 Densidad poblacional.....	23
3.2.7 Diámetro de tubería.....	24
3.2.8 Material de la tubería.....	24
3.2.9 Estudios de suelo.....	25
3.2.9.1 Resultados de los ensayos.....	26
DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	27
4.1 PARÁMETROS DE DISEÑO	27
4.1.1. Coeficientes de retorno (R).....	27
4.1.2 Caudal medio.....	27
4.1.3 Coeficiente de flujo máximo.....	28
4.1.4 Caudal máximo horario.....	28
4.1.5 Caudal mínimo de diseño.....	28
4.1.6 Caudal de infiltración.....	29
4.1.7 Caudal de conexiones erradas.....	29
4.1.8 Caudal de diseño.....	30
4.2 TRAZADO Y PROFUNDIDAD DE LAS TUBERÍAS	30
4.2.1 Alcantarillado convencional.....	30
4.2.2 Alcantarillado condominial.....	30
4.3 VELOCIDADES	31
4.3.1 Velocidad mínima.....	31
4.3.2 Velocidad máxima.....	31
4.4 HIDRÁULICA DEL ALCANTARILLADO.....	31
4.4.1 Tubería a sección llena.....	32

4.4.2 Tubería a sección parcialmente llena.....	33
4.4.3 Tensión tractiva.....	34
4.4.4 Pendientes.....	35
4.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	35
4.5.1 Pozos, cajas de revisión y conexiones domiciliarias.	35
4.5.1.1 Alcantarillado convencional.	35
4.5.1.2 Alcantarillado condominial.....	36
4.6 CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO.....	36
EVALUACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE	37
5.1 CATASTRO DE LA RED DEL ALCANTARILLADO SANITARIO	37
5.2 DIAGNÓSTICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	41
5.3 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EXISTENTE	41
5.3.1 Caja de llegada.....	42
5.3.2 Fosa séptica.....	43
5.3.3 Filtro anaerobio.....	43
5.4 TOMA DE LAS MUESTRAS DE LAS AGUAS RESIDUALES	44
5.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	44
5.6 INTERPRETACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL AGUA RESIDUAL	45
5.6.1 Sólidos suspendidos totales.....	45
5.6.2 Sólidos totales.	46
5.6.3 Conductividad.....	46
5.6.4 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y Demanda química de oxígeno (DQO).	46
5.6.5 Fósforo total.....	46
5.6.6 Nitrógeno amoniacal.....	46
5.7 COMPROBACIÓN DE LA ELIMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES.....	47
5.8 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA PTAR	47
5.8.1 Cálculo de los caudales.....	47
5.8.2 Cálculo del tiempo de retención hidráulico.....	48
5.8.2.2 Fosa séptica.....	49

5.8.2.3 Filtro anaerobio.....	50
5.9 DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LA FOSA SÉPTICA Y DEL FILTRO ANAEROBIO DE LA PTAR	50
5.9.1 Diseño de la fosa séptica	50
5.9.2 Diseño del lecho de secado de lodos.....	53
5.9.3 Diseño del filtro anaerobio de flujo ascendente	56
5.10 PROPUESTA DE MEJORAS	58
VALORACIÓN AMBIENTAL Y PRESUPUESTO	60
6.1 INTRODUCCIÓN.....	60
6.2 CLASIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	60
6.3 FICHA AMBIENTAL.....	60
6.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	72
6.5 PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO.....	72
6.6 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	73
6.7 TARIFAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.....	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
7.1 CONCLUSIONES	75
7.2 RECOMENDACIONES.....	76
BIBLIOGRAFIA.....	77
ANEXO 1: ENCUESTA SOCIOECONÓMICA.....	78
ANEXO 2: ESTUDIO DE SUELOS	81
ANEXO 3: TABLA DE CÁLCULO DE LA RED DE ALCANTARILLADO	84
ANEXO 4: ANÁLISIS DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES	86
ANEXO 5: PRESUPUESTO REFERENCIAL	88
ANEXO 6: PLANOS.....	93

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Delimitación Geográfica de la Red de Alcantarillado Sanitario.	7
Tabla 2: Parámetros meteorológicos de la Estación Paute, Temperatura.	8
Tabla 3: Parámetros meteorológicos de la Estación Paute, Humedad relativa.	9
Tabla 4: Tasa de crecimiento poblacional.	21
Tabla 5: Dotación de agua.	23
Tabla 6: Coeficiente de retorno R.	27
Tabla 7: Valores de infiltración en tuberías.	29
Tabla 8: Velocidades máximas a tubo lleno.	31
Tabla 9: Distancia máxima entre pozos.	35
Tabla 10: Diámetros internos de los pozos de revisión.	36
Tabla 11: Catastro de la red de alcantarillado existente.	40
Tabla 12: Concentración de contaminantes en aguas residuales domésticas.	45
Tabla 13: Resultados de los análisis de aguas residuales.	45
Tabla 14: Contribución unitarias de lodos frescos.	52
Tabla 15: Datos para el cálculo del lecho de secado.	54
Tabla 16: Tiempo de requerido para la digestión de lodos.	55
Tabla 17: Resumen de dimensiones de la planta existente y la nueva.	58

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Estado de la red vial de la zona del proyecto.	7
Fotografía 2: Tanques de agua entubada de la comunidad de San Pablo.	16
Fotografía 3: Excavación para toma de muestra del suelo.	25
Fotografía 4: Inspección del pozo # 9.	37
Fotografía 5: Inspección del pozo # 13.	38
Fotografía 6: Inspección del pozo # 21.	38
Fotografía 7: Esquema de la planta de tratamiento de aguas residuales.	42
Fotografía 8: Caja de llegada.	43
Fotografía 9: Fosa séptica.	43
Fotografía 10: Filtro anaerobio.	44

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1: Ubicación Geográfica de San Pablo.	6
Imagen 2: Ubicación de la Estación Meteorológica de Paute.	9
Imagen 3: Mapa de las formaciones geológicas.	10
Imagen 4: Mapa de alturas.	11
Imagen 5: Plano topográfico.	20
Imagen 6: Áreas de aportación.	24
Imagen 7: Tubo a sección parcialmente llena.	33
Imagen 8: Red de alcantarillado existente.	39
Imagen 9: Ubicación del cuerpo receptor Quebrada N7.	59
Imagen 10: Esquema de la planta de tratamiento de aguas residuales con ampliación.	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Población según el sexo.....	12
Gráfico 2: Población según edades.....	12
Gráfico 3: Ingresos económicos.....	13
Gráfico 4: Enfermedades.....	14
Gráfico 5: Energía eléctrica.....	14
Gráfico 6: Teléfono convencional.....	15
Gráfico 7: Recolección de basura.....	15
Gráfico 8: Pozos Sépticos.....	17

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Encuesta Socioeconómica	78
Anexo 2: Estudio de suelos.....	81
Anexo 3: Tabla de cálculo de la red de alcantarillado.....	84
Anexo 4: Análisis de muestras de aguas residuales.....	86
Anexo 5: Presupuesto referencial	88
Anexo 6: Planos.....	93

RESUMEN

El presente trabajo de investigación presenta la ampliación de la red de alcantarillado sanitario y de la planta de depuración de aguas residuales y la evaluación del sistema existente de la comunidad de San Pablo, Parroquia Chicán, Cantón Paute.

El proyecto de ampliación consiste en dos tipos de alcantarillado: Convencional y Condominial. Para el diseño de estos sistemas inicialmente se procedió con la recolección de información referente a levantamiento topográfico y estudio de suelos; además se realizó una encuesta socioeconómica que nos permitió obtener los datos necesarios para ejecutar el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado.

Se levantó el catastro de la red existente con la finalidad de verificar su funcionamiento y para la evaluación de la planta depuradora se partió de un análisis de calidad de las aguas residuales y del análisis hidráulico para determinar su eficiencia. Se realizó la evaluación ambiental mediante la ficha del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) que describe los componentes afectados del lugar para luego implementar medidas de prevención durante las etapas de construcción del proyecto.

Se realizó el presupuesto para analizar las inversiones requeridas por los tipos de colectores y se estableció los costos básicos de operación y mantenimiento para estimar la tarifa referencial de agua potable y saneamiento para la sostenibilidad del servicio, valor que llega a USD\$8.67 por familia por mes.

Al implementarse el proyecto con estas características se brindará cobertura al 100% de la población con un costo por usuario de USD\$691.7, y se considera accesible para mejorar la calidad de vida en la comunidad y la protección del ecosistema del sector.

Palabras claves: ALCANTARILLADO SANITARIO, DISEÑO HIDRÁULICO, EVALUACIÓN DE AGUAS, IMPACTOS AMBIENTALES.

ABSTRACT

The present research project presents the expansion of the sanitary sewer network and the wastewater treatment plant and the evaluation of the existing system of the San Pablo community, Chicán Parish, Paute Canton.

The expansion project consists of two types of sewerage: Conventional and Condominial. For the design of these systems, we initially proceeded with the collection of information regarding topographic survey and soil study; In addition, a socioeconomic survey was conducted that allowed us to obtain the necessary data to execute the hydraulic design of the sewerage system.

The cadastre of the existing network was surveyed in order to verify its operation and for the evaluation of the wastewater treatment plant, it was based on a quality analysis of wastewater and hydraulic analysis to determine its efficiency. The environmental assessment was carried out through the Unique Environmental Information System (SUIA) file that describes the affected components of the site and then implement preventive measures during the construction stages of the project.

The budget was made to analyze the investments required by the types of collectors and the basic operation and maintenance costs were established to estimate the reference rate of drinking water and sanitation for the sustainability of the service, value that reaches USD \$ 8.67 per family per month.

When the project is implemented with these characteristics, coverage will be provided to 100% of the population with a cost per user of USD \$ 691.7, and it is considered accessible to improve the quality of life in the community and the protection of the ecosystem of the sector.

Key words: SANITARY SEWAGE, HYDRAULIC DESIGN, WATER EVALUATION, ENVIRONMENTAL IMPACTS.

CAPITULO I

DATOS GENERALES, ALCANCE Y OBJETIVOS

1.1 Antecedentes

La comunidad de San Pablo en la actualidad no cuenta con un sistema de agua potable debido a que el GAD no dispone de presupuesto y de la aceptación de los usuarios del sistema de la parroquia Chicán; sin embargo, se está gestionando para que a corto plazo resolver esta necesidad.

La comunidad dispone de servicios básicos como luz eléctrica, telefonía, recolección de basura y alcantarillado sanitario con cobertura parcial; razón por la cual el GAD Municipal ha visto la necesidad de realizar la ampliación de este servicio que contribuirá a mejorar las condiciones ambientales de esta comunidad, ubicada en la Parroquia de Chicán, Cantón Paute, Provincia del Azuay.

Un aspecto importante de considerar para gestionar la ampliación del sistema de alcantarillado es el crecimiento poblacional de los sectores periféricos, lo que ha generado la necesidad de ampliar este servicio para recolectar las aguas residuales, que teniendo la posibilidad de ser evacuadas por el sistema existente; para ello, se propone la implementación de la ampliación de la red de alcantarillado sanitario a lo largo de la vía de acceso y también para las viviendas dispersas en la zona.

El presente trabajo está enfocado también en realizar la evaluación de los colectores y del sistema de tratamiento de aguas residuales existentes, contribuyendo así a ampliar el servicio con la mejor alternativa para dotar con una máxima cobertura.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general.

Ampliación de la red de alcantarillado sanitario a partir de la evaluación del sistema de colectores y de la planta de depuración de las aguas residuales de la comunidad de San Pablo, con un enfoque integral para la sostenibilidad del sistema.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Analizar y conocer las características de la comunidad.
- Realizar estudios de suelos.
- Evaluación y diseño de la red de alcantarillado sanitario.
- Analizar el sistema de tratamiento de aguas residuales existente y propuesta de mejoras.
- Proporcionar los planos y el presupuesto respectivo.
- Obtener los costos de operación, mantenimiento, tarifas y su relación con el servicio de agua potable.

1.3 Justificación

La implementación del proyecto se justifica por los impactos negativos causados al medio ambiente por la falta de alcantarillado sanitario en la parte alta, con la implementación de este proyecto se lograría también la disminución de enfermedades.

La comunidad en la actualidad necesita satisfacer necesidades de infraestructura básica como el mejoramiento del sistema de agua potable y de saneamiento que nos permitirá una solución integral de esta problemática.

Con todo lo anterior queda claro que este estudio beneficiará enormemente a toda la comunidad y al medio ambiente, por lo que su realización se considera de gran importancia puesto que ello reducirá las enfermedades, evitará la contaminación de los recursos hídricos y elevará el nivel socio-económico de los pobladores.

1.4 Alcance

- Proveer el diseño para la ampliación de la red de alcantarillado sanitario y de esta manera incrementar la cobertura para la recolección de aguas residuales de los pobladores de la comunidad de San Pablo y barrios aledaños.
- Diseñar un nuevo colector de las aguas residuales analizando alternativas hasta su descarga en la Planta de tratamiento de aguas residuales.
- Realizar un análisis de la infraestructura existente de alcantarillado y de tratamiento de las aguas residuales, y plantear mejoras.
- Determinar los costos de inversión y operativos.

Los parámetros de diseño están basados en las Normas Técnicas del Ex – Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (EX – IEOS), Norma Boliviana NB 688, Norma Colombia RAS - 2000, La Norma CO 10. 07 – 601, SENAGUA, 2014.

Se justifica los parámetros de diseño y se proporciona los cálculos hidráulicos, planos y su presupuesto del proyecto.

CAPITULO II

INFORMACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación Geográfica

2.1.1 Localización. La comunidad de San Pablo se encuentra situada en la zona Oriental de la provincia del Azuay, esta localidad pertenece al cantón Paute, parroquia de Chicán, ubicada a 1km de la vía Cuenca-Paute. Su accesibilidad es por la vía La Higuera – San Pablo Alto.

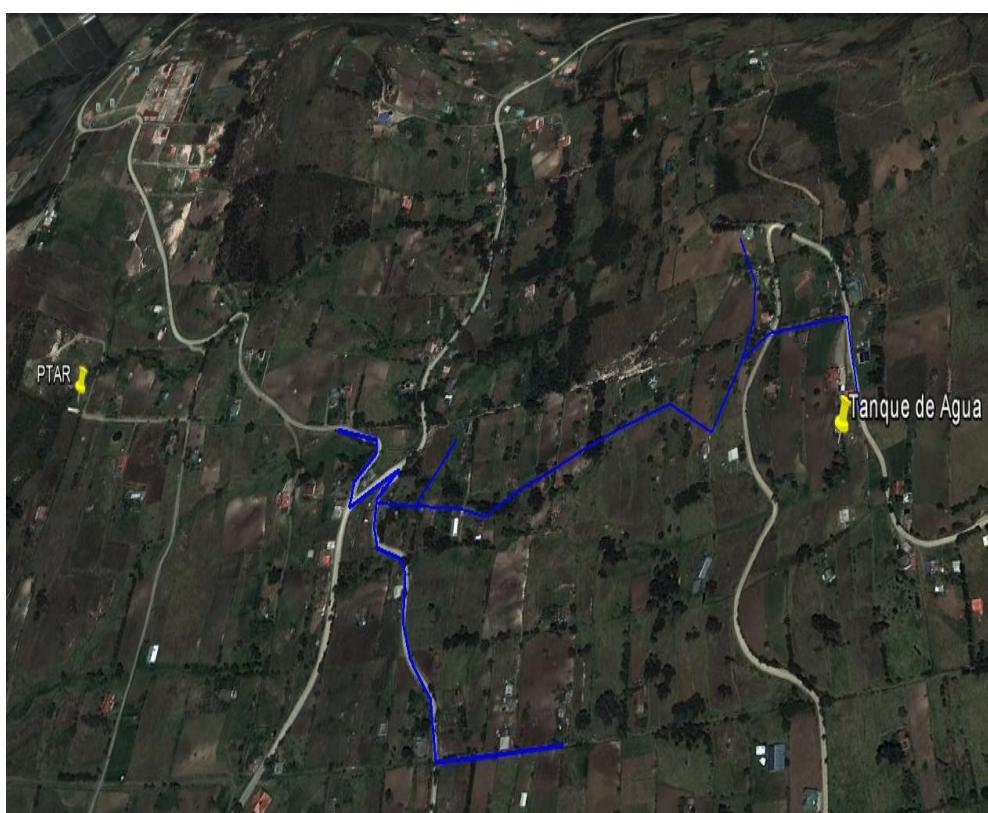


Imagen 1. Ubicación Geográfica de San Pablo.

Fuente: Navegador Go3ogle Earth-2017.

2.1.2 Delimitación. El lugar de la implementación del proyecto se encuentra delimitado: al Norte con la comunidad de Copzhal, al Sur con la Parroquia de Chicán, al Este con la comunidad de San Pablo Alto y al Oeste con el Rio Paute. La longitud y latitud de este proyecto se encuentra entre las siguientes coordenadas:

Tabla 1: *Delimitación Geográfica de la Red de Alcantarillado Sanitario.*

Coordenadas UTM			
Alcantarillado Condominial	Este	Norte	Altura
Inicio	749804.666	9688415.551	2667.687
Fin	749210.582	9688557.666	2497.111
Alcantarillado Convencional	Este	Norte	Altura
Inicio	749532.093	9688273.166	2562.831
Fin	749153.394	9688637.415	2459.997

Fuente: GAD Municipal de Paute.

2.2 Infraestructura Vial

La red vial que bordea este sector es una vía que se clasifica de primer orden diseñada de pavimento flexible que se denomina Cuenca - Paute. En cuanto a la accesibilidad a la localidad, la vía es lastrada que se ve afectada periódicamente con el invierno, siendo una vía de tercer orden que va desde la comunidad de la Higuera hasta la comunidad de San Pablo Alto.



Fotografía 1: Estado de la red vial de la zona del proyecto.

Fuente: El Autor.

2.3 Aspectos Climáticos

2.3.1 Clima. El clima de esta localidad está determinado por un clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo, el cual se presenta en zonas con elevaciones inferiores a los 3000 metros sobre el nivel del mar, con precipitaciones anuales entre 500mm y 2000mm, cabe mencionar que el proyecto se encuentra a una altura media de 3000 msnm.

2.3.2 Temperatura. El sector de San Pablo cuenta con diferentes tipos de temperatura que van variando de 0,5 – 0,6°C de disminución por cada 100 metros de altura. El promedio anual va desde los 11,2 hasta los 24°C y la media mensual es de 16,9°C.

En la tabla 2 se muestra las estadísticas de esta variación:

Tabla 2: *Parámetros meteorológicos de la Estación Paute, Temperatura.*

Mes	Absolutas				Medias		
	Máx.	Día	Mín.	Día	Máx.	Mín.	Mensual
Enero	27	12			24.9	12.5	17.8
Febrero	26.5	13	10.4	21	24.3	17.4	
Marzo	26.8	24		7	23.7	12.5	17.2
Abril	27.2	11	9.8	4	24.4	12.6	17.3
Mayo			9.4	24	22.8	11.8	16.5
Junio	27.3	17	7.7	11	23.3	11.4	16.7
Julio	26.2	12	4.8	24	22.7	9.6	15.6
Agosto	25.9	3			22.8	8.3	15.4
Septiembre	27	20	3.6	17	23.2	9.2	15.9
Octubre	30.4	3			25.4	11.8	17.4
Noviembre			8.9	1	25.5	12.3	18.2
Diciembre	28	3	2.4	7	25.3	9.5	17.8
Valor Anual					24	11.2	16.9

Fuente: INAMHI.

2.3.3 Humedad relativa. En base a los datos recolectados por la estación meteorológica del INAMHI de Paute, la comunidad de San Pablo cuenta con un valor promedio anual de humedad relativa de 83% como valor máximo medio, hasta llegar a un 15% como valor mínimo (Tabla 3).

Tabla 3: *Parámetros meteorológicos de la Estación Paute, Humedad relativa.*

Mes	Max.	Día	Min.	Día	Media
Enero					83
Febrero					85
Marzo					86
Abril					90
Mayo	100	12	53	23	87
Junio					86
Julio	100	1	48	21	85
Agosto					79
Septiembre	100	4	49	17	79
Octubre					81
Noviembre	100	8	48	22	80
Diciembre	99	26	47	15	78
Valor Anual					83

Fuente: INAMHI.



Imagen 2: Ubicación de la Estación Meteorológica de Paute.

Fuente: Navegador Google Earth 2017.

2.4 Aspectos Físicos

2.4.1 Geología de la zona. La zona se caracteriza por poseer una formación geológica denominada Unidad Maguazo que está compuesta por rocas metamórficas, principalmente formado por turbiditas, filitas negras o grises, pizarras entre otras. Esta formación tiene una edad de Jurásico medio a Cretácico inferior, son rocas resistentes a la erosión lo que hace que éstas sean poco susceptibles a los deslizamientos.

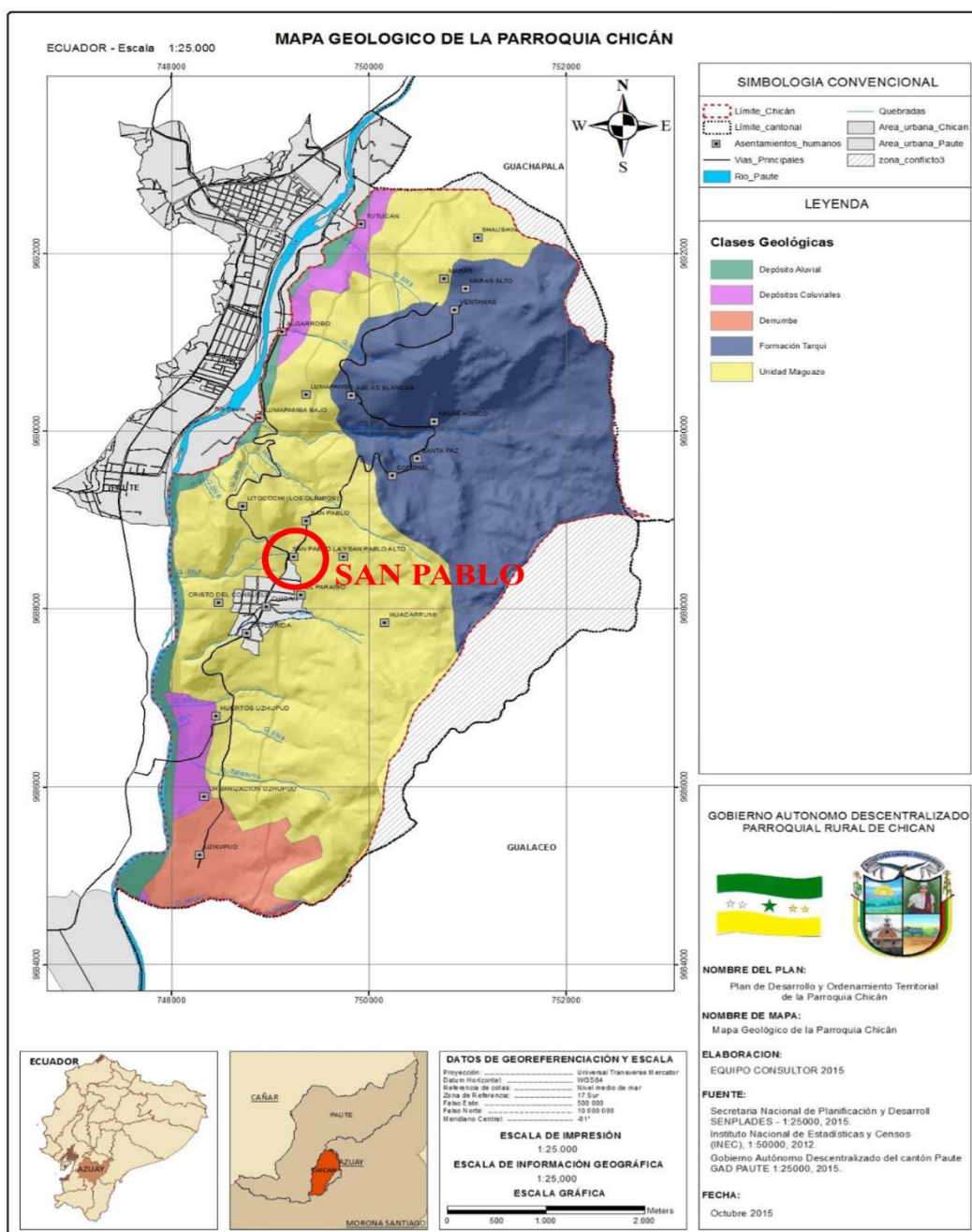


Imagen 3: Mapa de las formaciones geológicas.

Fuente: SENPLADES, MAGAP, SIGTIERRAS, POT PAUTE, 2015.

Elaboración: Equipo Consultor del GAD Parroquial de Chicán.

2.4.2 Relieve. La localidad se encuentra en una zona con un relieve muy irregular, la cual está situada dentro de la zona Montano que cuenta con alturas desde los 1800 m.s.n.m. hasta los 2720 m.s.n.m. El proyecto está ubicado en alturas que van desde los 2459.577msnm hasta los 2668.207 msnm. Además, posee pendientes con un rango Fuertemente Inclinado que oscilan entre los 15 - 50%.

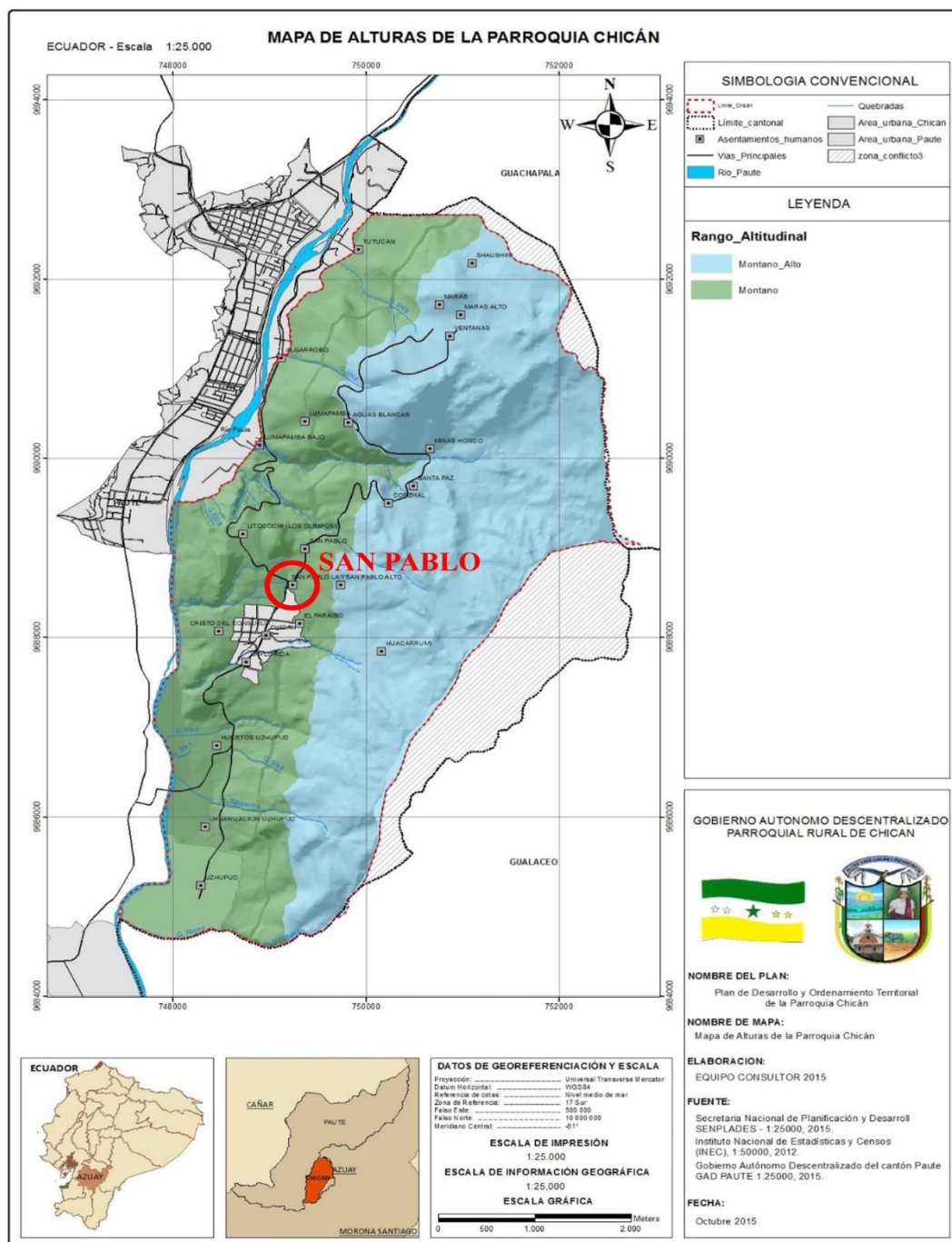


Imagen 4: Mapa de alturas.

Fuente: SENPLADES, MAGAP, SIGTIERRAS, POT PAUTE, 2015.

Elaboración: Equipo Consultor del GAD Parroquial de Chicán.

2.5 Aspectos Socioeconómicos

2.5.1 Encuestas. Se realizó las encuestas a los pobladores del sector de San Pablo para recolectar datos estadísticos que permita disponer toda la información básica, social y económica necesaria para tener una perspectiva clara relacionada al proyecto de saneamiento y la red de alcantarillado sanitario, ver Anexo 1.

2.5.2 Resultado de las encuestas. En base a las diferentes variables que se analizaron se pudo obtener información concreta del sector de San Pablo se obtuvo que en esta comunidad existen 193 habitantes, los cuales se dedican al comercio, agricultura, ganadería entre otros. Las viviendas están reservadas a fincas agrícolas y residenciales, además respecto a los servicios básicos no disponen en su totalidad como son la luz eléctrica 9%, telefonía convencional 13%, recolección de basura 40% y agua entubada 100% disponen.

2.5.3 Población. De acuerdo a los datos recolectados en esta zona se obtuvo un total de 193 habitantes de los cuales el 47% es de sexo masculino y el 53% es de sexo femenino, la población está clasificada por edades de 0-18 años el 34%, de 18-40 años el 37%, de 40-65 años el 19% y mayores de 65 años el 10%. Además, con respecto al grupo étnico y a su religión el 100% de la población del sector es mestizo y católica respectivamente.

POBLACIÓN SEGÚN EL SEXO

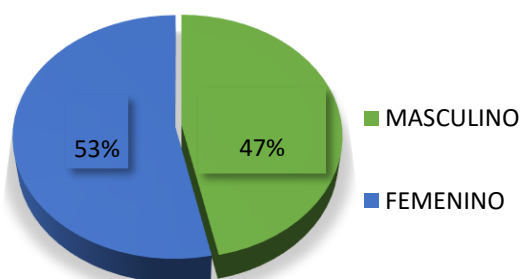


Gráfico 1: Población según el sexo.
Fuente: El Autor.

POBLACIÓN SEGÚN EDADES

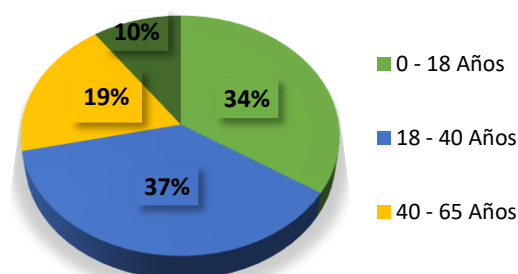


Gráfico 2: Población según edades.
Fuente: El Autor.

2.5.4 Educación. San Pablo no cuenta con centros educativos de primaria, secundaria y superior por lo que sus habitantes asisten a la escuela y colegio de la Parroquia de Chicán el cual se encuentra a 1km de distancia de la comunidad y para sus estudios superiores a la ciudad de Cuenca.

2.5.5 Ingresos económicos. En base a los resultados de las encuestas socioeconómicas se pudo constatar que su nivel de ingresos es de aproximadamente USD\$312, sus principales ingresos son debido a la agricultura 46%, ganadería 43%, comercio 7% y otros 3%

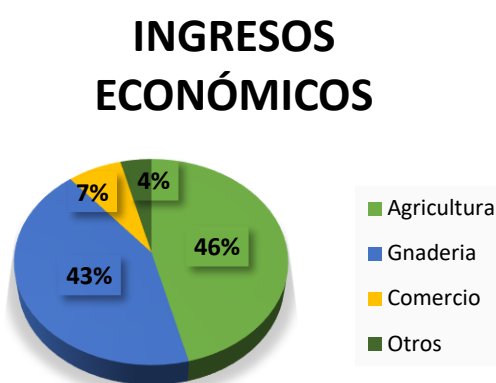


Gráfico 3: Ingresos económicos.
Fuente: El Autor.

2.5.6 Salud. Los pobladores de este sector no disponen con un sub centro de salud de igual manera los habitantes de esta zona acuden al sub centro de la Parroquia de Chicán y en ocasiones al Hospital del Cantón Paute.

Las principales enfermedades que se presentan en la comunidad son las siguientes: Gripe 41%, diarrea 22%, parasitosis 33% e infecciosas 4%, siendo la gripe y la parasitosis las que con mayor frecuencia se presentan (Gráfico 4).

El 55% de las causas de las enfermedades pueden estar relacionadas con la contaminación, los escasos del agua y la higiene.

ENFERMEDADES

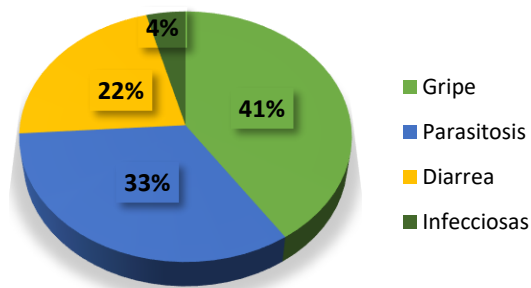


Gráfico 4: Enfermedades.
Fuente: El Autor.

2.5.7 Servicios básicos.

2.5.7.1 Energía eléctrica. En la encuesta que se realizó se verificó que el 91% de las viviendas cuentan con este servicio y el 9% restante no dispone, en lo que se refiere alumbrado público no disponen de este servicio.

ENERGÍA ELÉCTRICA

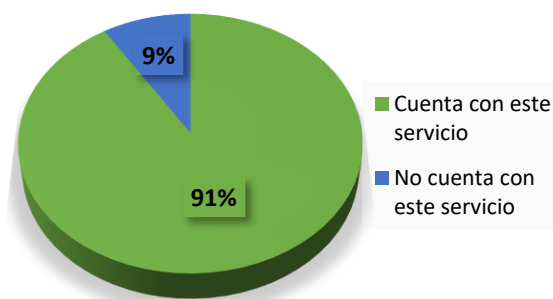


Gráfico 5: Energía eléctrica.
Fuente: El Autor.

2.5.7.2 Telefonía. Dispone del servicio de telefonía convencional que es proporcionado por la empresa Consejo Nacional de Telecomunicaciones CNT el servicio se considera bueno, el 87% no posee este servicio. Cabe mencionar que existe telefonía móvil, el 100% de la población posee este servicio.

TELÉFONO CONVENCIONAL

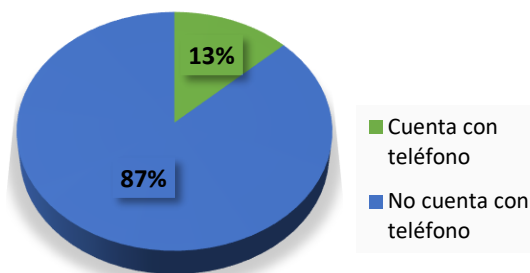


Gráfico 6: Teléfono convencional.
Fuente: El Autor.

2.5.7.3 Recolección de basura. La recolección es parcial el 60% no se beneficia de este servicio, el restante si cuenta con este servicio, la recolección se realiza en dos horarios; martes y viernes, siendo estos recogidos por el GAD Municipal de Paute los cuales son depositados en el relleno sanitario de Paute.

Los usuarios que no disponen de recolección de basura realizan la eliminación de la siguiente manera: quemarla 45%, enterrarla 6% y colocarla al medio ambiente 9% siendo esto una práctica negativa que causa daños al medio ambiente por consecuencia causando afecciones a la salud de los habitantes de esta zona.

RECOLECCIÓN DE BASURA

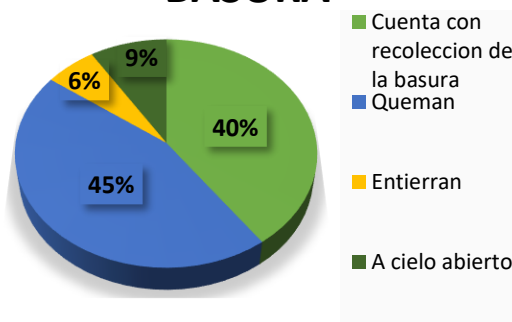


Gráfico 7: Recolección de basura.
Fuente: El Autor.

2.5.7.4 Abastecimiento de agua potable. En la comunidad se constató que el 100% posee un servicio de agua entubada con su respectivo medidor, los usuarios de este servicio pagan una tarifa mensual de \$2 dólares cobrado por la comunidad para dar mantenimiento a este servicio.

Se construyó una planta de tratamiento de agua potable por medio del GAD Municipal de Paute en la parte alta de esta comunidad, el Alcalde de Paute al inicio de este proyecto socializo que brindara este servicio a la Parroquia de Chican, la comunidad de Uzhupud y a la Comunidad de San Pablo, para lo cual los pobladores de San Pablo construyeron sus propios tanques de agua para recibir este servicio; sin embargo, una vez terminada esta obra la comunidad de San Pablo no fue beneficiada debido a que no estaba contemplada en el diseño. El GAD no dispone de los recursos necesarios, y socializar para a futuro cercano se haga las ampliaciones necesarias al sistema y así brinde este servicio a esta comunidad.

Al implementarse el sistema de agua potable los usuarios de la comunidad de San Pablo están dispuestos a pagar por el servicio ya que brindara una mejor calidad en su salud.



Fotografía 2: Tanques de agua entubada de la comunidad de San Pablo.
Fuente: El Autor.

2.5.7.5 Eliminación de excretas. La comunidad dispone de un sistema de eliminación de excretas mediante pozos sépticos, las mismas que para una eficiencia adecuada es necesario realizar una evacuación de forma periódica para evitar malos olores provocando condiciones de insalubridad en los pobladores. El 80% cuenta con pozos sépticos y el 20% no cuenta con este sistema de eliminación de excretas.

En la actualidad el 37% posee el servicio de alcantarillado, con la ampliación se pretende cubrir al 100% de la comunidad.

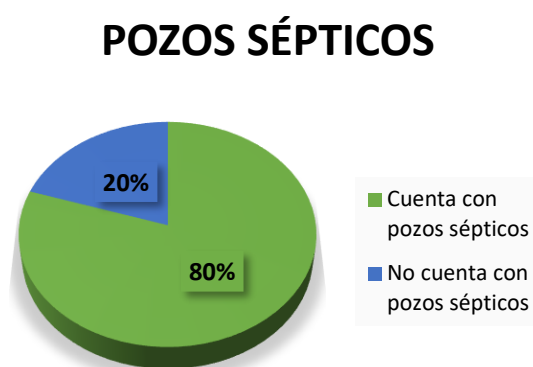


Gráfico 8: Pozos Sépticos.
Fuente: El Autor.

2.6 Uso Del Suelo

En la actualidad el 95% del suelo se encuentra desprovista de vegetación de ciclo corto tales como cultivos (maíz, frejol), la gran mayoría del terreno está constituido por pastos destinados a la alimentación del ganado, vegetación con especies de paja y árboles de clase leñosa.

CAPITULO III

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

3.1 Concepción Del Proyecto

Para la realización de este proyecto se hizo un estudio preliminar de la zona con la finalidad de implementar un servicio de manera eficiente, económico y que cubra a todos los pobladores de esta comunidad. En base a los estudios se decidió la utilización de dos tecnologías de recolección de aguas residuales, los cuales constarán de la siguiente forma; el primero será un alcantarillado sanitario convencional en la vía de acceso establecida y el segundo por medio de un sistema condominial, debido a las características que se presentan en este proyecto como son el relieve del terreno presentando pendientes pronunciadas, el tipo de suelo el cual posee una alta resistencia para su construcción y además presenta una población dispersa.

3.1.1 Alcantarillado convencional. Se denomina al sistema de recolección de aguas residuales en alcantarilla a lamina libre a gravedad y transportadas hacia un sistema de depuración de aguas residuales, este sistema se implementará sobre la plataforma de la vía de lastre que comunica la Parroquia de Chicán con la comunidad de San Pablo Alto con pozos de revisión por cambios de dirección, pendientes y saltos para reducir la energía. Este sistema cubrirá un total de doce usuarios

3.1.2 Alcantarillado condominial. Consiste en la recolección de aguas residuales de un conjunto de viviendas mediante colectores de diámetro pequeño con tubería de PVC, para luego ser desalojados a la red, este sistema se instalará por los predios de los pobladores de manera que se incorporan al sistema un total de treinta y tres usuarios.

3.1.3 Ventajas del sistema condominial en poblaciones dispersas

- Profundidades menores.
- Diámetros menores de tuberías.

- Mayores pendientes.
- Mayor facilidad para operación y mantenimiento.
- Cruzan los lotes de los usuarios.
- Cobertura del 100% a todos los usuarios.
- Reducción de costos: construcción, de operación y mantenimiento.
- Solo para aguas negras, las aguas grises pueden reutilizarse.

3.2 Bases De Diseño Generales

3.2.1 Periodo de diseño. Las redes de Alcantarillado Sanitario se construyen con una proyección de manera que el sistema funcione de forma eficaz. Para la selección el periodo de diseño óptimo se debe considerar los siguientes factores entre los cuales tenemos:

- Vida útil de los materiales a emplear.
- Crecimiento poblacional.
- Financiamiento por las entidades competentes.
- Facilidad de construcción, entre otros.
- Costos.

Tomando en cuenta los factores indicados se establece un periodo de diseño de 20 años, considerando además la ampliación de otros sectores o barrios.

3.2.2 Estudios topográficos. La topografía es un aspecto importante al momento de realizar el diseño de la red de alcantarillado sanitario ya que esta permite conocer datos como los desniveles, cotas, entre otros puntos relevantes del terreno. La planimetría está conformada por viviendas dispersas en toda el área del proyecto, con respecto a la altimetría todo el terreno es muy irregular con pendientes muy pronunciadas que van desde el 14% hasta llegar aproximadamente a un 40%. Cabe indicar que el GAD Municipal del Cantón Paute es la institución quien realizo el levantamiento topográfico y nos facilitó esta información.

A continuación, se presenta el estudio topográfico sobre la zona de la implementación del proyecto.

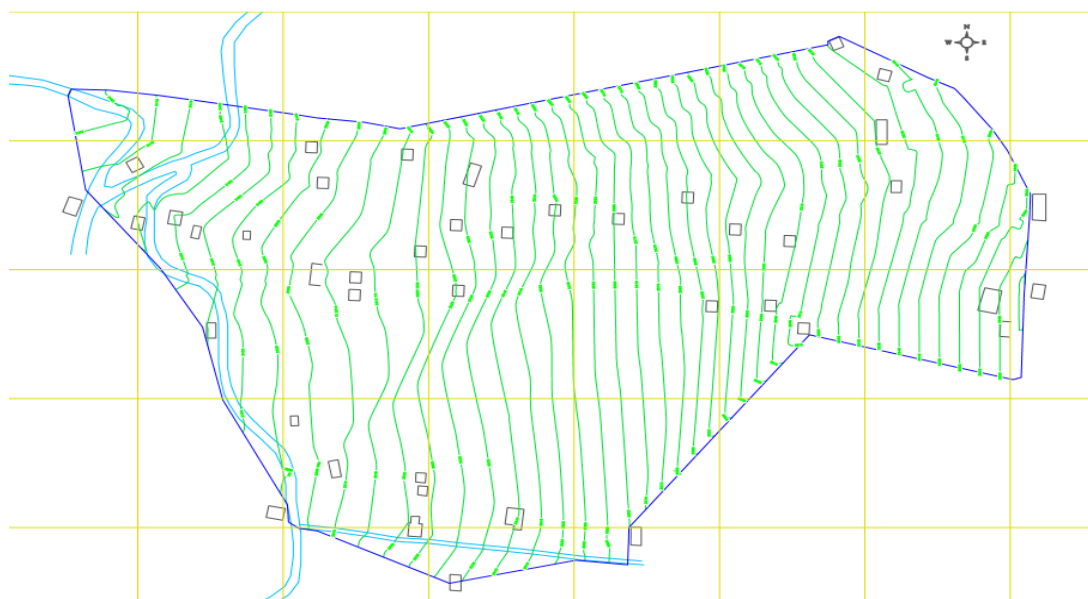


Imagen 5: Plano topográfico.
Fuente: GAD Municipal de Paute.

3.2.3 Población de diseño. Este aspecto es muy importante ya que nos permite definir el número total de habitantes que se tendrá al final del periodo del diseño.

Datos para la obtención de la población futura:

- Población actual 193 habitantes que se obtuvo mediante una encuesta socio-económica de la zona.
- Periodo de diseño 20 años.

3.2.3.1 Determinación de la tasa de crecimiento. La tasa de crecimiento es un parámetro que nos indica el incremento poblacional de un sector en un determinado tiempo. Para la obtención de este parámetro se tomó datos recolectados del INEC de la parroquia de Chicán, ya que la comunidad de San Pablo pertenece a esta jurisdicción. Estimando un promedio de los últimos censos se llegó a obtener una tasa de crecimiento promedio de 1.16% (Tabla 4).

Tabla 4: *Tasa de crecimiento poblacional.*

Año	Hombre	Mujer	Población Total	Tasa de crecimiento
1990	1251	1421	2672	
2001	1556	1774	3330	1.24
2010	1694	1950	3644	1.09
Promedio				1.16

Fuente: (INEC CPV, 2010.)

3.2.3.2 Estimación de la población futura. Esta población corresponde al número de personas que se estima tener al final del periodo de diseño. Para la estimación de la población futura se empleará los siguientes métodos: geométrico, aritmético y mixto.

- **Método geométrico.** Este método consiste en considerar que el aumento poblacional es constante similar a la tasa de interés compuesto. A continuación, se muestra su fórmula:

$$P_f = P_a * (1 + r)^n \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

P_f = Población futura (habitantes)

P_a = Población actual (habitantes)

n = Periodo de diseño (20 años)

r = Tasa de crecimiento (1,16%)

$$P_f = 193 * \left(1 + \frac{1.16}{100}\right)^{20} = 243 \text{ habitantes}$$

- **Método aritmético.** Considera que los habitantes tienen un crecimiento constante dentro de un tiempo determinado.

$$P_f = P_a * (1 + (r * n)) \quad (\text{Ec.2})$$

Donde:

Pf = Población futura (habitantes)

Pa = Población actual (193 habitantes)

n = Periodo de diseño (20 años)

r = Tasa de crecimiento (1,16%)

$$\mathbf{Pf} = 193 * (1 + (1,16 * 20)) = 237 \text{ habitantes}$$

- **Método Mixto.** Este método considera el promedio de los dos métodos anteriores.

$$\mathbf{Pf} = \frac{\mathbf{P1} + \mathbf{P2}}{2} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

Pf = Población futura (habitantes)

P1 = Población futura del método geométrico (243 habitantes)

P2 = Población futura del método aritmético (237 habitantes)

$$\mathbf{Pf} = \frac{243 + 237}{2} = 240 \text{ habitantes}$$

Se asumirá el valor obtenido por el método geométrico de 243 habitantes, siendo este valor el más acertado para este diseño.

3.2.4 Dotación de agua. La dotación se basa en la cantidad de agua por habitante por día para compensar las necesidades de cada habitante.

Para la obtención de la dotación futura se utilizó la Norma EX – IEOS. A continuación, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5: *Dotación de agua.*

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

Fuente: SSA. Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales (1993)

Con los datos obtenidos en base a la encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de San Pablo se ha determinado que la población es menor a 5000 habitantes y además tiene un clima templado estableciendo que la dotación sea 150 l/hab./día.

3.2.5 Áreas de aportación. Para el diseño de este proyecto se establecerá áreas tributarias actuales y áreas de expansión futura, estas superficies resultan al fragmentar el área determinada del proyecto en varias áreas que drenan a cada tramo proyectado de la red.

Estas áreas son calculadas a partir del levantamiento topográfico de la zona del proyecto. Con este dato y la densidad poblacional se procede a establecer los caudales para cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario.

3.2.6 Densidad poblacional. Corresponde al número promedio de habitantes de una zona en relación con una superficie de territorio.

$$\text{Densidad Poblacional} = \frac{\text{Población}}{\text{Area}} \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

Población = 243 habitantes

Área = 19.32 hectáreas

$$\text{Densidad Poblacional} = \frac{243}{19.32} = 12.58\text{hab/ha}$$

A continuación, se presenta un plano de las áreas de aportación.

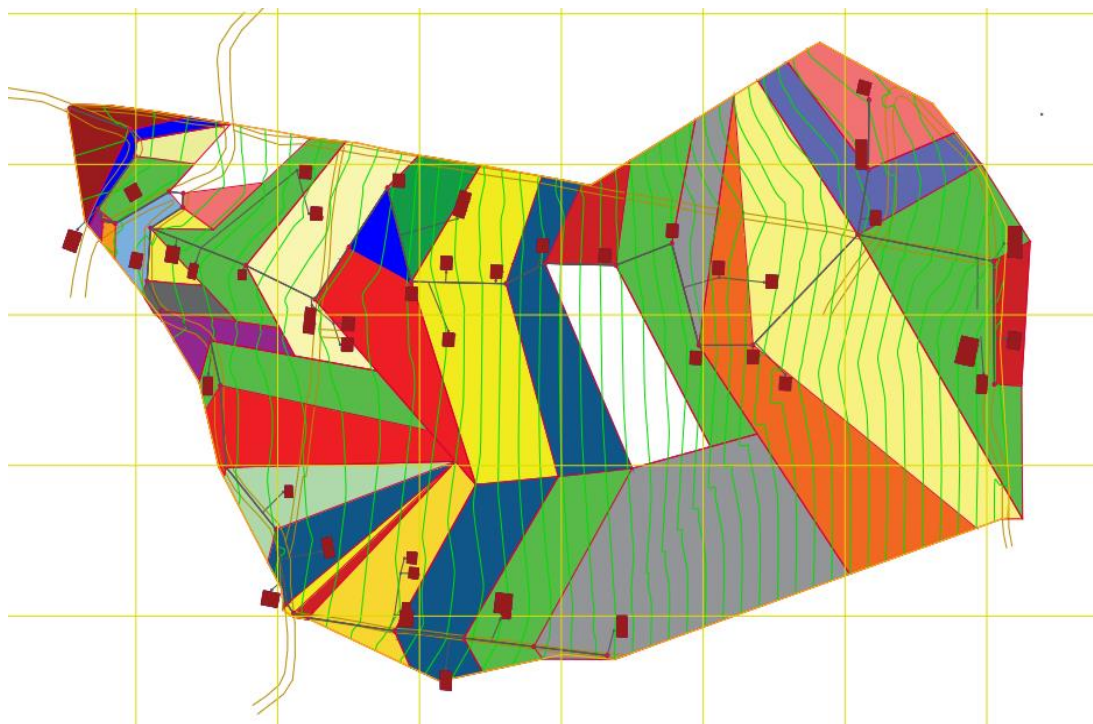


Imagen 6: Áreas de aportación.
Fuente: Elaboración Propia.

3.2.7 Diámetro de tubería. Para el alcantarillado convencional el Código Ecuatoriano de la Construcción recomienda que el diámetro mínimo debe ser de 200 mm, sin embargo, se diseñara con un diámetro de 250 mm. Debido que la densidad poblacional es baja y de gran pendiente para el alcantarillado condominial la Norma Brasileña sugiere un diámetro mínimo de 110 mm para la red principal y de igual manera para las conexiones de las viviendas, siendo estos diámetros los que se utilizaran.

3.2.8 Material de la tubería. La selección del tipo de material de la tubería es un aspecto importante que nos dará la seguridad necesaria para la recolección de las aguas residuales y así realizar el diseño del alcantarillado, ya que debe cumplir con los estándares de calidad requeridos.

Para este proyecto se ha visto conveniente utilizar tubería de PVC, debido a su fácil manejabilidad y por su peso que facilita su instalación. Las características presentadas como son: la pendiente de la vía, el relieve y el tipo de suelo se considera que el PVC es el adecuado.

3.2.9 Estudios de suelo. Se tomó una muestra de suelo a 0.80 metros de profundidad debido a su alta resistencia que no permitió llegar a la profundidad requerida mínima de 1.5 m de profundidad, debido que la excavación se realizó a mano con ayuda de pobladores de la comunidad; luego de haber obtenido la muestra se procedió a realizar los respectivos ensayos con la finalidad de conocer la capacidad portante sobre el cual se va implementar el sistema de alcantarillado.

Los ensayos que se realizaron son los siguientes:

- Análisis granulométrico.
- Humedad Natural.
- Limite líquido.
- Limite plástico.
- Índice de plasticidad.



Fotografía 3: Excavación para toma de muestra del suelo.
Fuente: El Autor.

3.2.9.1 Resultados de los ensayos. Una vez obtenido los resultados de los ensayos correspondientes se procedió a realizar la clasificación del suelo mediante el ASSHTO y el SUCS.

De acuerdo a la clasificación del ASSHTO el resultado obtenido de la muestra nos indica que es un suelo A3 (0), arena fina de excelente a buena calidad.

La clasificación por el SUCS nos dio como resultado que es un suelo de tipo SW que indica que son ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS CON GRAVAS CON POCA O NADA DE FINOS.

Con respecto a los límites se obtuvo los siguientes valores el líquido tiene un valor de 33.5 y el plástico 32.9. El índice de plasticidad es de 0.6 que se estima como No Plástico (NP).

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad Católica de Cuenca, ver Anexo 2.

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

4.1 Parámetros De Diseño

Para la estimación de los caudales para estos sistemas de alcantarillado se utilizarán formulas establecidas en la materia de Ingeniería Sanitaria y los criterios asumidos para el presente proyecto que se detallan a continuación:

4.1.1. Coeficientes de retorno (R). Se refiere a la cantidad de agua de uso doméstico que es devuelto como agua residual a la red de alcantarillado sanitario.

Tabla 6: *Coeficiente de retorno R.*

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de Retorno R
Bajo y medio	0.70 – 0.80
Medio alto y alto	0.80 – 0.85

Fuente: Norma Colombia RAS, 2000.

Para este diseño se estimó el valor de 0.80 debido a una complejidad baja del proyecto debido a que no presenta inconvenientes de diseño.

4.1.2 Caudal medio. Este caudal es el consumo que realiza la población durante un día.

A continuación, se muestra su fórmula:

$$Q_{med} = \frac{Dot * P_{ob} * R}{86400} \quad (Ec. 5)$$

$$Q_{med} = \frac{150 * 243 * 0.8}{86400} = 0.3375 \text{ l/s}$$

Donde:

Q_{med} = Caudal Medio Diario (l/s).

Dot = Dotación (150 l/hab./día).

P_{ob} = Población futura (243 habitantes).

R = Coeficiente de retorno (0,80).

4.1.3 Coeficiente de flujo máximo. Este coeficiente es la relación entre el caudal medio diario y el caudal máximo horario, sirve para estimar el consumo máximo en una hora y depende del tamaño de la población intervenida en el proyecto.

Para este diseño se ha considerado la fórmula de Harmon:

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}} \quad (\text{Ec. 6})$$

$$K = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{243}{1000}}} = 4.12$$

Donde:

K = Coeficiente de flujo máximo.

P = Población 243 habitantes.

4.1.4 Caudal máximo horario.

La siguiente expresión corresponde al caudal máximo horario:

$$Q_{mh} = \frac{\text{Dot} * \text{Pob} * R}{86400} * K \quad (\text{Ec. 7})$$

$$Q_{mh} = \frac{150 * 243 * 0.8}{86400} * 4.12 = 1.39 \text{ l/s}$$

Donde:

Dot = Dotación (150 l/hab./día).

Pob = Población futura (243 habitantes).

R = Coeficiente de retorno (0,80).

K = Coeficiente de flujo máximo (Fórmula de Harmon).

4.1.5 Caudal mínimo de diseño. Este caudal se recomienda utilizar en los tramos iniciales de la red. Si el caudal del colector inicial es menor que q_{medio} de aguas residuales; entonces se utilizara 1.5l/s de acuerdo a la norma brasileña que corresponde al caudal de la descarga de un inodoro sanitario.

4.1.6 Caudal de infiltración. Este caudal consiste en la infiltración de aguas lluvias hacia la tubería a través de las juntas y también por el nivel freático alto.

Tabla 7: Valores de infiltración en tuberías (L/s/km)

	Tubo de cemento		Tubo de arcilla		Tubo de arcilla vitrificada		Tubo de P.V.C	
	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma
Unión Nivel freático bajo	0.5	0.2	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.05
Nivel freático alto	0.8	0.2	0.7	0.1	0.3	0.1	0.15	0.5

Fuente: Norma Boliviana NB 688-01 “Instalaciones Sanitarias - Alcantarillado Sanitario, Pluvial y Tratamiento de aguas residuales, 2001.

Considerando que el lugar es seco, por tanto, con un nivel freático bajo, el material de la tubería de PVC y el tipo de unión en los pozos será con hormigón, para el diseño se ha determinado un caudal de 0.15 (l/s/km).

$$Q_i = \frac{\text{Long de la red} * \text{coef de infiltración}}{1000} \quad (\text{Ec. 8})$$

$$Q_i = \frac{1682.04 * 0.15}{1000} = 0.252 \text{ l/s}$$

Donde:

Longitud de la red (1682.04 m).

Coefficiente de infiltración (0.15 l/s/km).

4.1.7 Caudal de conexiones erradas. Este caudal es producido por conexiones defectuosas o incorrectas, así como conexiones ocultas. El caudal por conexiones erradas puede ser del 5% al 10% del caudal máximo horario. Se ha considerado el 10% con la finalidad de brindar mayor seguridad al diseño.

$$Q_e = Q_{mh} * \text{factor de conexiones erradas} \quad (\text{Ec 9})$$

$$Q_e = 1.39 * 0.1 = 0.139 \text{ l/s}$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario (1.39 l/s).

Factor de conexiones erradas (0.1)

4.1.8 Caudal de diseño. La suma de los caudales antes mencionados será el caudal de diseño.

$$\mathbf{Qd = Qmh + Qe + Qi} \text{ (Ec. 10)}$$

$$\mathbf{Qd = 1.39 + 0.139 + 0.252 = 1.78 l/s}$$

Donde:

Q_d = Caudal de diseño.

Q_{mh} = Caudal máximo horario (1.39 l/s).

Q_e = Caudal por conexiones erradas (0.139 l/s).

Q_i = Caudal de infiltración (0.252 l/s).

4.2 Trazado y Profundidad de las Tuberías

4.2.1 Alcantarillado convencional. Las tuberías pasaran por debajo de las de agua potable a una distancia ideal para evitar inconvenientes.

- Se diseñará a profundidades optimas con la finalidad que recojan las aguas servidas de las viviendas más bajas a uno u otro lado de la calzada.
- La tubería en la vía debe estar a una profundidad mínima de 1.2 m para soportar el tránsito vehicular.

4.2.2 Alcantarillado condominial.

- El trazado de la tubería será por lugares donde se obtenga la menor longitud de tramos de tubería y a su vez conecte a todos los usuarios.
- La profundidad de los colectores puedes alcanzar hasta una profundidad máxima de 1.20 m, sin embargo, en casos particulares se puede profundizar algo más.

4.3 Velocidades

Para estas velocidades se utiliza el mismo criterio para los dos tipos de alcantarillado. La velocidad es un parámetro definitivo para la realización de este sistema de alcantarillado ya que debe verificar las velocidades tanto como mínima y máxima que se requiere.

4.3.1 Velocidad mínima. Esta velocidad debe ser 0,45 m/s, aunque se recomienda para dar mayor confiabilidad en el diseño sea mayor de 0,6 m/s, así evitara la acumulación de sedimentos.

4.3.2 Velocidad máxima. Para esta velocidad depende del tipo de material de la tubería, en este diseño se utilizará tubería de PVC, los valores de esta velocidad se indica en la siguiente tabla:

Tabla 8: *Velocidades máximas a tubo lleno.*

Material	Velocidad Máxima (m/s)	Coefficiente de Rugosidad
H.S con uniones de mortero	4	0.013
H.S de neopreno para nivel freático alto	3.5 – 4	0.013
Asbesto cemento	4.5 – 5	0.011
Plástico	4.5	0.011

Fuente: (Código Ecuatoriano de la construcción. C.E.C, 1992)

Al ser PVC el material a utilizar en el diseño se consideró una velocidad máxima de 4,5 m/s con la finalidad de evitar que ocurra la acción abrasiva de los sedimentos transportadas por las aguas residuales, con una rugosidad de 0,011.

4.4 Hidráulica del alcantarillado

Para la determinación del cálculo del alcantarillado sanitario se debe considerar dos tipos de flujo: a sección llena y sección parcialmente llena.

A continuación, se indica las fórmulas utilizadas para determinar el dimensionamiento para los dos casos, siendo estas fórmulas las mismas para los dos sistemas de alcantarillado.

4.4.1 Tubería a sección llena.

- **Velocidad:**

Se empleará la fórmula de Manning.

$$V = \frac{1}{n} * \frac{Rh^{\frac{2}{3}}}{4} * J^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde:

V = Velocidad (m/s).

n = Coeficiente de rugosidad.

J = Pendiente de gradiente hidráulico (m/m).

Rh = Radio hidráulico (m).

- **Radio hidráulico**

Para determinar el radio hidráulico se aplica la siguiente fórmula:

$$Rh = \frac{D}{4} \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde:

D = Diámetro de la tubería (m).

Con lo cual la fórmula de la velocidad en función del radio hidráulico quedara de la siguiente manera:

$$V = \frac{0.397}{n} * D^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 13})$$

- **Caudal:**

$$Q = V * A \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s).

V = Velocidad (m/s).

A = Área (m²).

Remplazando la ecuación 11 en la ecuación 12 se obtiene:

$$Q = \frac{0.312 * D^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s).

D = Diámetro (m).

J = Pendiente.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

4.4.2 Tubería a sección parcialmente llena.

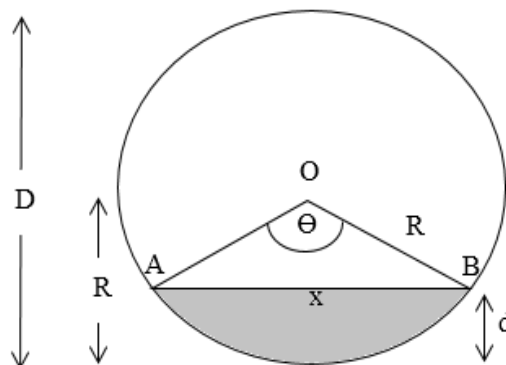


Imagen 7: Tubo a sección parcialmente llena.
Fuente: El Autor.

Dónde:

D = Diámetro de la tubería.

R = Radio de la tubería.

d = Altura del flujo.

Θ = Ángulo central.

Área del sector circular:

$$A. S. C = \frac{R^2 * \theta}{2}$$

Área del triángulo AOB:

Área del flujo igual:

$$\text{Área del flujo} = A. S. C - A. \Delta. AOB$$

$$A. S. c - A. \Delta. AOB = \frac{R^2 * \theta}{2} - \frac{R^2 \text{sen} \theta}{2}$$

$$A. S. c - A. \Delta. AOB = \frac{R^2 * \theta}{2} - \frac{R^2 \text{sen} \theta}{2}$$

$$A. \Delta. AOB = \frac{X(R - d)}{2}$$

$$A. S. C - A. \Delta. AOB = \frac{R^2}{2} (\theta - \text{sen}\theta)$$

$$A = 2R * \text{sen}(\theta/2)$$

$$\text{Área del flujo} = \frac{D^2}{8} (\theta - \text{sen}\theta) \quad (\text{Ec. 16})$$

$$(R - d) = R * \text{cos}(\theta/2)$$

$$\theta = 2\text{ArcCos}\left(\frac{R-d}{R}\right)$$

$$\theta = 2\text{ArcCos}\left(1 - \frac{2d}{D}\right)$$

$$A. \Delta. AOB = \frac{R \text{cos}\left(\frac{\theta}{2}\right) * 2 \text{sen}\left(\frac{\theta}{2}\right)}{2}$$

$$\text{Si } \text{sen}2\theta = 2\text{sen}\theta\text{cos}\theta$$

Perímetro mojado

Por lo tanto:

Longitud del arco = $R * \theta$

$$(\text{sen}\theta)/2 = \text{sen}(\theta/2)\text{cos}(\theta/2)$$

Por lo tanto:

$$A. \Delta. AOB = \frac{R^2 \text{sen}\theta}{2}$$

$$P = \left(\frac{D}{2}\right) * \theta \quad (\text{Ec. 17})$$

- **Radio hidráulico**

$$R_h = \frac{\text{Área de flujo}}{\text{Perímetro mojado}}$$

$$R_h = \frac{\frac{D^2}{8} * (\theta - \text{sen}\theta)}{\left(\frac{D}{2}\right) * \theta} \quad (\text{Ec. 18})$$

Donde:

θ = Angulo central.

D = Diámetro.

4.4.3 Tensión tractiva. Se define como al esfuerzo cortante tangencial unitario ejercido por el líquido sobre el colector y en consecuencia sobre el material depositado.

$$\tau = \gamma * g * R * S \quad (\text{Ec. 19})$$

Donde:

τ = Tensión tractiva en pascal (Pa).

γ = Densidad del agua (1000 kg/m³).

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²).

R = Radio Hidráulico (m).

S = Pendiente de la Tubería (m/m).

4.4.4 Pendientes. Las tuberías seguirán las pendientes del terreno natural, buscando así alcanzar la pendiente óptima que garantice las velocidades permisibles; como su máxima y a su vez las mínimas que permita realizar la auto limpieza de cada tramo.

Para el alcantarillado condominial se diseñará con la pendiente mínima de cada tramo.

4.5 Obras Complementarias

4.5.1 Pozos, cajas de revisión y conexiones domiciliarias.

4.5.1.1 Alcantarillado convencional. Los pozos son elementos que nos permiten el acceso a la red para realizar su inspección y limpieza de una forma adecuada.

- En todo cambio de dirección, pendiente y cambio de diámetro de la tubería.
- En sitios donde exista concurrencia de varias tuberías o colectores.

La distancia máxima permisible está en relación al diámetro de la tubería los cuales están indicados en la siguiente tabla:

Tabla 9: *Distancia máxima entre pozos.*

Diámetro (mm)	Distancia (m)
< 350	100
400 – 800	150
> 800	200

Fuente: Norma del EX – IEOS.

El diámetro del pozo dependerá del diámetro de la tubería conectada al mismo. A continuación, se muestra la siguiente tabla:

Tabla 10: *Diámetros internos de los pozos de revisión.*

Diámetro de la tubería (mm)	Diámetro del Pozo (m)
≤ 550	0,9
> 550	Diseño especial

Fuente: Norma del EX – IEOS.

Según la Norma CO 10.07 – 601, SENAGUA, (2014), la abertura superior del pozo será como mínimo de 600mm. El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del pozo.

Las conexiones domiciliarias se empieza con una estructura denominados caja de revisión, la cual llegara la conexión intradomiciliara. Deben tener como mínimo una sección de 0,6 x 0,6m y una profundidad mínima de 0,8m, con una pendiente mínima de 1%, además se debe realizar las conexiones domiciliarias con tuberías de un diámetro mínimo de 150mm.

4.5.1.2 Alcantarillado condominial. Los colectores de este sistema consideran un diámetro mínimo para la red principal de 110mm al igual para las conexiones a las viviendas, el material de estos conductos será de PVC.

El accesorio para la conexión de la tubería a los pozos de revisión se hará mediante “codos” y para las conexiones con la red principal se realizará con “Yees” o “Tees”.

Los pozos de revisión domiciliarios son tubos de HS de 300 mm de diámetro, conectado en la parte superior con las aguas servidas y en la parte inferior la descarga. También se pueden construir cajas de mampostería.

Estos pozos se caracterizan por ser construidos exclusivamente para el mantenimiento y no para realizar cambios de dirección, pendiente y diámetro como en el sistema convencional.

4.6 Cálculos hidráulicos y diseño geométrico de la red de alcantarillado

Se utilizó el Programa Civil 3D para el diseño geométrico, para los cálculos de diseño se utilizará una hoja de cálculo electrónica denominada Microsoft EXCEL, ver Anexo 3.

CAPITULO V

EVALUACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE

La comunidad de San Pablo cuenta con una red de alcantarillado sanitario convencional y una planta de tratamiento de aguas residuales, construidos en el año 2009; sin embargo, esta red no sirve a toda la población, por lo que es necesario la ampliación del sistema que se conectara al sistema de alcantarillado existente, que incrementara el caudal a esta red siendo necesario su evaluación.

5.1 Catastro de la red del alcantarillado sanitario

La recopilación de la información necesaria para la estimación de la cobertura y evaluación del sistema de alcantarillado existente se realizó a partir de un catastro. Para la elaboración del mismo fue necesario el levantamiento topográfico de la red, obteniendo como información la ubicación, la profundidad de los pozos de revisión para determinar la pendiente de los tramos, así como también se hizo una inspección para conocer la sección y material de los colectores. Este sistema fue diseñado para un periodo de 25 años con una cobertura de 29 familias.

A continuación, se muestra un resumen de la información recopilada del estado de la red:



Fotografía 4: Inspección del pozo # 9.
Fuente: El Autor.

En la Fotografía 5 se observa que el pozo se encuentra en buen estado, no presenta acumulación de sedimentos, el flujo es normal.



Fotografía 5: Inspección del pozo # 13.
Fuente: El Autor

En este pozo se observa que tiene corrosión en la tapa y en la escalera.



Fotografía 6: Inspección del pozo # 21.
Fuente: El Autor.

En la fotografía 6 se observa un desgaste en la pared del pozo.

Este sistema cuenta con un total de 24 pozos de revisión de 600 mm de diámetro de hormigón ciclópeo con alturas desde 1.24 m a 3.46 m, la tubería de los colectores es de 200

mm de hormigón simple y tienen pendientes que van desde el 2.8% hasta alcanzar la pendiente máxima de 13.5%.

Esta red de alcantarillado tiene una longitud de 1115.38 m, la cual está emplazada sobre la vía San Pablo-Los Olimpos, caminos y en otro sector se emplaza por un terreno de cultivos.

Se presenta un resumen del catastro realizado de los pozos que se logro obtener información.

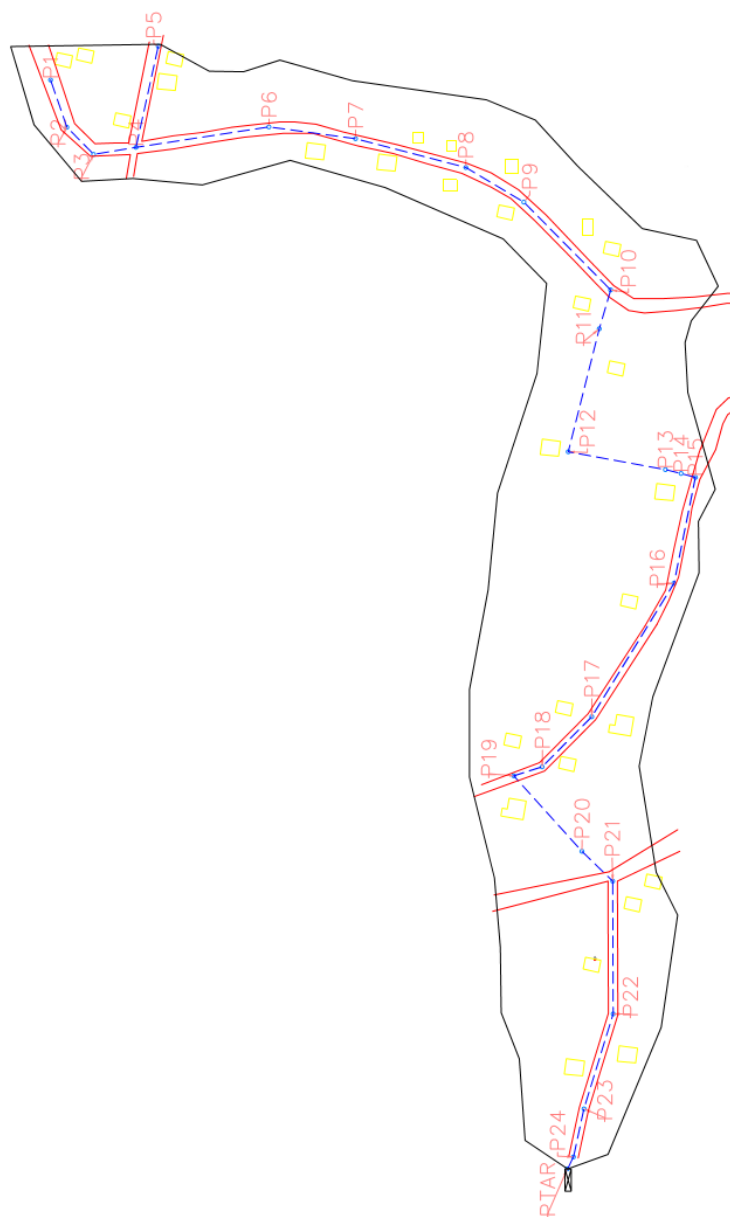


Imagen 8: Red de alcantarillado existente.

Fuente: El Autor.

Tabla 11: Catastro de la red de alcantarillado existente.

Sector	Pozo	Altura del pozo	Sección y material	Observaciones
Vía	1-2-3-4		Ø = 600mm Hormigón C	No se pudo inspeccionar estos pozos
Camino	5	1.3 m	Ø = 600mm Hormigón C	Se encuentra en buen estado
Vía	6-7-8		Ø = 600mm Hormigón C	No se pudo inspeccionar estos pozos
Vía	9	1.35 m	Ø = 600mm Hormigón C	Presenta fallas en su tapa
Vía	10		Ø = 600mm Hormigón C	No se pudo inspeccionar este pozo
Camino	11	1.25 m	Ø = 600mm Hormigón C	Se encuentra en buen estado
Vía	12		Ø = 600mm Hormigón C	No se pudo inspeccionar este pozo
Terreno Agrícola	13	1.26 m	Ø = 600mm Hormigón C	Se encuentra en buen estado
Vía	14-15		Ø = 600mm Hormigón C	No se pudo inspeccionar estos pozos
Vía	16	1.63 m	Ø = 600mm Hormigón C	Presenta fallas en su pared
Vía	17-18		Ø = 600mm Hormigón C	No se pudo inspeccionar estos pozos
Vía	19	2.85 m	Ø = 600mm Hormigón C	Presenta corrosión en su tapa
Terreno Agrícola	20	2.93 m	Ø = 600mm Hormigón C	Se encuentra en buen estado
Camino	21	2.95 m	Ø = 600mm Hormigón C	Presenta corrosión en la escalera
Camino	22	2.96 m	Ø = 600mm Hormigón C	Se encuentra en buen estado
Camino	23	2.9 m	Ø = 600mm Hormigón C	Se encuentra en buen estado
Camino	24		Ø = 600mm Hormigón C	No se pudo inspeccionar este pozo

Fuente: El Autor.

La inspección de los pozos de revisión no se pudo hacer en su totalidad, ya que la mayoría se encontraban sobre la vía, lo cual dificultó por motivo de que sus tapas se encontraban presionadas con el brocal debido al tráfico vehicular.

5.2 Diagnóstico de la red de alcantarillado del análisis hidráulico

El caudal más desfavorable del nuevo aporte del caudal debido a la ampliación con la pendiente mínima de 2.8 % a sección llena es de 54.9 l/s y a sección parcialmente llena es de 4.17 l/s, para tubería de 200 mm, dando como conclusión que esta tubería funcionará normalmente con la nueva ampliación de la red.

Analizados los datos del catastro se observa que la red presenta problemas leves debido a la falta de mantenimiento, los mismos que se detallan a continuación:

- En algunos pozos de revisión presentan un desgaste en sus paredes.
- Algunas tapas y escaleras contienen corrosión.
- No presentan acumulación de sedimentos en los pozos.
- Hay pozos que se encuentran cubiertos de maleza.
- El caudal que se presenta en esta red es bajo.
- El flujo de evacuación es normal.

Sin haberse presentado problemas graves en la red se puede decir que el sistema se encuentra en buenas condiciones en su funcionalidad y por tanto puede alargarse su periodo de diseño; Es decir, puede recibir el aporte del nuevo sistema que tendrá un incremento de 45 familias, que con un mantenimiento adecuado no se presentaran inconvenientes en su funcionalidad.

5.3 Descripción de la planta de tratamiento de aguas residuales existente

Esta planta se construyó en el año del 2009, se encuentra ubicada en la zona baja de la comunidad de San Pablo a una altitud de 2412.74 msnm, la cual se encuentra aproximadamente a 6 m de distancia de la quebrada denominada N7, que desemboca en el río

Paute. Esta planta está conformada por una caja de llegada con rejilla, una fosa séptica y un filtro biológico anaerobio.



Fotografía 7: Esquema de la planta de tratamiento de aguas residuales.
Fuente: El Autor.

5.3.1 Caja de llegada. Esta caja tiene una sección de $1.8 \times 1.2 \times 1$ m, está compuesta por una válvula a la entrada y una rejilla con una abertura de 1.6 cm que tiene como objetivo retener los residuos que superen la separación entre barras, a su vez reduce la velocidad de llegada. En esta caja se observó que se encontraba con sedimentos provocando taponamiento de la rejilla por la falta de mantenimiento.



Fotografía 8: Caja de llegada.
Fuente: El Autor.

5.3.2 Fosa séptica. Esta fosa tiene una sección de $10.3 \times 3.7 \times 2.3$ m y está compuesta por dos cámaras las cuales funcionan con normalidad. Esta estructura a su alrededor está cubierta de maleza debido a que la comunidad no realiza su mantenimiento.



Fotografía 9: Fosa séptica.
Fuente: El Autor.

5.3.3 Filtro anaerobio. Este filtro es de una sección de $6 \times 3.2 \times 3$ m. El material filtrante está constituido por grava de tamaño de 1,5" a 3", sobre la cual se desarrolla la masa biológica útil para el tratamiento. No se pudo observar el estado del filtro debido a que se encuentra cubierto por material orgánico adherido al lecho filtrante (grava) y sumergido.



Fotografía 10: Filtro anaerobio.
Fuente: El Autor.

El plano de la planta de tratamiento de aguas residuales se muestra en el Anexo 6.

5.4 Toma de las muestras de las aguas residuales

Previo al análisis y con la finalidad de disponer de información necesaria que ayude a evaluar la eficiencia de este sistema, se procedió a realizar un monitoreo de 10 horas consecutivas para obtener muestras compuestas con el propósito de determinar los parámetros de calidad de agua durante un día normal de actividades de los usuarios. Se tomaron muestras de agua a la entrada y a la salida de la planta para determinar su eficiencia. Los resultados proporcionados por el laboratorio de Saneamiento de ETAPA EP se adjuntan en el Anexo 4, la siguiente tabla indica los resultados adquiridos y su comparación en base a la norma determinada por el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).

5.5 Análisis de resultados

Primeramente se procedió a conocer la composición de estas aguas residuales, con la finalidad de saber que concentración de contaminantes contiene. Según Metcalf & Eddy la composición de las aguas residuales domésticas clasifica en fuerte, media y débil de acuerdo a la concentración que se presentan en ella.

Tabla 12: Concentración de contaminantes en aguas residuales domésticas.

CONTAMINANTE	UNIDAD	CONCENTRACIÓN			ENTRADA	SALIDA
		FUERTE	MEDIA	DEBIL	PTAR	PTAR
Sólidos Totales	mg/l	1200	720	350	436	445
DBO5	mg/l	400	220	110	74	39
DQO	mg/l	1000	500	250	168	98
Fósforo Total	mg/l	15	8	4	2.07	1.32
Nitrogeno Amoniacal	mg/l	50	25	12	5.12	5.69

Fuente: (Metcalf & Eddy, 2003)

En base a las muestras y a los resultados adquiridos se llegó a determinar que estas aguas tienen valores por debajo del rango de concentración débil, por lo tanto, es un agua con concentración muy débil.

5.6 Interpretación De Los Parámetros Del Agua Residual

Los resultados obtenidos por el Laboratorio de Saneamiento de ETAPA EP se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 13: Resultados de los análisis de aguas residuales.

Parámetros	Unidad	Entrada PTAR	Salida PTAR	Límite Permisible TULAS	Remoción %
DBO5	mg/l	74	39	100	47
DQO	mg/l	168	98	200	42
FÓSFORO TOTAL	mg/l	2.07	1.32	10	36
NITROGENO AMONIACAL	mg/l	5.12	5.69	30	Aumento
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	69	24	130	65
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	436	445	1600	Aumento
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	626	594		

Fuente: El Autor.

5.6.1 Sólidos suspendidos totales. Los sólidos suspendidos totales se encuentran dentro del límite permisible del TULAS, debido a que la cantidad de materia orgánica es baja. Este parámetro es el contaminante más frecuente en las aguas residuales.

5.6.2 Sólidos totales. Los sólidos totales se encuentran dentro de los límites permisibles, sin embargo, presentan un incremento de este contaminante. Su motivo se debe a que existe una acumulación excesiva de sólidos debido a la falta de mantenimiento en la planta.

La medida de los ST nos indica la cantidad total de sólidos presentes, independientemente de su ambiente y de la forma al cual se encuentren en el agua.

5.6.3 Conductividad. La conductividad es de 594 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a la salida de la planta siendo un valor normal, ya que cuando se presentan valores muy altos no es adecuada para la vida de ciertas especies. Por tanto, cuando la conductividad tiene un valor normal las aguas residuales tienden a tener un color claro. Cuando existe una conductividad alta produce turbidez en el agua residual.

5.6.4 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y Demanda química de oxígeno (DQO). La DBO como la DQO presentan valores bajos a la entrada de la planta, los cuales están debajo de los límites permisibles; por tanto, a la salida luego de ser tratados son aún más bajos, esto se debe a que en la planta hay depuración. Estos valores nos indican que la carga contaminante tanto de la materia orgánica e inorgánica es muy baja, se estima a que los habitantes de la zona en la mayoría del tiempo no pasan en sus casas ya que ellos trabajan en el campo, por tanto, al suceder esto no producen una cantidad elevada de contaminación y por ende hay una descarga puntual a la red y la planta.

5.6.5 Fósforo total. El fósforo total se reduce debido a que son nutrientes necesarios para el crecimiento de los microorganismos, cuando existe cantidades elevadas de este contaminante provoca el crecimiento de macro y microorganismos nocivos. En la planta se da una reducción de 36% de este contaminante.

5.6.6 Nitrógeno amoniacal. El nitrógeno amoniacal aumenta debido a la mineralización del nitrógeno presente en la materia orgánica. Este parámetro indica el régimen alimenticio de esta comunidad.

En función de los resultados del análisis de aguas residuales de estos parámetros se llega a la conclusión que todos estos parámetros están dentro del límite permisible por el TULAS y por tal razón la planta está trabajando de manera eficiente y está en la capacidad de recibir un nuevo caudal.

5.7 Comprobación de la eliminación de los contaminantes

La DBO5 tiene una remoción del 47% por tanto está dentro del rango de eficiencia de remoción que es de 30 -50% y los sólidos suspendidos tienen una eficiencia de remoción de 65% siendo este valor optimo, ya que el rango de remoción esta entre 60 – 70%, por tanto, cumple con la eficiencia de remoción de estos contaminantes.

5.8 Análisis hidráulico de la PTAR

La planta recibe las aguas residuales del sistema existente, que en la actualidad recoge el caudal de 29 familias; con la ampliación del sistema de alcantarillado recogerá a 45 usuarios sumando un total de 74 usuarios con una población de 389 habitantes.

Para el análisis de los caudales se realizará con el caudal actual y con la población que se incorpora al sistema que recibe la planta de tratamiento.

5.8.1 Cálculo de los caudales

- **Caudal real de la red existente:**

Población futura: 145 habitantes.

Calculo del caudal real:

$$Q_{med} = \frac{150 * 145 * 0.8}{86400} = 0.201 \text{ l/s}$$

$$Q_{mh} = 0.201 * 4.12 = 0.829 \text{ l/s}$$

$$Q_e = 0.1 * 0.829 = 0.0829 \text{ l/s}$$

$$Q_i = \frac{0.15 * 1115.38}{1000} = 0.167 \text{ l/s}$$

$$\text{Caudal del sistema existente} = 0.829 + 0.0829 + 0.167 = 1.08 \text{ l/s}$$

- **Caudal real del nuevo sistema**

Población futura: 243 habitantes.

Calculo del caudal real:

$$Q_{med} = \frac{150 * 243 * 0.8}{86400} = 0.337 \text{ l/s}$$

$$Q_{mh} = 0.337 * 4.12 = 1.39 \text{ l/s}$$

$$Q_e = 0.1 * 1.39 = 0.139 \text{ l/s}$$

$$Q_i = \frac{1682.04 * 0.15}{1000} = 0.252 \text{ l/s}$$

$$\text{Caudal real del nuevo sistema} = 1.39 + 0.139 + 0.252 = 1.781 \text{ l/s}$$

El caudal total real que recibirá la planta de tratamiento de los dos sistemas es de 2.86 l/s.

Según el diseño realizado por el Gobierno Provincial del Azuay esta planta está diseñada para recibir un caudal de 4.7 l/s.

5.8.2 Cálculo del tiempo de retención hidráulico

- **Caudales:**

Datos:

Caudal actual: 1.08 l/s

Caudal nuevo: 1.78 l/s

Caudal total = 1.08 + 1.78 = 2.86 l/s

5.8.2.1 Caja de llegada.

- **Dimensiones:**

Ancho (b): 0.8 m

Alto (h): 0.7 m

Largo (L): 1.2 m

Volumen: 0.672 m³

TRH Norma: 2 - 3 min

$$TRH = \frac{V}{Q} \text{ (Ec. 20)}$$

Donde:

THR = Tiempo de retención hidráulico (minutos o días)

Q = Caudal de llegada a la PTAR

V = Volumen de la PTAR

Por lo tanto:

TRH Actual: 10.37 min Cumple.

TRH Nuevo: 3.92 min Cumple.

5.8.2.2 Fosa séptica.

- **Dimensiones:**

Ancho (b): 3.3 m

Alto (h): 1.7 m

Largo (L): 9.7 m

Volumen: 54.42 m³

TRH Norma Brasileña: 0.5-1 días

Por lo tanto:

TRH Actual: 0.58 días Cumple.

TRH Nuevo: 0.22 días No Cumple.

- **Comprobación de dimensiones:**

Relación entre largo (L) y ancho (b): $2 \leq L/b \leq 4$

Dónde: $L/b = 2.94$

$\therefore 2 \leq 2.94 \leq 4$ Cumple.

Relación entre ancho (b) y altura útil (h): $b \leq 2h$

Dónde: $2h = 3.4$

$\therefore 3.3 \leq 3.4$ Cumple.

5.8.2.3 Filtro anaerobio.

- **Dimensiones:**

Ancho (b): 2.8 m

Alto (h): 2.9 m

Largo (L): 5.6 m

Volumen = 45.47 m³

TRH Norma: 0.5-1 días

Por lo tanto:

TRH Actual: 0.5 días Cumple

TRH Nuevo: 0.19 días No Cumple

- **Comprobación de dimensiones:**

Relación entre largo (L) y altura útil (h): $L \leq 3h$

Dónde: $3h = 8.7 \text{ m}$

$\therefore 5.7 \leq 8.7$ Cumple.

Relación entre ancho (b) y altura útil (h): $b \leq 3h$

Dónde: $3h = 8.7 \text{ m}$

$\therefore 2.8 \leq 8.7$ Cumple.

Como conclusión la PTAR cumple con las dimensiones y los tiempos de retención hidráulica para el caudal actual, pero no cumple para el nuevo aporte, por lo que se requiere un aumento de volumen tanto de la fosa séptica como del filtro anaerobio.

5.9 Diseño de la ampliación de la fosa séptica y del filtro anaerobio de la PTAR

5.9.1 Diseño de la fosa séptica

Para el cálculo de la fosa séptica se aplicó la fórmula tomada de la Norma Brasileña NB-41/81.

$$V = 1.30 * N * (C * T + 100 * Lf) \text{ (Ec. 21)}$$

Donde:

N = Número de contribuyentes diario.

C = Contribución de aguas residuales por persona.

T = Tiempo de retención hidráulico.

Lf = Contribución de lodos frescos.

- **Número de contribuyentes diario (N)**

El número de contribuyentes es de 388 habitantes.

- **Contribución de aguas residuales por persona y por día (C)**

Para determinar la contribución de aguas residuales se realizó mediante, la dotación de agua potable por el coeficiente de retorno.

Donde:

Dotación = 150l/hab-día

Cr = 80%

$$C = 1.50 \frac{l}{hab - dia} * 0.8 = \frac{120l}{hab - día}$$

- **Contribución de lodos frescos (Lf)**

El valor de lodos frescos se obtuvo de la tabla N° 14. Se consideró el valor para el diseño de 1l/día, ya que la dotación es de 150l/hab-día con un tipo de predio de residencias.

Tabla 14: *Contribución unitarias de lodos frescos.*

Predio	Unidad	Contribución	
		Dotación	Lodo Fresco (Lf)
Hospitales	cuarto	250	1
Departamentos	persona	200	1
Residencias	persona	150	1
Internados	persona	150	1
Casas populares	persona	120	1
Fabricas en general	trabajador	70	0.3
Escuelas	persona	50	0.2
Cines y teatros	asiento	2	0.02

Fuente: Escuela Brasileña de Ingeniería.

- **Tiempo de retención (T)**

La Norma Brasileña recomienda de 0.5 a 1 día de periodo de retención, para la cual se tomó este rango.

Por lo tanto, el volumen de la fosa séptica es igual a:

$$V = 1.30 * 388hab * \left(\frac{120l}{hab - día} * 1día + 100 * \frac{1l}{día} \right) * \frac{1l}{1000m^3} = 111.47 m^3$$

Este volumen se dividirá para dos fosas sépticas porque excede el volumen para el uso de este proceso primario, siendo así cada fosa tendrá un volumen de **55.24 m³**

Las Normas Brasileñas establecen las siguientes dimensiones mínimas y relaciones de ancho, largo y altura para fosas sépticas:

- Ancho interno mínimo (b) = 0.80m
- Altura útil mínima (h) = 1.20m
- Relación entre largo (L) y ancho (b), $2 \leq L/b \leq 4$
- Relación entre ancho (b) y altura útil (h), $b \leq 2h$

Tomando en cuenta el volumen se ha considerado las dimensiones de la fosa existente y estas relaciones se ha considera las siguientes dimensiones:

$$\text{Ancho (b)} = 3.3\text{m}$$

$$\text{Altura útil (h)} = 1.7\text{m}$$

$$\text{Largo (L)} = 9.7\text{m}$$

Para asegurarnos que se cumplió con las condiciones hacemos la respectiva comprobación:

$$3.3\text{m} > 0.80\text{m} \text{ Cumple}$$

$$1.7 > 1.20\text{m} \text{ Cumple}$$

$$2 \leq L/b \leq 4: L/b = 2.94 \text{ m Cumple}$$

$$b \leq 2h: 3.3\text{m} \leq 3.4\text{m} \text{ Cumple}$$

La fosa séptica se realizará de dos cámaras, para lo cual la dimensión de cada cámara debe tener: la primera es de 2/3 del largo total y la segunda 1/3 del largo total:

Por lo tanto, el largo de la primera cámara es de:

$$L1 = 2/3L$$

$$L1 = (2/3) * 9.7 = 6.47m$$

$$L2 = 1/3*L$$

$$L2 = (1/3) * 9.7 = 3.23 m$$

Como conclusión se amplía la fosa séptica actual con una del mismo tamaño.

5.9.2 Diseño del lecho de secado de lodos

Son sistemas sencillos y de bajo costo que permiten la deshidratación de los lodos digeridos. Estos dispositivos eliminan el agua presente en los lodos a manera de evaporación, quedando como residuo un material sólido con un contenido de humedad inferior al 70%. Este lodo se aplica sobre el lecho en forma de capas de 20 a 40 cm de espesor se deja secar al ambiente.

Para el cálculo del lecho de secado de lodos se aplicará las formulas del CEPIS/OPS.

A continuación, se muestra una tabla con los datos para realizar el cálculo del lecho de secado de lodos:

Tabla 15: Datos para el cálculo del lecho de secado.

Parámetro	Abreviatura	Unidad	Valor
Número de habitantes	N	hab.	388
Caudal de Diseño	Qd	l/s	2.86
Sólidos Suspendidos	SS	mg/l	69
Porcentaje de sólidos	% sólidos	%	12
Densidad del lodo	plodos	Kg/l	1.04
Tiempo de digestión de lodos	Td	días	40
Profundidad de aplicación	Ha	m	0.35
Número de lechos	N° lechos	-	2
Ancho de lecho	b	m	3

Fuente: CEPIS.

- **Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C):**

$$C = Q * SS \text{ (Ec. 22)}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (l/s).

SS = Sólidos Suspendingidos (mg/l).

Por lo tanto:

$$C = 2.86 \frac{l}{s} * 69 \frac{mg}{l} * \frac{1g}{1000mg} * \frac{1Kg}{1000g} * \frac{86400 s}{1d} = 17.05 \frac{Kg}{d}$$

- **Masa de Sólidos que conforman los lodos (Msd):**

$$Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C) \text{ (Ec. 23)}$$

Por lo tanto:

$$Msd = \left(0.5 * 0.7 * 0.5 * 17.05 \frac{Kg}{d}\right) + \left(0.5 * 0.3 * 17.05 \frac{Kg}{d}\right) = 5.54 \frac{Kg}{d}$$

- **Volumen diario de lodos digeridos (Vld):**

$$Vld = \frac{Msd}{\rho_{lodo} * \left(\frac{\% \text{ Sólidos}}{100\%}\right)} \text{ (Ec. 24)}$$

Donde:

ρ_{lodo} = Densidad del lodo (Kg/l).

% Sólidos = Porcentaje de sólidos (%).

El porcentaje de sólidos se refiere a los sólidos que están presentes en el lodo, y que varían entre el 8 y 12%.

Por lo tanto:

$$Vld = \frac{5.54 \frac{Kg}{d}}{1.04 \frac{Kg}{l} * \left(\frac{12\%}{100\%}\right)} = 44.40 \frac{l}{d}$$

- **Volumen de lodos a extraerse (Vel):**

$$Vel = \frac{Vld * Td}{1000} \text{ (Ec. 25)}$$

Donde:

Td = Tiempo requerido para la digestión de lodos (d)

El tiempo de digestión varía según la temperatura, es por ello que los valores para el mismo se asumirán en base a la siguiente tabla:

Tabla 16: *Tiempo requerido para la digestión de lodos.*

Temperatura °C	Tiempo de digestión (días)
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Fuente: CEPIS/OPS.

Para este diseño en base a los datos obtenidos por la Estación Meteorológica de Paute se asumirá una temperatura de 20°C, por tanto, será un tiempo de digestión de 40 días.

Por lo tanto:

$$Vel = \frac{44.40l}{d} * 40d * \frac{1m^3}{1000l} = 1.78m^3 \approx 1.8m^3$$

- **Área del lecho de secado (Als):**

$$Als = \frac{Vel}{Ha} \text{ (Ec. 26)}$$

Donde:

Ha = Profundidad de aplicación (m)

Por lo tanto:

$$Als = \frac{1.8m^3}{0.35m} = 5.14 m^2 \approx 5.15 m^2$$

- **Área individual de los lechos de secado (A_{ls1}):**

$$A_{ls1} = \frac{A_{ls}}{N^{\circ} \text{ Lechos}} \quad (\text{Ec. 27})$$

Donde:

$N^{\circ} \text{ Lechos}$ = Número de lechos (adimensional)

Por lo tanto:

$$A_{ls1} = \frac{5.15m^2}{2} = 2.57 m^2 \approx 2.6 m^2$$

- **Longitud del lecho de secado (L):**

$$L = \frac{A_{ls1}}{b} \quad (\text{Ec. 28})$$

Donde:

b = Ancho del lecho (m)

El centro Panamericano de Ingeniería de Sanitaria y Ciencias del Ambiente – CEPIS/OPS recomienda asumir para el ancho del lecho de secado valores entre 3 y 6m.

Por lo tanto:

$$L = \frac{2.6 m^2}{3m} = 0.87 m \approx 0.9 m$$

5.9.3 Diseño del filtro anaerobio de flujo ascendente

La fórmula general para el cálculo del volumen útil para el filtro anaerobio según las normas brasileñas es la siguiente:

$$V = 1.6 * N * C * T \quad (\text{Ec. 29})$$

Donde:

N = Número de contribuyentes diario.

C = Contribución de aguas residuales por persona.

T = Tiempo de retención hidráulico.

Estos datos serán los mismos de la fosa séptica.

$$V = \left(1.6 * 388hab * \frac{120l}{hab - día} * 1día \right) * \frac{1l}{1000m^3} = 74.5 m^3$$

Este volumen se dividirá para dos filtros biológicos, siendo así cada filtro tendrá un volumen de **37.25 m³**

Las normas brasileñas establecen las siguientes dimensiones y relaciones de ancho, largo y altura para el filtro anaerobio:

- Ancho interno mínimo (b) = 0.95m
- Altura útil mínima (h) = 1.80m
- Relación entre largo (L) y altura útil (h): $L \leq 3h$
- Relación entre ancho (b) y altura útil (h): $b \leq 3h$

Como el volumen teórico calculado para el tanque séptico es de 37.25 m³ y teniendo en cuenta las recomendaciones de las normas brasileñas y del tamaño del filtro existente, las dimensiones quedarían de la siguiente manera:

$$\text{Largo (L)} = 5.6\text{m}$$

$$\text{Ancho (b)} = 2.8\text{m}$$

$$\text{Altura (h)} = 2.4\text{m}$$

Para asegurarnos que cumplimos con las condiciones hacemos la respectiva comprobación:

$$2.8\text{m} > 0.95\text{m} \text{ Cumple}$$

$$2.4\text{m} > 1.80\text{m} \text{ Cumple}$$

$$L \leq 3h: 5.6 \text{ m} \leq 7.9 \text{ m} \text{ Cumple}$$

$$b \leq 3h: 2.8 \text{ m} \leq 7.9 \text{ m} \text{ Cumple}$$

Entonces las medidas asumidas son correctas y serán las utilizadas para el diseño del tratamiento secundario y adaptado a la planta existente. Ver anexos 6 plano correspondiente a la ampliación de la fosa y el filtro anaerobio.

A continuación, se presenta una tabla con las dimensiones la planta actual y de la ampliación.

Tabla 17: Resumen de dimensiones de la planta existente y la nueva

TRATAMIENTO	SIST.	SIST.
	ACTUAL	NUEVO
Dimensiones (m)		
Fosa Séptica:		
Ancho útil	3.3	3.3
Alto útil	1.7	1.7
Longitud útil	9.7	9.7
Filtro Anaerobio:		
Ancho útil	2.8	2.8
Alto útil	2.9	2.4
Longitud útil	5.6	5.6
Lecho de secado:		
Ancho útil	-	3
Alto útil	-	0.35
Longitud útil	-	0.9
Número de lechos	-	2

Fuente: El Autor.

5.10 Propuesta De Mejoras.

Según los resultados obtenidos del análisis de las aguas residuales la planta de tratamiento se encuentra funcionando normalmente ya que los parámetros analizados están dentro de los límites permisibles establecidos por el TULAS. Sin embargo, se recomienda las siguientes propuestas para mejorar su funcionalidad:

- Se recomienda realizar una ampliación de la fosa séptica, así como del filtro anaerobio, debido a que el tiempo de retención hidráulico no cumple, por motivo de la ampliación del sistema de alcantarillado.
- Cambiar las rejillas del sistema existente ya que se encuentran en mal estado.
- Cambiar algunas tapas ya que presentan anomalías.
- Realizar un mantenimiento continuo y adecuado de la planta.
- La tubería que traslada las aguas tratadas al cuerpo receptor es de muy corta de longitud (6m), con lo cual se corregirá el vertido sobre el suelo; se recomienda

extender hasta la quebrada denominada N7 con la finalidad de evitar deslizamientos del terreno y la contaminación del suelo.

- Construir el lecho de secado de lodos.



Imagen 9: Ubicación del cuerpo receptor Quebrada N7.
Fuente: Navegador Google Earth-2017.

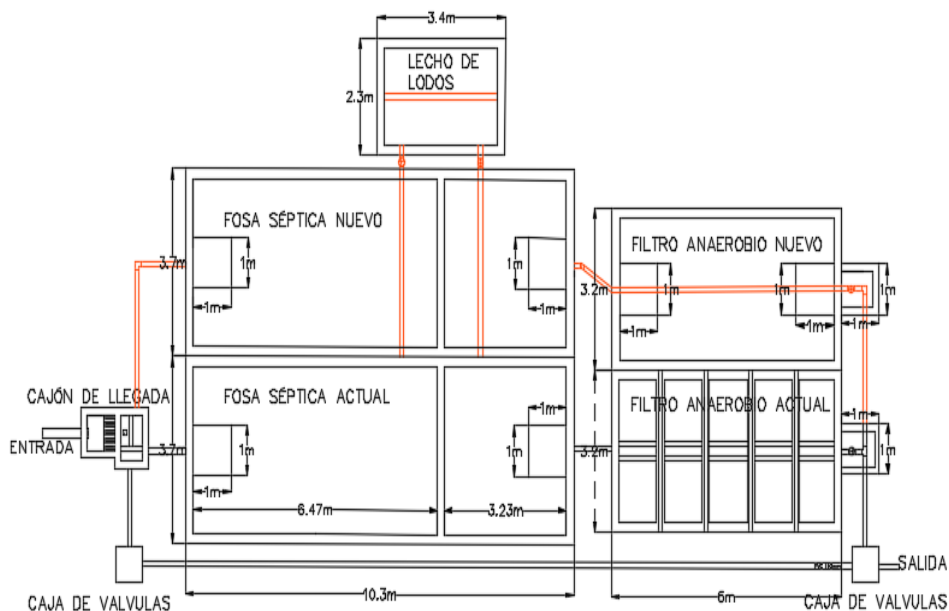


Imagen 10: Esquema de la planta de tratamiento de aguas residuales con ampliación
Fuente: El Autor.

CAPITULO VI

VALORACIÓN AMBIENTAL Y PRESUPUESTO

6.1 Introducción

La valoración ambiental permite conocer los diferentes impactos producidos ya sean estos negativos o positivos como causa de la implementación del proyecto, con lo cual se pretende establecer medidas de prevención durante las diferentes etapas del proyecto como son; construcción, operación y cierre.

La presente valoración tiene como propósito identificar los impactos ambientales dentro del área donde se implementará este proyecto, adicionalmente se establecerán medidas preventivas para solucionar los posibles efectos que ocasionen al medio ambiente.

6.2 Clasificación Del Proyecto

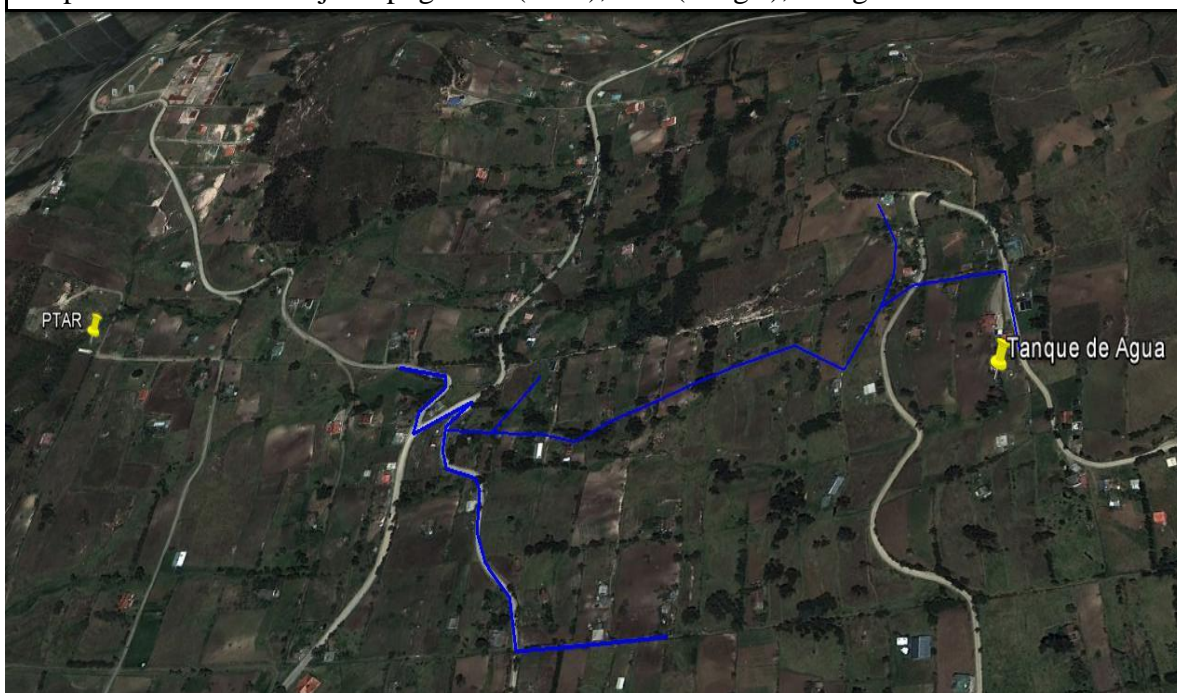
El Ministerio del Ambiente (MAE) clasifica a los proyectos dependiendo del tipo de obras a ejecutarse, para nuestro caso se realizará la Construcción y operación de sistemas integrados de alcantarillado sanitario (alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales), al cual le corresponde realizar un Registro Ambiental. Estos proyectos cuyos impactos generados son de bajo riesgo de impacto ambiental; por tanto, es necesario un estudio preliminar mediante un formulario denominado ficha ambiental, la cual en la actualidad la información del proyecto se realiza vía online para luego pagar un valor de \$180 para la regularización del proyecto, este valor no se pagó debido a que el GAD de Paute no cuenta con los fondos necesarios, sin embargo, se descargó el formulario y se procedió a llenar la información la cual se encuentra a continuación.

6.3 Ficha Ambiental

Nos permite detallar de manera general, el marco legal, las principales actividades del proyecto; además describe los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos y propone medidas de mitigación para reducir los impactos producidos por el proyecto

Fecha: 01 de diciembre del 2017				
Código: 23.4.2.2.4 Construcción y operación de sistemas integrados de alcantarillado sanitario (alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales)				
Versión: CATEGORIA II				
Elaborado por: Jaime Rodrigo Guamán Santorum				
Revisado por: Ing. MSc. Vicente Aurelio González Borja				
Aprobado por: Departamento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario GAD-Paute				
1. PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.		2. ACTIVIDAD ECONÓMICA.		
Ampliación de la Red de Alcantarillado Sanitario y de la planta de depuración de aguas residuales para la comunidad de "San Pablo" perteneciente al Cantón Paute, Provincia del Azuay.		23.4.2.2.4 Construcción y operación de sistemas integrados de alcantarillado sanitario (alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales)		
3. DATOS GENERALES.				
Sistema de coordenadas UTM WGS84, Zona (correspondiente al Huso Horario)				
Centroide del proyecto, obra o actividad:				
X: 749316.188	Y: 9688489.313		Altitud: 2508.391msnm	
Estado del proyecto:	Construcción: X	Operación: X	Cierre:	Abandono:
Dirección del proyecto, obra o actividad: Comunidad de San Pablo				
Cantón: Paute	Ciudad: Paute		Provincia: Azuay	
Parroquia: Chican Urbana:		Zona no delimitada:	Periférico: No	
Rural: X				
Datos del Promotor: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Paute				
Domicilio del promotor: Abdón Calderón y Francisco González				
Correo electrónico del promotor: paute@municipiodepaute.gob.ec			Teléfono: 07250598	
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.				
Área del proyecto (hectáreas): 19,32 hectáreas.		Infraestructura (residencial, industrial, u otros): Residencial, vacacional.		

Mapa de ubicación: Hoja Topográfica (IGM), SIG (Arcgis), Google Earth.



EQUIPOS Y ACCESORIOS PRINCIPALES.

1.- Retroexcavadora	3.- Tubería PVC	5.- Herramienta Menor
2.- Volquete	4.- Rodillo Compactador	

REQUERIMIENTO DE PERSONAL.

Ingeniero Civil, Residente de Obra, Topógrafo, Chofer, Operadores de Maquinaria, Obreros

ESPACIO FÍSICO DEL PROYECTO.

Área Total (m2, ha): 19,32 ha	Consumo de energía eléctrica (Kv): < 100
Agua Potable: SI () NO (x)	Facilidades de transporte para acceso: Por la vía Cuenca-La Higuera-San Pablo.
Energía Eléctrica: SI (x) NO ()	Tipo de Vía: Lastrada
Acceso Vehicular: SI (x) NO ()	Telefonía: Móvil (x) Fija (x) Otra ()
Topografía del terreno: Irregular	Alcantarillado: SI (x) NO ()

SITUACIÓN DEL PREDIO

Alquiler:	Compra:
Comunitarias: X	Zonas restringidas:

UBICACIÓN COORDENADAS DE LA ZONA DEL PROYECTO.

Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona (correspondiente al Huso Horario) para la creación de un polígono de implantación. (mínimo cuatro puntos)

Este (X): 749802.985	Norte (Y): 9688459.155	Altitud (msnm): 2669.147
Este (X): 749153.394	Norte (Y): 9688637.415	Altitud (msnm): 2459.997
Este (X): 749215.671	Norte (Y): 9688500.815	Altitud (msnm): 2482.629
Este (X): 749153.394	Norte (Y): 9688237.415	Altitud (msnm): 2562.831

4. MARCO LEGAL REFERENCIAL	
Marco legal referencial y sectorial	
CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR	Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumakkawsay.
	Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.
	Art. 72.- En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.
	Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además, de la sanción correspondiente.
TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA. LIBRO VI DE LA CALIDAD AMBIENTAL	Título I: Del Sistema Único de Manejo Ambiental, Cap. II de los mecanismos de coordinación del SUMA. Cap. III del objetivo y de los elementos principales del sub-sistema de evaluación de impacto ambiental, Art. 20 Participación ciudadana, literal b) de los mecanismos de participación.

<p>CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMÍAS Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD)</p>	<p>Art. 137.- Las competencias de prestación de servicios públicos de alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos y actividades y actividades de saneamiento ambiental, en todas sus fases las ejecutaran los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas.</p>
<p>EL CÓDIGO DE LA SALUD</p>	<p>Título I del Saneamiento Ambiental, Art. 12.- Ninguna persona podrá eliminar hacia el aire, el suelo o aguas, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos sin previo tratamiento que los conviertan en inofensivos para la salud.</p> <p>Título I del Saneamiento Ambiental, Art. 56- Los lugares de trabajo deben reunir las condiciones de higiene y seguridad para su personal. La autoridad de salud dispondrá también que se adopten las medidas sanitarias convenientes en beneficio de los trabajadores que se empleen durante la construcción de una obra.</p>

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

Descripción del Proyecto

El proyecto consiste en la ampliación de la red de alcantarillado sanitario, para el cual se implementarán dos tipos de alcantarillados: Convencional y Condominial en base a las características presentadas en la zona de la implementación del proyecto, así mismo se realizará la evaluación del sistema existente de la red y la planta depuradora de aguas residuales de la comunidad de San Pablo.

La zona donde se va implementar el servicio tiene un área de 19,32 hectáreas el cual se proyectará para un periodo de 20 años con una población futura de 243 habitantes, el tipo de tubería a utilizar será de PVC con una longitud de 1681m. Para el alcantarillado convencional se realizará con un diámetro de 250 mm, con 23 pozos de revisión de HS de 600 mm de diámetro con una longitud de 731 m. Para el alcantarillado condominial se construirá con tubería de 110 mm, tanto para las conexiones domiciliarias, así como para la red principal con una longitud de 950 m, contara con 16 pozos de revisión con un diámetro de 600 mm y con pozos de revisión domiciliaria de 300 mm de diámetro, estas redes se conectarán al sistema existente.

Con respecto a la evaluación del sistema existe, primeramente se realizara el catastro a la red existente para conocer su estado, la planta depuradora se realizó una evaluación de la infraestructura y el análisis de calidad de agua residual, a la entrada y a la salida para conocer la eficiencia de remoción de la DBO5 y solidos suspendidos totales.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
Interacción en el Proceso		
Materiales, insumos, equipos	Fase del Proceso	Impactos Potenciales
Estudios preliminares de la red de alcantarillado.	Planificación	Falta de coordinación con la entidad contratante
Materiales de construcción temporal: madera, zinc, baterías sanitarias	Construcción de campamento	Contaminación de suelo, agua, aire y paisaje
Maquinaria pesada	Construcción para zanja del alcantarillado y terraplén para la PTAR	Alteración y contaminación de los componentes físicos y bióticos generado por la operación de la maquinaria
Volquetes.	Construcción	Contaminación del suelo, aire
Materiales de construcción	Construcción de la PTAR	Contaminación del suelo
Maquinaria para la evacuación de sedimentos y lodos de la PTAR	Mantenimiento	Contaminación del suelo, aire y del cuerpo receptor
Maquinaria para la demolición	Cierre de la PTAR	Contaminación del suelo, aire

7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN
7.1 Físico
Superficie del área de implantación: 19,32 hectáreas.
Altitud: El proyecto a realizar está ubicado en alturas que van desde los 2459.577 msnm hasta los 2668.207 msnm.
Clima: El clima de esta localidad está determinado por un clima Ecuatorial Meso térmico Semi-Húmedo.
Geología: Posee una formación geológica denominada Unidad Maguazo que está compuesta por rocas metamórficas, principalmente formado por turbiditas, filitas negras o grises, pizarras entre otras.
Ocupación actual del área de implantación: Esta dedicada a la agricultura y ganadería.
Hidrología: Cuenta con una quebrada en la cual se evacua las aguas residuales tratadas por la PTAR.
Pendiente: Posee pendientes con un rango Fuertemente Inclinado que oscilan entre los 15 - 40%.
Aire: Dispone de un aire saludable, existe un tráfico vehicular bajo.
7.2 Biótico
Flora y Fauna básica asociada: En el lugar de la implantación del proyecto existe vegetación de pastos dedicados a la ganadería y en poca cantidad a cultivos, la fauna es muy reducida la mayoría son animales domésticos.
Medio perceptual: Es una zona rural.

7.3 Social
Descripción de los principales servicios: Dispone de luz eléctrica, agua entubada, que será mejorado con el servicio de agua potable, telefonía fija y móvil, recolección de basura, no dispone de centros educativos y de salud.
Actividades socio-económicas: Las principales actividades de ingresos son la agricultura y ganadería.
Aspectos culturales: La mayoría de los habitantes no cuentan con una educación superior, su principal idioma es el castellano así como su religión toda los pobladores son católicos.

8. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES			
Principales Impactos Ambientales.			
Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Positivo / Negativo	Etapas del Proyecto
Componente Atmosférico	Alteración de la calidad del aire por ruido y polvo debido a las actividades constructivas	Negativo	Construcción
Componente Suelo	Contaminación del suelo debido al movimiento de tierra.	Negativo	Construcción
Componente Abiótico	Afectación al paisaje debido a escombros producidos por la construcción.	Negativo	Construcción

Componente Agua	Contaminación al cuerpo receptor debido a la evacuación de las aguas residuales	Negativo	Operación
Componente Antrópico: Seguridad de los obreros	Riesgo de accidentes laborales por falta de información y de los EPPS.	Negativo	Construcción
Componente Antrópico: Empleo	Generación de empleo	Positivo	Construcción, operación y mantenimiento

9. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Estas medidas nos permitirán minimizar la magnitud de los impactos producidos debido a la ejecución de cada etapa del proyecto.

9.1 Medidas durante la etapa de construcción

De acuerdo al estudio podemos observar que el mayor impacto es en la actividad: Movimiento de Tierras, para mitigar el efecto negativo de emisiones de polvo deberá realizarse la excavación y desalojo de manera simultánea hacia el lugar establecido como escombrera; también debe establecerse en el cronograma la implementación concatenada de la instalación de la tubería y relleno de las zanjas, para que las mismas no queden por períodos largos abiertas y ocasionen desestabilidad en los terrenos; el transporte de material y desalojo que realizan las volquetas deberán estar provistas de lonas, para cubrir los baldes de las mismas y evitar la emisión de polvo; su velocidad será controlada mediante letreros informativos, para que no sobrepasen de 35km/h, se debe humedecer la zona de

construcción por lo menos dos veces al día mediante el sistema de aspersión de forma manual.

La maquinaria y equipo a utilizarse debe estar en buenas condiciones mecánicas y dentro de su vida útil, realizando revisión y mantenimiento permanente de la misma, para evitar que se genere emisiones de gases y excesivos niveles de ruido, que no deben sobrepasar los 75dB; además, evitar ruidos innecesarios tales como sirenas y pitos. A los trabajadores se les debe proporcionar todo el equipo de protección personal (EPPS) tales como guantes, cascos, botas, ropa etc. y así garantizar el bienestar de ellos.

Al momento del cierre de vías de manera que no afecte el tráfico vehicular, colocar señalización adecuada. Los materiales se deben ubicar en un lugar adecuado para no provocar molestias e inconvenientes a los pobladores. Además, al momento de realizar la conexión de las domiciliarias se debe coordinar con los usuarios para evitar inconvenientes en su servicio.

Definir campañas de información a los habitantes sobre el desarrollo del proyecto, recomendaciones para reducir molestias originadas por los trabajos efectuados. Además se debe colocar letreros de señalización preventiva durante el proceso constructivo para conservar la seguridad de los habitantes.

9.2 Medidas durante la etapa de operación y mantenimiento

La emisión de gases en mayor cantidad va a ser generados por la planta de tratamiento por lo que se recomienda reforestar perimetralmente el área de la planta con plantas nativas y aromáticas como es la ruda, romero, geranios etc.

El área donde será implantada la planta de tratamiento de aguas residuales es un área municipal; por lo que no se necesita hacer trámites de expropiación.

El mantenimiento debe ser fundamental para evitar daños a la red y a la planta de tratamiento de aguas residuales y en consecuencia de esto impactos al medio ambiente. Se

recomienda realizar el mantenimiento de una forma adecuada y periódica con un equipo técnico, equipado y capacitado para este tipo de actividades y así garantizar el buen funcionamiento del sistema.

9.3 Medidas durante la etapa de cierre

Se deberá reponer las áreas verdes sembrando árboles en las zonas afectadas por la implementación del proyecto.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Catálogo Categorización Ambiental Nacional (CCAN).

Constitución De La Republica Del Ecuador 2008.

Libro VI Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente (TULAS).

Ministerio Del Ambiente. Sistema Único De Información Ambiental.

Código Orgánico De Organización Territorial Autonomías Y Descentralización (COOTAD).

Código De La Salud.

10. FIRMA DE RESPONSABILIDAD

Jaime Guamán Santorum.

Investigador

6.4 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas serán las recomendadas por el GAD Municipal de Paute, las cuales se encuentran en el Anexo digital.

6.5 Presupuesto Referencial Del Proyecto

El presupuesto referencial total del alcantarillado es CIENTO DIECISEIS MIL TRECIENTOS CUARENTA CON 59/100, DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS (\$116,340.59). INCLUYEN IVA.

El Alcantarillado Condominial con un presupuesto de TREINTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS VEINTE Y SEIS CON 94/100, DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS (\$39,926.94). INCLUUYE IVA.

El Alcantarillado Convencional con un presupuesto de SETENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS TRECE CON 65/100, DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS (\$76,413.65). INCLUUYE IVA.

El sistema condominial tendrá una cobertura de 29 familias y el sistema convencional con una cobertura de 13 familias, siendo el sistema condominial el más económico y con mayor cobertura de usuarios dispersos.

La Fosa Séptica con un presupuesto de QUINCE MIL SEICIENTOS SETENTA Y CUATRO CON 74/100, DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS (\$15,674.74). INCLUYEN IVA.

El Filtro Anaerobio con un presupuesto de ONCE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y TRES CON 93/100, DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS (\$11,473.93). INCLUYEN IVA.

El Lecho de Lodos con un presupuesto de TRES MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y CUATRO CON 15/100, DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS (\$3,644.15). INCLUYEN IVA.

La sabana se encuentra en el Anexo 5, el cálculo de los APUS se realizó con ayuda del GAD Municipal de Paute.

6.6 Costos De Operación Y Mantenimiento

El presupuesto referencial mensual es de DOSCIENTOS OCHO CON 03/100, DOLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS (\$208.03).

A continuación, se presenta el APU respectivo:

Análisis de Precios Unitarios

10-ene-18

Item: 36
Código: 36
Descrip.: Operación y Mantenimiento
Unidad: Día

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
109001	Equipo menor	%MO	15%MO			1.18
Subtotal de Equipo:						1.18

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
200022	Materiales Varios (limpieza, protección)	glb	1.0000	2.50		2.50
Subtotal de Materiales:						2.50

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
			1.0000			
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
454001	Jornalero		2.0000	3.58	1.1000	7.88
Subtotal de Mano de Obra:						7.88

Costo Directo Total: 11.56

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.31

Precio Unitario Total	13.87
------------------------------------	--------------

6		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				208.03
6,001	36	Operación y Mantenimiento anual del sistema	dia	15.00	13.87	208.03
TOTAL MENSUAL						208.03
TOTAL ANAUL						2496.36

Sistema existente 29 familias.

Ampliación del sistema 43 familias.

Total, de familias: 72.

6.7 Tarifas de Agua Potable y Saneamiento

Datos:

Tipo de usuario: Residencial.

Costos de operación y mantenimiento: USD \$208.03

Número de usuarios: 72.

$$\text{Tarifa mensual por alcantarillado} = \frac{\$208.03}{72 \text{ usuarios}} = \text{USD } \$2.89 \text{ por usuario}$$

La tarifa por el servicio de saneamiento corresponde al 50% del costo del consumo del agua potable según se aplica en ETAPA EP, aplicando esta práctica de costos.

Por lo tanto, la tarifa total a pagar por concepto de agua potable y saneamiento se expresa de la siguiente manera:

$$\text{TAGS} = \text{TA} + 2\text{TA}$$

Donde:

TAGS = Tarifa de agua potable y saneamiento.

TA = Tarifa de alcantarillado.

$$\text{TAGS} = \$2.89 + 2 * \$2.89 = \text{USD } \$8.67 \text{ mensual por usuario}$$

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- La comunidad de San Pablo no cuenta el servicio de agua potable, por motivo de que en el diseño del sistema de la Parroquia de Chican, no estaba contemplado para esta comunidad según el GAD Municipal, que debe resolver esta situación; no obstante, la implementación del proyecto de saneamiento contribuirá a mejorar las condiciones sanitarias del sector.
- Se propone dos tipos de alcantarillado: Convencional con una longitud de 731 metros emplazado sobre la vía principal que cubrirá un total de 11 familias. El sistema condominial con 950 metros de longitud, propuesto por las características encontradas en la zona del proyecto, beneficiará a 32 familias, ampliando el sistema existente a 72 conexiones.
- El estudio de suelos nos dio como resultado un suelo tipo A3 (0) arena fina de excelente a buena calidad, el cual es óptimo para la implementación del proyecto.
- El presupuesto del sistema condominial es de USD\$39,926.94 y el sistema convencional asciende a USD\$76,413.65, los costos percapita ascienden a USD\$225.58 y USD\$1157.83 para el condominial y convencional respectivamente, observándose que el sistema condominial como el más económico y el de mayor cobertura.
- La red de alcantarillado y los pozos de revisión existente se encuentra en buen estado y podrá recibir el nuevo aporte del caudal de la ampliación del sistema de alcantarillado.
- Los parámetros analizados para la calidad de aguas residuales están dentro del límite permisible estimado por el TULAS, teniendo una concentración de contaminantes

muy débil. Los valores a la entrada de la DBO5 es 74mg/l y 39mg/l a la salida y del DQO a la entrada es 168mg/l y 98 a la salida observándose una remoción del 47% y 65% respectivamente.

- Considerando la política tarifaria de que el servicio de saneamiento es el 50% del servicio de agua potable, la tarifa por el servicio integral sería mínimo de USD\$8.67 por cada usuario.

7.2 Recomendaciones

- Se recomienda que el GAD Municipal de Paute realice las gestiones necesarias para que brinde a esta comunidad el servicio de agua potable.
- Socializar con la comunidad con la finalidad que apoye al proyecto y aporten a su ejecución.
- Realizar el mantenimiento adecuado de la red de alcantarillado, así como de la planta de tratamiento de aguas residuales; en la parte operativa, se recomienda, realizar la limpieza sin extraer la totalidad de los lodos para mantener el lecho biológico.

BIBLIOGRAFIA

- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS)
Libro VI Anexo I: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al
Recurso Agua.
- OPS/CEPIS (2015) Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado
- EX-IEOS (1992) Sistema de Alcantarillado.
- Guía para el Diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado. Ciudad de Medellín,
Colombia-2009.
- Ministerio del Ambiente, Guía de Procedimientos para la Elaboración de la Ficha
Ambiental (FA) de Proyectos de Alcantarillado.
- Norma Boliviana NB 688-01 de Alcantarillado Sanitario.
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Ras – 2000.
- Metcalf & Eddy: Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización
- Romero, J. (1999). Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y principios de diseño.
Cuidad de Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Romero, J. (2002). Calidad del Agua. Cuidad de Bogotá, Colombia: Editorial Escuela
Colombiana de Ingeniería.
- Aguas Residuales: Clasificación, características y composición.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6087/5/CAPITULO%202.pdf>.
- Tratamiento de Aguas Procesos Biológicos Aerobios.
- Tratamiento de Aguas Procesos Biológicos Anaerobios.
- ANEXO: Métodos Analíticos para Aguas Residuales. Jesús Fernández y María
Dolores Curt.
- Equipo consultor (2015), Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial de
Chicán.

ANEXO 1: ENCUESTA SOCIOECONÓMICA

ANEXO 2: ESTUDIO DE SUELOS



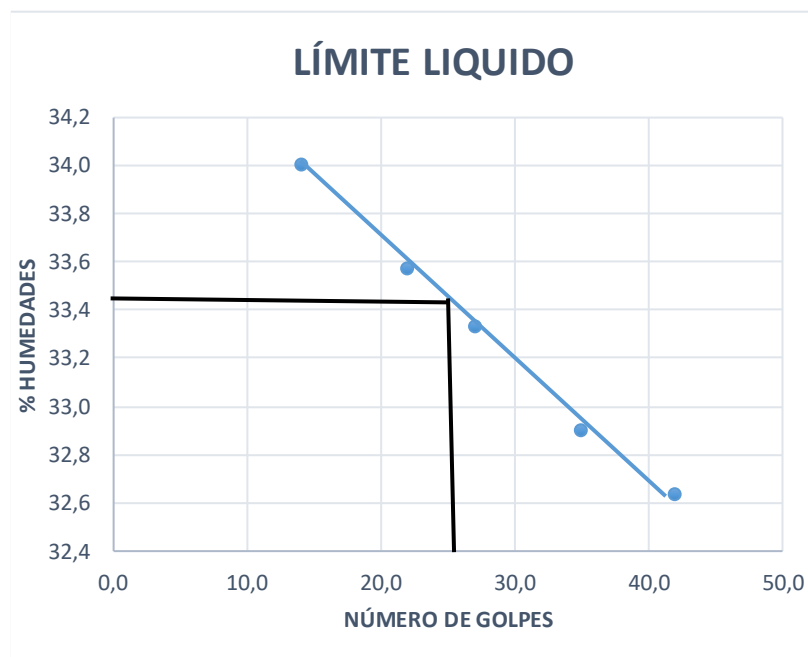
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : ALCANTARILLADO SANITARIO DE SAN PABLO

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO

A.S.T.MD-423 D-424

TARRO #	LIMITE LIQUIDO					LIMITE PLASTICO					H. NATURAL		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
N. GOLPES	42,0	35,0	27,0	22,0	14,0								
M. HUMEDA + TARRO	46,9	53,0	65,1	57,6	53,8	5,3	4,9	5,0	4,9	4,9	304,9	226,0	247,0
M. SECA + TARRO	40,6	45,3	54,0	48,4	45,4	5,0	4,7	4,8	4,8	4,7	273,6	205,4	223,2
PESO DE AGUA	6,3	7,7	11,1	9,2	8,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	31,3	20,6	23,8
PESO DEL TARRO	21,3	21,9	20,7	21,0	20,7	4,1	4,1	4,2	4,5	4,1	65,9	52,9	52,7
PESO MUESTRA SECA	19,3	23,4	33,3	27,4	24,7	0,9	0,6	0,6	0,3	0,6	207,7	152,5	170,5
% HUMEDAD	32,6	32,9	33,3	33,6	34,0	33,3	33,3	33,3	31,3	33,3	15,1	13,5	14,0
													14,18



$$w_L = 33,5$$

$$w_p = 32,9$$

$$I_p = 0,6$$

Ing. Luis Mario Almache
JEFE DE LABORATORIO

Atanacio Jara
LABORATORISTA

Jaime Guamán S.
REALIZADO POR:



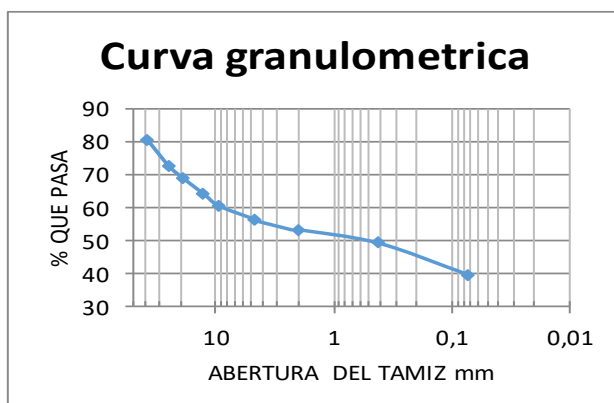
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : ALCANTARILLADO SANITARIO DE SAN PABLO

GRANULOMETRÍA

PESO ANTES DEL ENSAYO	13000	gm
PESO DESPUES DEL ENSAYO	12975	gm
PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO	1000,00	gm
PESO SECO ANTES DEL LAVADO	875,81	gm
PESO SECO DESPUES DEL LAVADO	777,50	gm
PESO SECO DESPUES DEL TAMIZADO	777,50	gm
HUMEDAD %	14,18	%
% ERROR	0,00	%

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	%RETENIDO	% QUE PASA
N.	mm				
Nº 1 1/2	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,40	769,50	769,50	6,39	93,61
3/4	19,10	628,00	1397,50	11,60	88,40
1/2	12,70	1414,00	2811,50	23,35	76,65
3/8	9,52	769,50	3581,00	29,74	70,26
Nº 4	4,76	1883,00	5464,00	45,37	54,63
PASA Nº 4		7511,30	6578,47		
Nº 10	2,00	293,00	293,00	63,65	36,35
Nº 40	0,42	375,00	668,00	87,04	12,96
Nº 200	0,074	108,50	776,50	93,81	6,19
FONDO		1,00	777,50		
TOTAL		777,50	12042,47		



DATOS PARA CLASIFICACION		IG	
% QUE PASA #200	6,19	a	0,00
LIMITE LIQUIDO (w L)	33,5	b	0,00
LIMITE PLASTICO (w p)	32,9	c	0
INDICE PLASTICIDAD (Ip)	0,6	d	0,00
INDICE DE GRUPO (IG)	0		

AASHTO	A3(0) ARENA FINA
SUCS	SW (ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS CON GRAVAS CON POCA O NADA DE FINOS)

Ing. Luis Mario Almache
JEFE DE LABORATORIO

Atanacio Jara
LABORATORISTA

Jaime Guamán S.
REALIZADO POR:

**ANEXO 3: TABLA DE CÁLCULO DE LA RED
DE ALCANTARILLADO**

DATOS DEL PROYECTO:			
Dotación	150 lt/hab/día	Diámetro Red Condominial (Interno)	100 mm
Coefficiente de retorno	0.80	Diámetro Red Convencional (Interno)	215 mm
Caudal mínimo de diseño	1.5 l/s	Área del proyecto	19.32 ha
Factor de conexiones erradas	0.10	Densidad poblacional	12.58 hab/ha
Población de diseño	243 hab	Tensión tractiva mínima	0.1 kg/m ²
Infiltración	0.15 lt/s/km	Densidad del agua	1000 kg/m ³
Rugosidad Manning	0.011	Aceleración de la gravedad	9.8 m/s ²
Velocidad máxima	4.50 m/s	Coefficiente de flujo máximo	4.12
Velocidad mínima	0.45 m/s		
Relación y/D máxima	0.75		

Nº de Pozo	Longitud del Tramo (m)	Áreas de Aporte (ha)		Población del Tramo		GASTO (lt/seg)					TUBERIA					RELACIONES HIDRAULICAS					AUTOREVISIÓN DE CRITERIOS DE DISEÑO					COTAS		Pozo	OBSERVACIONES				
		Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulada	Caudal Medio	Máximo Horario	Errado	Infiltración	Caudal de Diseño	Pendiente	Diámetro Interno (mm)	SECCIÓN LLENA			SECCIÓN PARCIALMENTE LLENA		q/Q	v/V	y/D	Altura de flujo (mm)	θ Grados	Tensión Tractiva (Kg/m ²)	Velocidad máxima	Velocidad mínima	Relación y/D (máxima)	Tensión Tractiva			Terreno	Proyecto		
													Caudal (lt/s)	Velocidad (m/s)	Radio hidráulico (Rh)	velocidad (m/s)	caudal (lt/s)															radio hidráulico (rh)	
1	2	46.23	0.460	0.460	6	6	0.008	0.033	0.003	0.007	1.50	0.063	100	15.261	1.943	0.25	1.24	1.50	0.013	0.10	0.64	0.212	21.15	109.52	0.79	Ok	Ok	Ok	Ok	2635.55	2634.80	1	Inicio de Red 1
2	3	43.98	0.560	1.020	7	13	0.010	0.040	0.004	0.007	1.50	0.063	100	15.298	1.948	0.25	1.24	1.50	0.013	0.10	0.64	0.212	21.15	109.52	0.80	Ok	Ok	Ok	Ok	2631.96	2631.22	2	Red 1
3	4	104.12	2.148	3.168	27	40	0.038	0.155	0.015	0.016	1.50	0.127	100	21.738	2.768	0.25	1.59	1.50	0.011	0.07	0.57	0.178	17.75	99.67	1.37	Ok	Ok	Ok	Ok	2628.76	2626.76	3	Recibe el caudal de la Red 2
4	5	38.10	1.390	4.558	17	57	0.024	0.100	0.010	0.006	1.50	0.369	100	37.063	4.719	0.25	2.31	1.50	0.009	0.04	0.49	0.137	13.70	86.90	3.15	Ok	Ok	Ok	Ok	2607.07	2606.33	4	Red 1
5	6	70.20	0.339	4.897	4	62	0.006	0.024	0.002	0.011	1.50	0.036	100	11.615	1.479	0.25	1.02	1.50	0.014	0.13	0.69	0.243	24.25	118.01	0.52	Ok	Ok	Ok	Ok	2588.90	2588.15	5	Red 1
6	7	42.10	0.733	5.630	9	71	0.013	0.053	0.005	0.006	1.50	0.375	100	37.393	4.761	0.25	2.32	1.50	0.009	0.04	0.49	0.137	13.65	86.73	3.19	Ok	Ok	Ok	Ok	2585.02	2584.27	6	Red 1
7	8	49.93	0.955	6.585	12	83	0.017	0.069	0.007	0.007	1.50	0.365	100	36.896	4.698	0.25	2.30	1.50	0.009	0.04	0.49	0.138	13.75	87.06	3.13	Ok	Ok	Ok	Ok	2569.27	2568.52	7	Red 1
8	9	30.61	0.733	7.318	9	92	0.013	0.053	0.005	0.005	1.50	0.318	100	34.436	4.384	0.25	2.19	1.50	0.009	0.04	0.50	0.142	14.20	88.55	2.81	Ok	Ok	Ok	Ok	2550.95	2550.20	8	Red 1
9	10	66.82	1.255	8.573	16	108	0.022	0.090	0.009	0.010	1.50	0.304	100	33.675	4.288	0.25	2.16	1.50	0.009	0.04	0.50	0.144	14.35	89.04	2.71	Ok	Ok	Ok	Ok	2541.21	2540.46	9	Red 1
10	11	64.49	0.272	8.844	3	111	0.005	0.020	0.002	0.010	1.50	0.107	100	19.959	2.541	0.25	1.49	1.50	0.011	0.08	0.59	0.185	18.50	101.90	1.20	Ok	Ok	Ok	Ok	2520.98	2520.23	10	Red 1
11	11-1	47.75	0.117	8.961	1	113	0.002	0.008	0.001	0.007	1.50	0.102	100	19.487	2.481	0.25	1.47	1.50	0.011	0.08	0.59	0.188	18.75	102.64	1.16	Ok	Ok	Ok	Ok	2514.03	2513.28	11	Red 1
11-1	12	42.12	0.589	9.550	7	120	0.010	0.042	0.004	0.006	1.50	0.009	100	5.855	0.746	0.25	0.62	1.50	0.019	0.26	0.84	0.345	34.50	143.88	0.18	Ok	Ok	Ok	Ok	2508.53	2508.53	11-1	Red 1
12	13	53.60	0.753	10.303	9	130	0.013	0.054	0.005	0.008	1.50	0.173	100	25.413	3.236	0.25	1.77	1.50	0.010	0.06	0.55	0.165	16.45	95.71	1.75	Ok	Ok	Ok	Ok	2509.15	2508.15	12	Red 1
13	14	71.60	0.505	10.809	6	136	0.009	0.036	0.004	0.011	1.50	0.139	100	22.784	2.901	0.25	1.64	1.50	0.011	0.07	0.56	0.174	17.35	98.46	1.48	Ok	Ok	Ok	Ok	2496.30	2495.65	13	Red 1
15	16	81.67	0.198	11.007	2	138	0.003	0.014	0.001	0.012	1.50	0.008	100	5.562	0.708	0.25	0.60	1.50	0.020	0.27	0.85	0.355	35.45	146.16	0.16	Ok	Ok	Ok	Ok	2669.66	2668.91	15	Inicio de Red 2
16	3	97.26	1.196	12.203	15	153	0.021	0.086	0.009	0.015	1.50	0.159	100	24.319	3.096	0.25	1.72	1.50	0.010	0.06	0.55	0.168	16.80	96.79	1.64	Ok	Ok	Ok	Ok	2659.48	2658.73	16	Red 2
17	18	52.18	1.887	14.090	24	177	0.033	0.136	0.014	0.008	1.50	0.296	215	255.787	7.046	0.54	1.91	1.50	0.008	0.01	0.27	0.055	11.72	54.00	2.25	Ok	Ok	Ok	Ok	2563.08	2561.58	17	Inicio de Red 3
18	19	49.73	0.644	14.734	8	185	0.011	0.046	0.005	0.007	1.50	0.289	215	252.702	6.961	0.54	1.90	1.50	0.008	0.01	0.27	0.055	11.83	54.25	2.22	Ok	Ok	Ok	Ok	2547.52	2546.08	18	Red 3
19	20	48.94	0.674	15.408	8	194	0.012	0.048	0.005	0.007	1.50	0.249	215	234.422	6.457	0.54	1.81	1.50	0.008	0.01	0.28	0.057	12.26	55.25	1.98	Ok	Ok	Ok	Ok	2533.25	2531.77	19	Red 3
20	21	61.70	0.545	15.953	7	201	0.010	0.039	0.004	0.009	1.50	0.241	215	230.860	6.359	0.54	1.79	1.50	0.008	0.01	0.28	0.058	12.36	55.50	1.93	Ok	Ok	Ok	Ok	2521.17	2519.68	20	Red 3
21	22	10.75	0.070	16.023	1	202	0.001	0.005	0.001	0.002	1.50	0.295	215	255.442	7.036	0.54	1.91	1.50	0.008	0.01	0.27	0.055	11.72	54.00	2.25	Ok	Ok	Ok	Ok	2506.29	2504.79	21	Red 3
22	23	7.70	0.061	16.084	1	202	0.001	0.004	0.000	0.001	1.50	0.125	215	166.260	4.580	0.54	1.42	1.50	0.009	0.01	0.31	0.067	14.41	60.01	1.16	Ok	Ok	Ok	Ok	2502.79	2501.29	22	Red 3
23	24	50.11	0.352	16.436	4	207	0.006	0.025	0.003	0.008	1.50	0.045	215	99.605	2.744	0.54	1.00	1.50	0.012	0.02	0.36	0.086	18.38	68.01	0.53	Ok	Ok	Ok	Ok	2501.93	2500.45	23	Red 3
24	25	54.08	0.403	16.839	5	212	0.007	0.029	0.003	0.008	1.50	0.114	215	158.852	4.375	0.54	1.38	1.50	0.010	0.01	0.31	0.069	14.73	60.69	1.09	Ok	Ok	Ok	Ok	2500.14	2498.14	24	Red 3
25	26	54.53	0.603	17.442	8	219	0.011	0.043	0.004	0.008	1.50	0.116	215	59.645	1.643	0.54	0.70	1.50	0.015	0.03	0.42	0.109	23.44	77.11	0.24	Ok	Ok	Ok	Ok	2493.41	2491.91	25	Red 3
26	27	30.44	0.439	17.881	6	225	0.008	0.032	0.003	0.005	1.50	0.109	215	155.478	4.283	0.54	1.36	1.50	0.010	0.01	0.32	0.069	14.84	60.92	1.05	Ok	Ok	Ok	Ok	2492.52	2491.02	26	Red 3
27	28	40.16	0.175	18.056	2	227	0.003	0.013	0.001	0.006	1.50	0.142	215	177.135	4.879	0.54	1.49	1.50	0.009	0.01	0.30	0.065	13.98	59.08	1.28	Ok	Ok	Ok	Ok	2489.65	2488.65	27	Red 3
28	29	21.98	0.104	18.160	1	228	0.002	0.007	0.001	0.003	1.50	0.039	215	92.831	2.557	0.54	0.95	1.50	0.012	0.02	0.37	0.089	19.03	69.23	0.47	Ok	Ok	Ok	Ok	2482.55	2481.05	28	Red 3
29	14	35.28	0.069	18.230	1	229	0.001	0.005	0.000	0.005	1.50	0.069	215	123.118	3.391	0.54	1.15	1.50	0.011	0.01	0.34	0.077	16.56	64.44	0.73	Ok	Ok	Ok	Ok	2481.49	2479.99	29	Red 3
14	30	26.32	0.03	18.26	0	230	0.001	0.002	0.000	0.004	1.67	0.095	215	144.655	3.984	0.54	1.34	1.67	0.010	0.01	0.34	0.076	16.23	63.79	0.99	Ok	Ok	Ok	Ok	2479.14	2477.64	14	Recibe el caudal de la Red 1
30	31	9.22	0.09	18.35	1	231	0.001	0.006	0.001	0.001	1.68	0.043	215	97.475	2.685	0.54	1.01	1.68	0.012	0.02	0.38	0.091	19.57	70.23	0.54	Ok	Ok	Ok	Ok	2476.65	2475.15	30	Red 3
31	32	9.98	0.25	18.60	3	234	0.004	0.018	0.002	0.001	1.70	0.021	215	82.764	2.280	0.54	0.91	1.70	0.014	0.02	0.40	0.099	21.29	73.36	0.42	Ok	Ok	Ok	Ok	2476.03	2474.59	31	Red 3
32	33	43.26	0.13	18.73	2	236	0.002	0.009	0.001	0.006	1.72	0.030	215	81.824	2.254	0.54	0.90	1.72	0.014	0.02	0.40	0.100	21.50	73.74	0.41	Ok	Ok	Ok	Ok	2475.70	2474.27	32	Red 3
33	34	9.14	0.02	18.74	0	236	0.000	0.001	0.000	0.001	1.73	0.167	215	192.211	5.294	0.54	1.64	1.73	0.009	0.01	0.31	0.067	14.41	60.01	1.56	Ok	Ok	Ok	Ok	2474.24	2472.84	33	Red 3
34	35	8.65	0.01	18.76	0	236	0.000	0.001	0.000	0.001	1.73	0.149	215	181.448	4.998	0.54	1.58	1.73	0.010	0.01	0.32	0.069	14.84	60.92	1.43	Ok	Ok	Ok	Ok	2472.04	2471.34	34	Red 3
35	36	43.99	0.15	18.90	2	238	0.003	0.011	0.001	0.007	1.75	0.094	215	144.426	3.978	0.54	1.35	1.75	0.011	0.01	0.34	0.077	16.56	64.44	1.00	Ok	Ok	Ok	Ok	2471.42	2470.04	35	Red 3
36	37	10.2																															

**ANEXO 4: ANÁLISIS DE MUESTRAS DE
AGUAS RESIDUALES**

LABORATORIO DE SANEAMIENTO Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. - Cuenca Telf : 4175557 - 4175568	Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OAE con Acreditación N° OAE LE 2C 06-004	INFORME DE RESULTADOS Página 1 de 1
---	---	---

FECHA: 2017/03/28

INFORME N°: 115/17

CLIENTE

NOMBRE: SR. JAIME GUAMAN SANTORUM
 DIRECCION: José de San Martín y Alberto Coloma

MUESTRA

CODIGO: 115/01/-02/17
 DESCRPCION: Agua residual
 PROCEDENCIA: San Pablo - Paute
 FECHA DE RECEPCION: 2017/03/21
 ENTREGADAS POR: Sr. Jorge Guaman

RESULTADOS

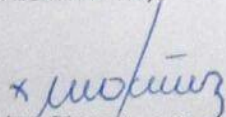
PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACIÓN	UNIDADES	Entrada 115/01/17
CONDUCTIVIDAD *	SM 2510 B	2017/03/21	uS/cm	626
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2017/03/21 2017/03/26	mg/l	74
DQO	PEE/LS/FQ/06	2017/03/21	mg/l	168
FÓSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2017/03/27	mg/l	2,07
NITROGENO AMONICAL *	SM 4500 NH3 C	2017/03/21	mg/l	5,12
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2017/03/21	mg/l	69
SÓLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2017/03/21	mg/l	436

PARAMETRO	METODO	FECHA REALIZACIÓN	UNIDADES	Salida 115/01/17
CONDUCTIVIDAD *	SM 2510 B	2017/03/21	uS/cm	594
DBO5	PEE/LS/FQ/01	2017/03/21 2017/03/26	mg/l	32
DQO	PEE/LS/FQ/06	2017/03/21	mg/l	98
FÓSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	2017/03/27	mg/l	1,32
NITROGENO AMONICAL *	SM 4500 NH3 C	2017/03/21	mg/l	5,69
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	2017/03/21	mg/l	24
SÓLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	2017/03/21	mg/l	445

SM: STANDARD METHODS, Edición 22

PARÁMETRO	DBO5	DQO (>100)	DQO (<100)	FOSFORO TOTAL	SOLIDOS SUSPENDIDOS	SÓLIDOS TOTALES
INCERTIDUMBRE	12.12 % (95%, K=196)	12.7 % (95%, K=196)	13.05 % (95%, K=196)	12.7 % (95%, K=196)	10.76 % (95%, K=196)	17.21 % (95%, K=196)

Atentamente,



Ing. Diego Arce Torres

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

-Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.

- Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.

- " Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE "

MC0406-13

ANEXO 5: PRESUPUESTO REFERENCIAL

**PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED DE
ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNIDAD DE SAN PABLO,
CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY**

PRESUPUESTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONVENCIONAL				
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
REPLANTEO Y NIVELACION				452.08
Replanteo y nivelacion	km	1.69	267.50	452.08
EXCAVACION Y RELLENO				37,063.98
Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	187.78	13.07	2,454.28
Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	7.51	15.17	113.93
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	751.14	3.06	2,298.49
Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	16.06	3.22	51.71
Limpieza de derrumbes en zanja	m3	9.40	1.36	12.78
Relleno compactado	m3	938.92	5.60	5,257.95
Material de reposicion (incluye esponjamiento)	m3	1,220.60	19.99	24,399.71
Cargado de material con cargadora	m3	962.49	1.70	1,636.23
Cargado de material a mano	m3	10.00	6.77	67.70
Transporte de materiales hasta 1 km para desalojo	m3	1,264.24	0.61	771.18
TUBERIAS Y ACCESORIOS				22,986.15
Pozo de revisión h = 0 a 1.5 m, incluye encofrado metálico, excluye tapa	u	22.00	294.05	6,469.10
Pozo de revisión h = 0 a 2.0 m, incluye encofrado metálico, excluye tapa	u	3.00	346.07	1,038.21
Pozo de revisión h = 0 a 2.5 m, incluye encofrado metálico, excluye tapa	u	1.00	412.50	412.50
Pozo de revisión h = 0 a 3.0 m, incluye encofrado metálico, excluye tapa	u	1.00	497.37	497.37
Pozo de revisión h = 0 a 3.5 m, incluye encofrado metálico, excluye tapa	u	1.00	609.31	609.31
Sum. Tuberia de PVC para alcantarillado Φ 250 mm	m	731.48	15.37	11,244.31
Colocacion tuberia PVC alcantarillado Φ 250 mm	m	731.48	0.81	593.55
Entibado discontinuo	m2	30.00	11.42	342.60
Empate a pozo, mortero 1:3	u	56.00	7.42	415.52
Rasanteo de fondo de zanja	m2	548.61	1.19	650.70
Cama de arena e=5cm	m3	27.43	25.99	712.97
DOMICILIARIAS				6,129.52
Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	162.23	13.07	2,120.28
Relleno compactado con material de sitio	m3	210.89	5.05	1,064.42
Sum. Tuberia de PVC para alcantarillado Φ 160 mm	m	191.00	9.97	1,904.27
Colocacion tuberia PVC alcantarillado Φ 160 mm	m	191.00	0.78	148.98
Reparación de domiciliarias de agua de 1/2	u	1.00	10.04	10.04
Pozo domiciliario con tubo de Ho D=300mm	u	13.00	67.81	881.53
VARIOS				1,594.74
Suministro e instalacion de plastico	m2	150.00	0.30	45.41
Suministro e Instalación de Letrero Informativo (1.50 x 0.80 m)	u	5.00	171.42	857.10
Suministro e instalacion de cinta	ml	250.00	0.43	106.38
Malla de seguridad	m2	200.00	1.40	280.37
Catastro de pozos de alcantarillado	u	1.00	39.54	39.54
Catastro de alcantarillado	u	1.00	265.94	265.94
SUBTOTAL				68,226.47
IVA 12%				8,187.18
TOTAL				76,413.65

PRESUPUESTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL				
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
REPLANTEO Y NIVELACION				256.80
<i>Replanteo y nivelacion</i>	km	0.96	267.50	256.80
EXCAVACION Y RELLENO				16,807.27
<i>Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m</i>	m3	840.93	13.07	10,990.96
<i>Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m</i>	m3	16.82	15.17	255.16
<i>Limpieza de derrumbes en zanja</i>	m3	8.41	1.36	11.44
<i>Relleno compactado con material de sitio</i>	m3	840.93	5.60	4,709.21
<i>Material de reposicion (incluye esponjamiento)</i>	m3	42.05	19.99	840.51
TUBERIAS Y ACCESORIOS				12,160.28
<i>Pozo de revisión h = 0 a 1.5 m, incluye encofrado metálico, excluye ta</i>	u	14.00	294.05	4,116.70
<i>Pozo de revisión h = 1.5 a 2.0 m, incluye encofrado metálico, excluye</i>	u	1.00	346.07	346.07
<i>Sum. Tubería de PVC para alcantarillado Φ 110</i>	m	950.60	5.51	5,235.90
<i>Colocacion tubería PVC alcantarillado Φ 110 mm</i>	m	950.60	0.74	707.08
<i>Entibado discontinuo</i>	m2	10.00	11.42	114.20
<i>Empate a pozo, mortero 1:3</i>	u	30.00	7.42	222.60
<i>Rasanteo de fondo de zanja</i>	m2	570.36	1.19	676.49
<i>Cama de arena e=5cm</i>	m3	28.52	25.99	741.24
DOMICILIARIAS				5,682.69
<i>Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m</i>	m3	204.57	13.07	2,673.67
<i>Relleno compactado con material de sitio</i>	m3	204.57	5.05	1,032.48
<i>Reparación de domiciliarias de agua de 1/2</i>	u	1.00	10.04	10.04
<i>Pozo domiciliario con tubo de Ho D=300mm</i>	u	29.00	67.81	1,966.49
VARIOS				742.01
<i>Suministro e instalacion de plastico</i>	m2	30.00	0.30	9.08
<i>Suministro e Instalación de Letrero Informativo (1.50 x 0.80 m)</i>	u	2.00	171.42	342.84
<i>Suministro e instalacion de cinta</i>	ml	100.00	0.43	42.55
<i>Malla de seguridad</i>	m2	30.00	1.40	42.06
<i>Catastro de pozos de alcantarillado</i>	u	1.00	265.94	265.94
<i>Catastro de alcantarillado</i>	u	1.00	39.54	39.54
SUBTOTAL				35,649.05
IVA 12%				4,277.89
TOTAL				39,926.94

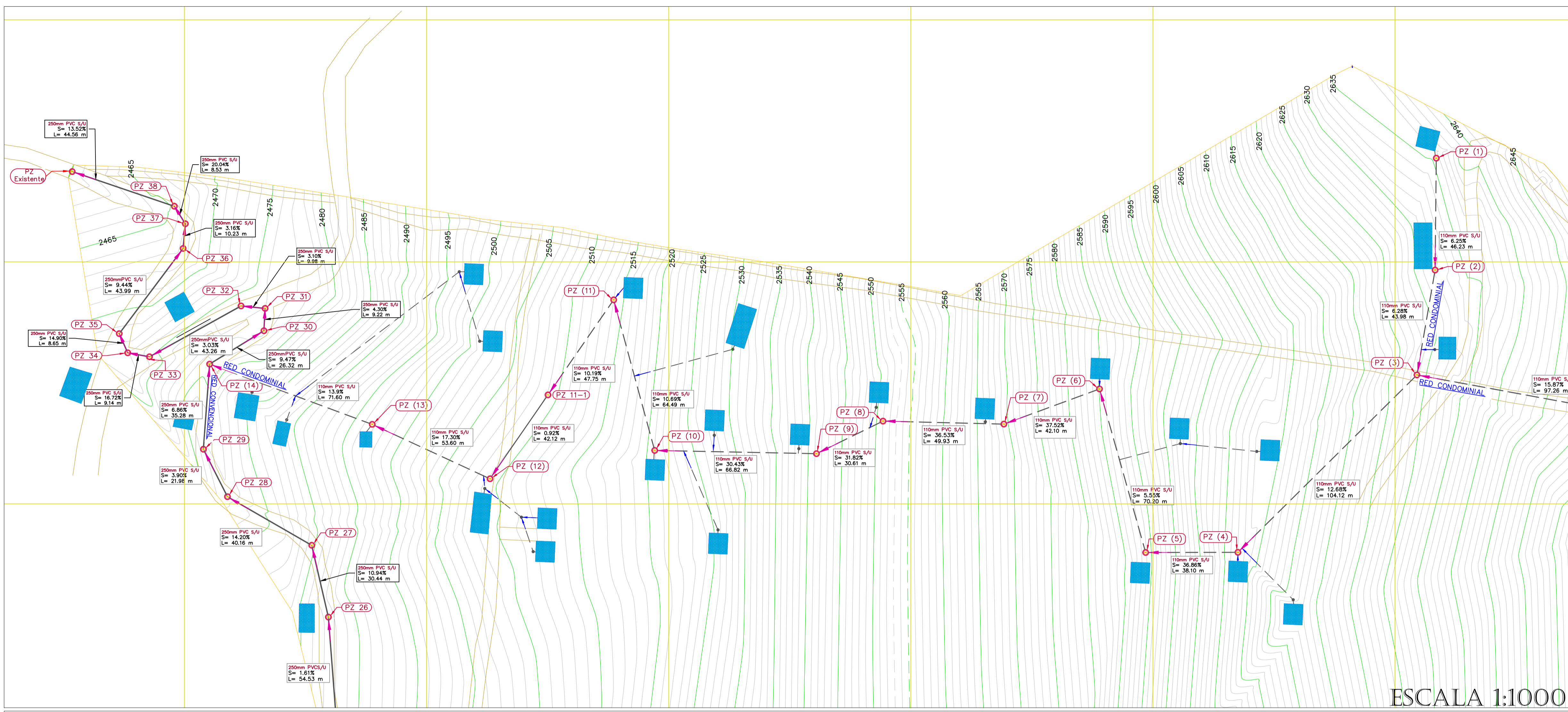
**PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LA AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD DE SAN PABLO,
CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DEL AZUAY**

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LA FOSA SÉPTICA				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Desbroce y Limpieza	m2	72.000	1.566	112.75
Replanteo y nivelacion	m	42.000	0.683	28.69
Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	10.000	13.070	130.70
Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	8.000	15.170	121.36
Excavación mecanica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	41.000	3.060	125.46
Desalojo de materiales hasta 6 km, Incluye transporte y cargado manual	m3	59.000	8.410	496.19
Relleno Compactado con material del sitio	m3	13.000	7.490	97.37
Hormigon Simple Fc=210kg/cm2	m3	27.780	124.000	3444.72
Encofrado de madera recto (2 usos)	m2	33.900	10.810	366.46
Acero de refuerzo Fy=4200kg/cm2	Kg	3545.180	1.640	5814.10
Replantillo de Piedra, e=15 cm	m2	38.110	9.060	345.28
Enlucido con mortero 1:3	m2	143.780	13.000	1869.14
Sum, Tuberia PVC, D=110mm	m	18.250	5.510	100.56
Colocacion Tuberia PVC . D=110 mm	m	18.250	0.740	13.51
Suministro y Colocación Codo de PVC D=110 x 90°	u	6.000	20.500	123.00
Tapas de hormigon harmado para cajas de revision 1x1x0.1m	u	3.000	108.000	324.00
Sum, Valvula de compuerta HF BB volante D=110 mm	u	1.000	482.034	482.03
SUBTOTAL				\$13,995.305
IVA 12%				\$ 1,679.437
TOTAL				\$15,674.742

PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL LECHO DE SECADO DE LODOS				
Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
Desbroce y limpieza	m2	12.000	1.566	18.792
Replanteo y nivelacion	m2	7.820	0.683	5.341
Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	10.000	13.070	130.700
Desalojo de materiales hasta 6 km, Incluye transporte y cargado manual	m3	9.500	8.410	79.895
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	7.820	9.060	70.849
Encofrado de madera (2 usos)	m2	11.000	10.810	118.910
Hormigon Simple F'c=210kg/cm2	m3	3.780	124.000	468.720
Acero de refuerzo Fy=4200kg/cm2	kg	400.680	1.640	657.115
Enlucido con mortero 1:3	m2	13.000	11.340	147.420
Suministro y Colocacion Bloques de Hormigon de 40x20x15	u	88.000	3.198	281.424
Suministro y colocación de arena para lecho	m3	1.600	40.632	65.011
Sum, y colocacion Grava graduada de 38 a 76 mm	m3	1.600	57.432	91.891
Tapas de hormigon harmado para cajas de revision 1x1m	u	2.000	108.000	216.000
Sum, Valvula de compuerta HF BB volante D=110 mm	u	1.000	480.767	480.767
Sum. Instalacion de Bomba Sumergibles de 2,5plg, 3 HP	u	1.000	402.894	402.894
Relleno Compactado con material del sitio	m3	2.400	7.490	17.976
SUBTOTAL				\$ 3,253.706
IVA 12%				\$ 390.445
TOTAL				\$ 3,644.151

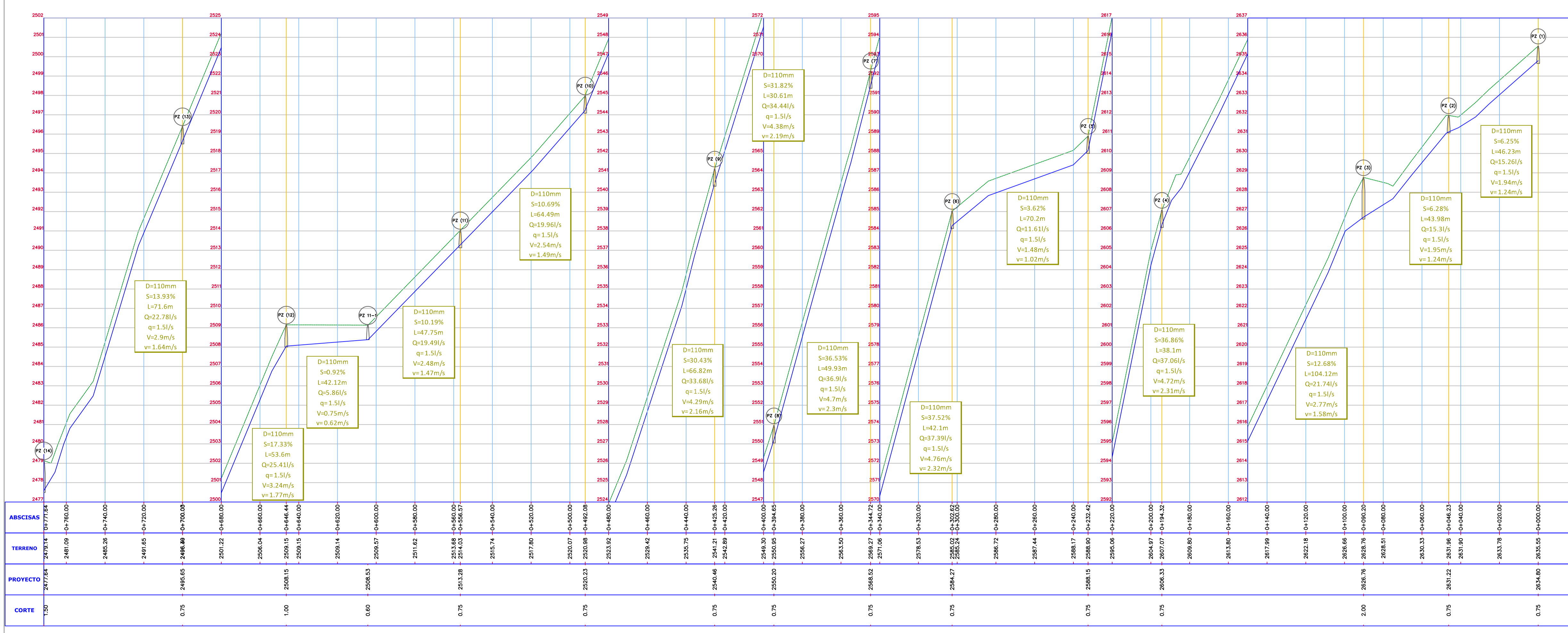
PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL FILTRO ANAEROBIO				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Desbroce y Limpieza	m2	25.000	1.566	39.150
Replanteo y nivelacion	m	12.000	0.683	8.196
Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	7.000	13.070	91.490
Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 2 y 4 m	m3	5.500	15.170	83.435
Excavación mecanica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	3.000	3.060	9.180
Desalojo de materiales hasta 6 km, Incluye transporte y cargado manual	m3	15.500	8.410	130.355
Relleno Compactado con material del sitio	m3	2.700	7.490	20.223
Hormigon Simple F'c=210kg/cm2	m3	21.330	124.000	2644.920
Acero de refuerzo Fy=4200kg/cm2	Kg	1925.840	1.640	3158.378
Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	16.200	9.060	146.772
Encofrado de madera recto (2 usos)	m2	49.000	10.810	529.690
Enlucido con mortero 1:3	m2	33.700	13.000	438.100
Sum, y colocacion Grava graduada de 38 a 76 mm	m3	37.000	57.432	2124.984
Suministro Tuberia PVC , D=110 mm perforada	m	12.000	4.870	58.440
Colocacion Tuberia PVC , D=110 mm perforada	m	12.000	0.250	3.000
Suministro y Colocación Codo de PVC D=110 x 90"	u	3.000	20.500	61.500
Tapas de hormigon armado para cajas de revision 1x1x 0.1m	u	2.000	108.000	216.000
Sum, Valvula de compuerta HF BB volante D=110 mm	u	1.000	480.767	480.767
SUBTOTAL				\$10,244.580
IVA 12%				\$ 1,229.350
TOTAL				\$11,473.929

ANEXO 6: PLANOS



SIMBOLOGÍA

- Viviendas existentes
- Pozo de revisión (Planta)
- Pozo de revisión (Sección)
- Curva de nivel mayor
- Curva de nivel menor
- Calles y caminos existentes
- Red de Tubería PVC 250 mm
- Perfil de terreno natural
- Red Condominial PVC 110 mm (Planta)
- Red Condominial PVC 110 mm (Perfil)



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

Gobierno Autónomo Descentralizado
Municipal del Cantón Paute

REVISIÓN:

Ing. Civ. Vicente González Borja
Director de Tesis

DISEÑO: Jaime Guamán Santorum

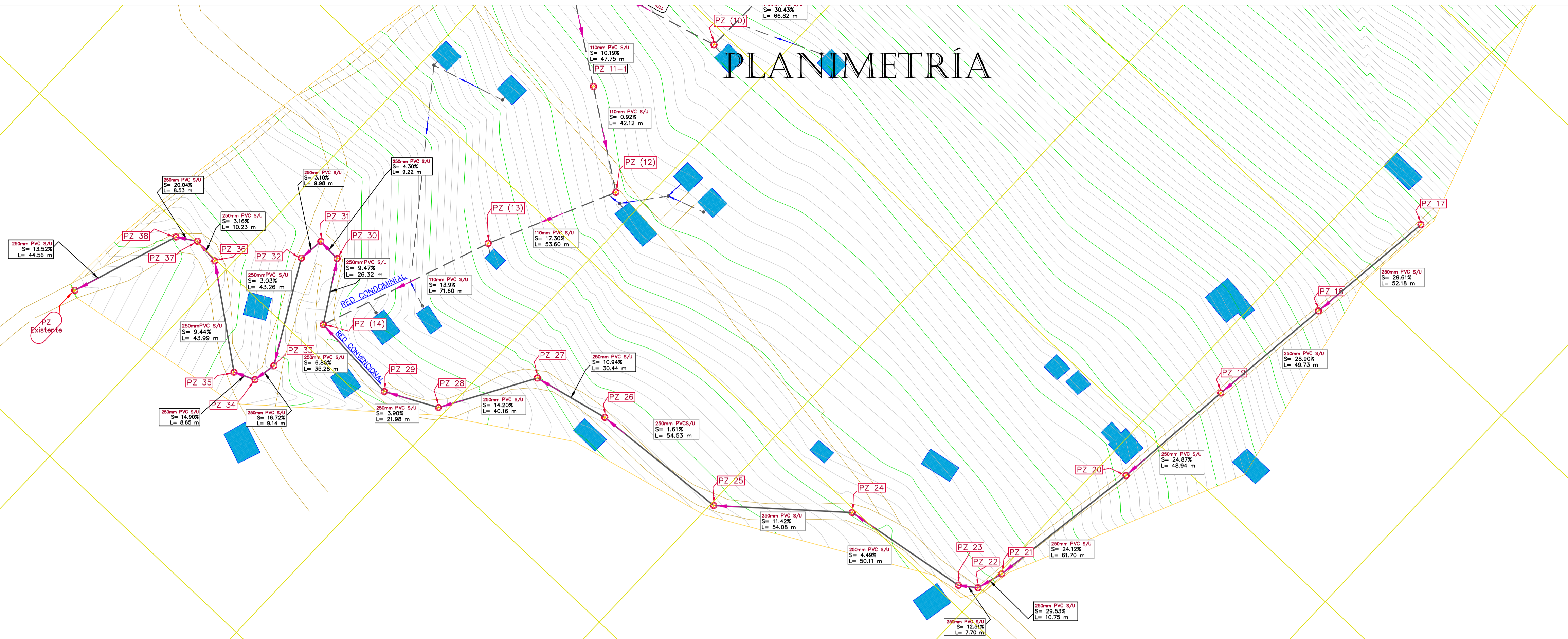
DIBUJO: Jaime Guamán Santorum

FECHA: Diciembre de 2017

Planta y Perfil de Pozo 1 al 14 - Sistema de alcantarillado condominial

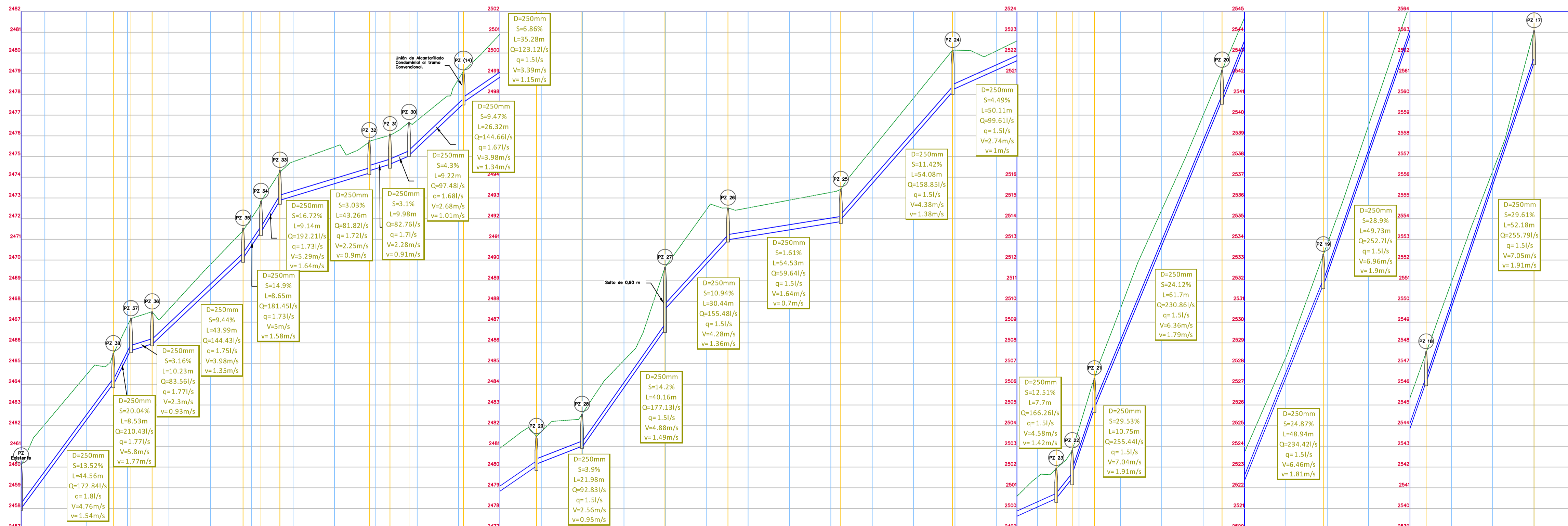
ESCALA 1:1250

PLANIMETRÍA



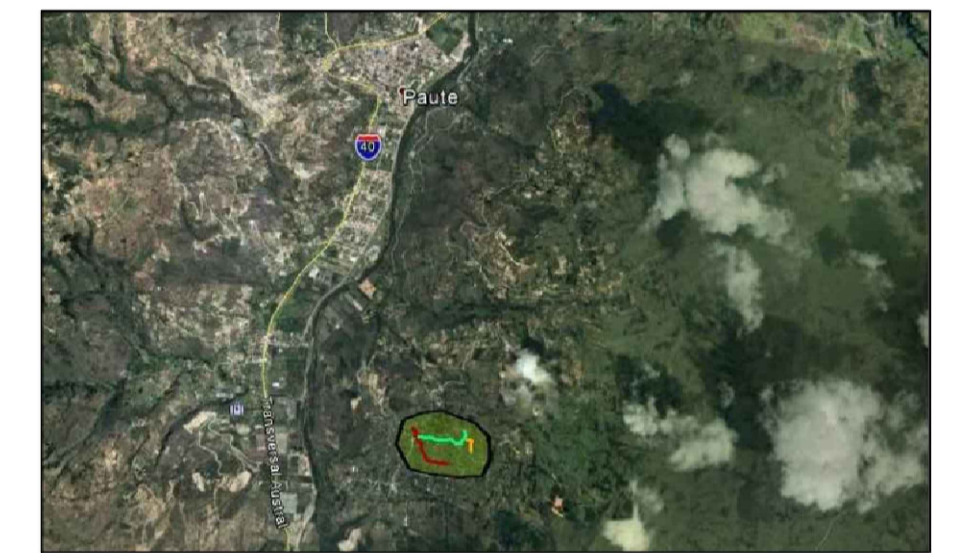
ESCALA 1:1000

PERFIL LONGITUDINAL



ESCALA 1:1250

UBICACIÓN



SIMBOLOGÍA

- Viviendas existentes
- Pozo de revisión (Planta)
- Pozo de revisión (Sección)
- Curva de nivel mayor
- Curva de nivel menor
- Calles y caminos existentes
- Red de Tubería PVC 250 mm
- - - Perfil de terreno natural
- - - Red Condominial PVC 110 mm (Planta)
- Red Condominial PVC 110 mm (Perfil)



Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Paute

REVISIÓN:

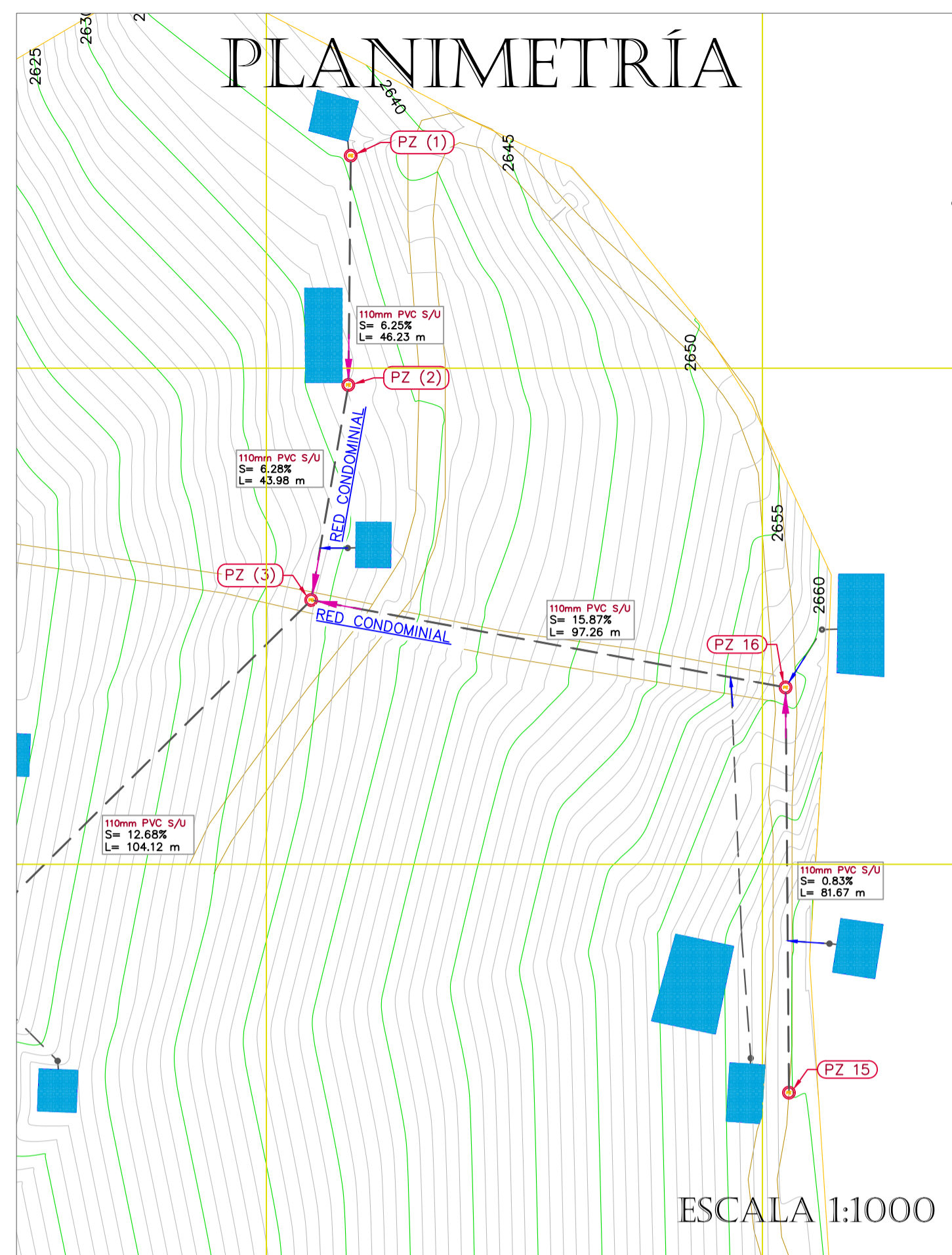
DISEÑO: Jaime Guamán Santorum

Ing. Civ. Vicente González Borja
Director de Tesis

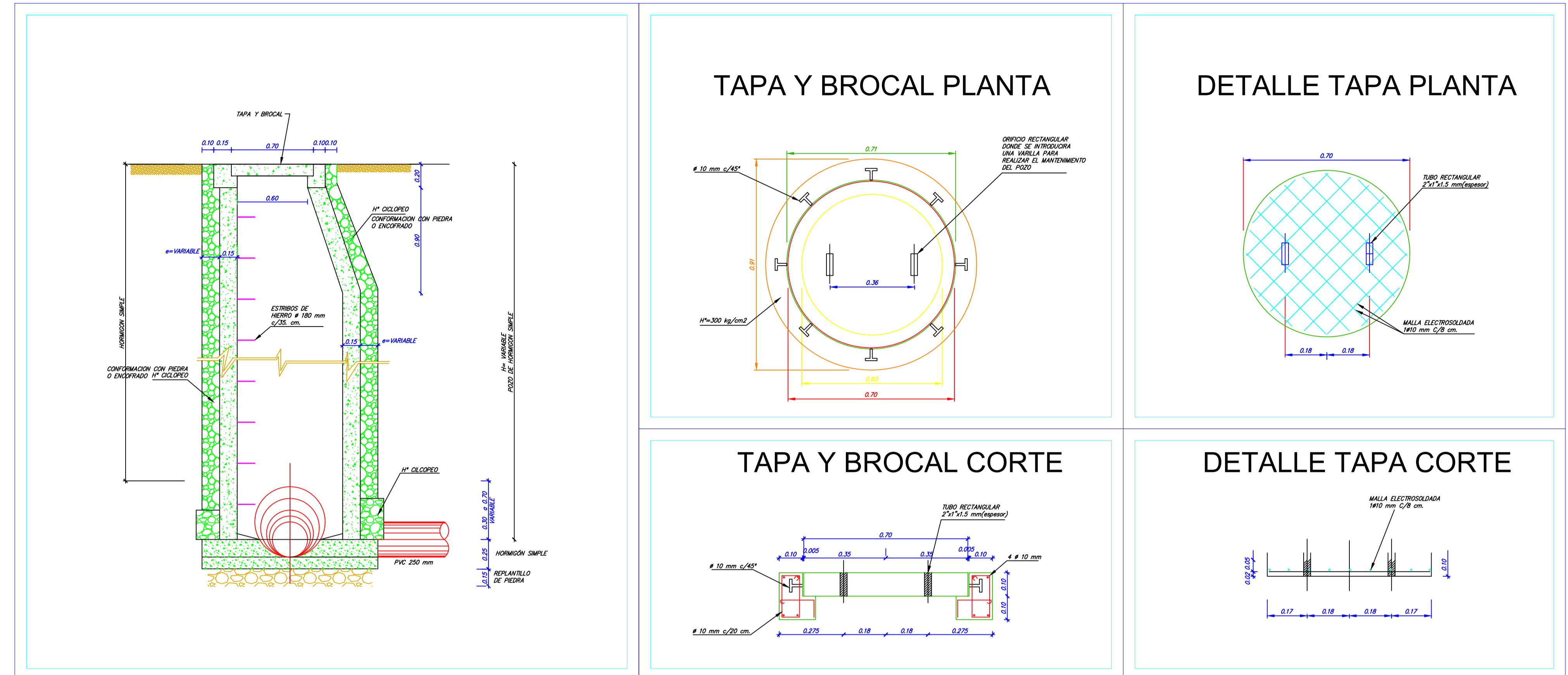
DIBUJO: Jaime Guamán Santorum

FECHA: Diciembre de 2017

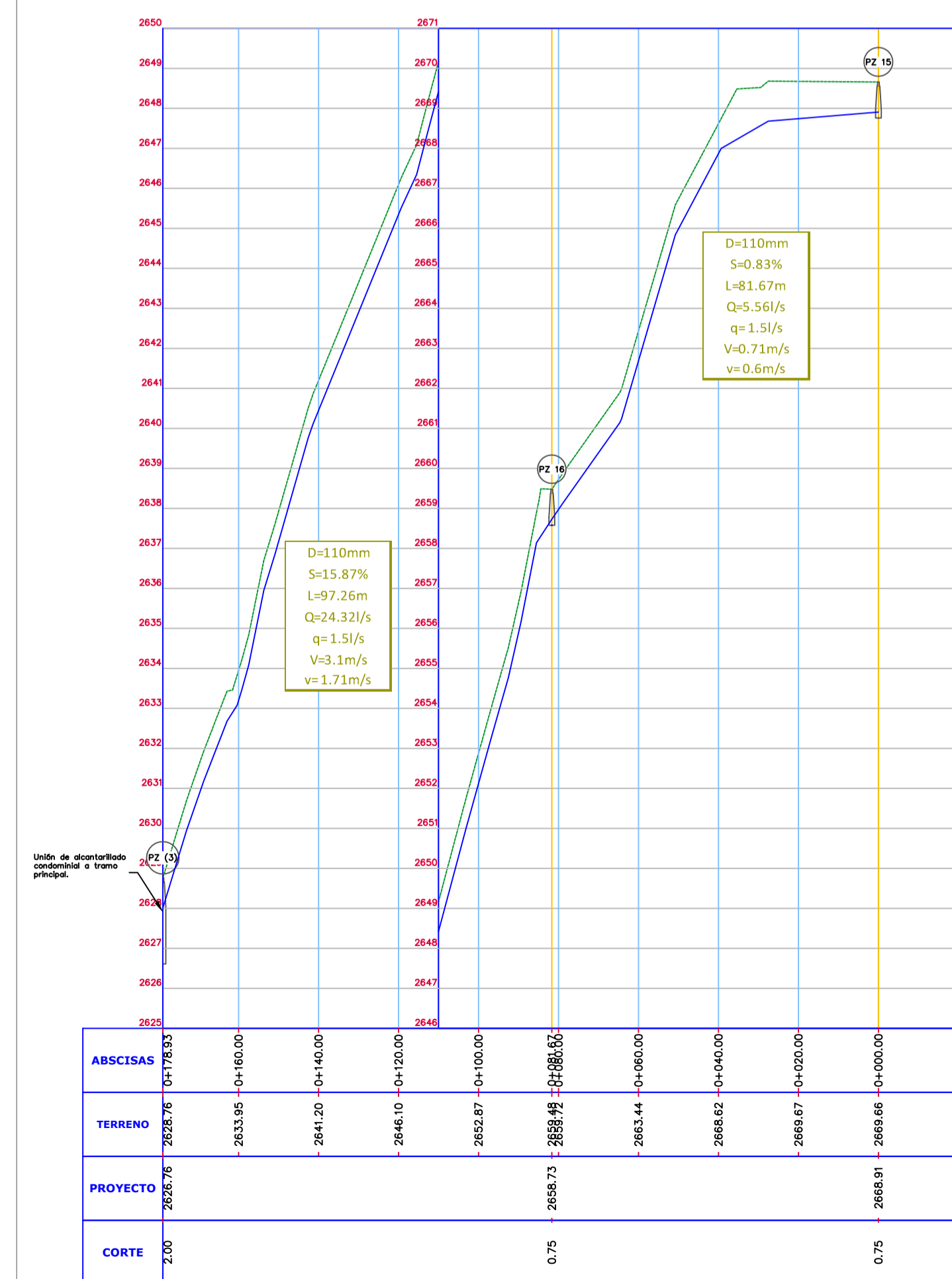
Planta y Perfil de Pozo 17 al 38 - Sistema de alcantarillado convencional



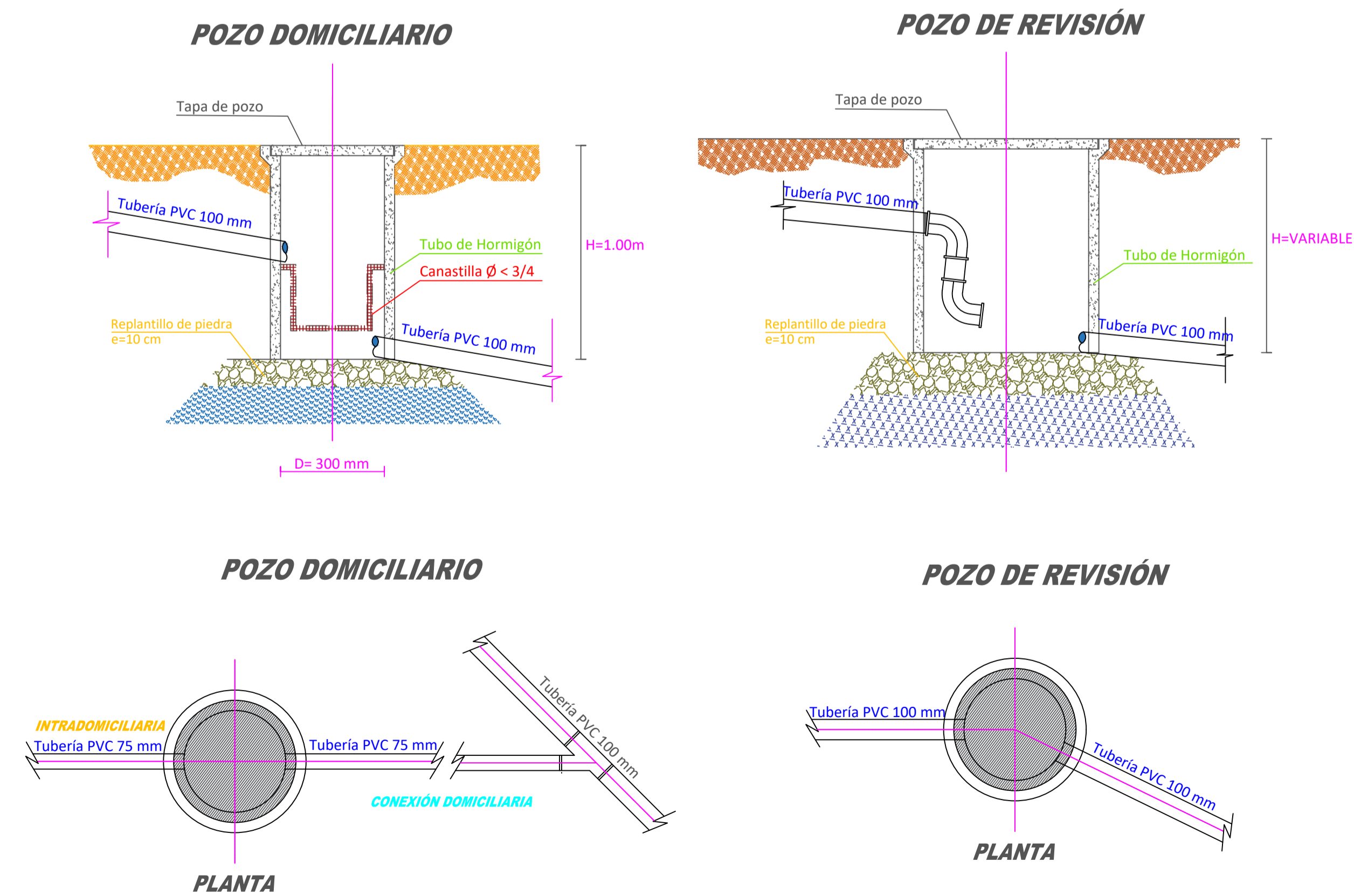
POZO DE REVISIÓN TIPO SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONVENCIONAL



PERFIL LONGITUDINAL



POZO DE REVISIÓN TIPO SISTEMA DE ALCANTARILLADO CONDOMINIAL



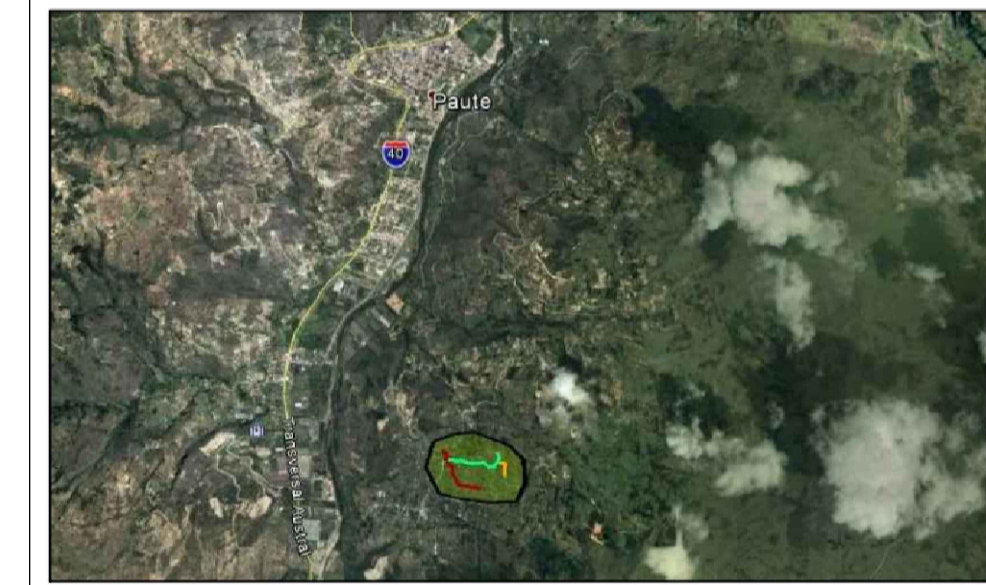
SIMBOLOGÍA

- Viviendas existentes
- Pozo de revisión (Planta)
- Pozo de revisión (Sección)
- Curva de nivel mayor
- Curva de nivel menor
- Calles y caminos existentes
- Red de Tubería PVC 250 mm
- Perfil de terreno natural
- Red Condominial PVC 110 mm (Planta)
- Red Condominial PVC 110 mm (Perfil)











REVISIÓN:	DISEÑO: Jaime Guamán Santorum
Ing. Civ. Vicente González Borja Director de Tesis	DIBUJO: Jaime Guamán Santorum
FECHA: Diciembre de 2017	Planta y Perfil de Pozo 15 al 03 y Detalle de Pozos



UBICACIÓN



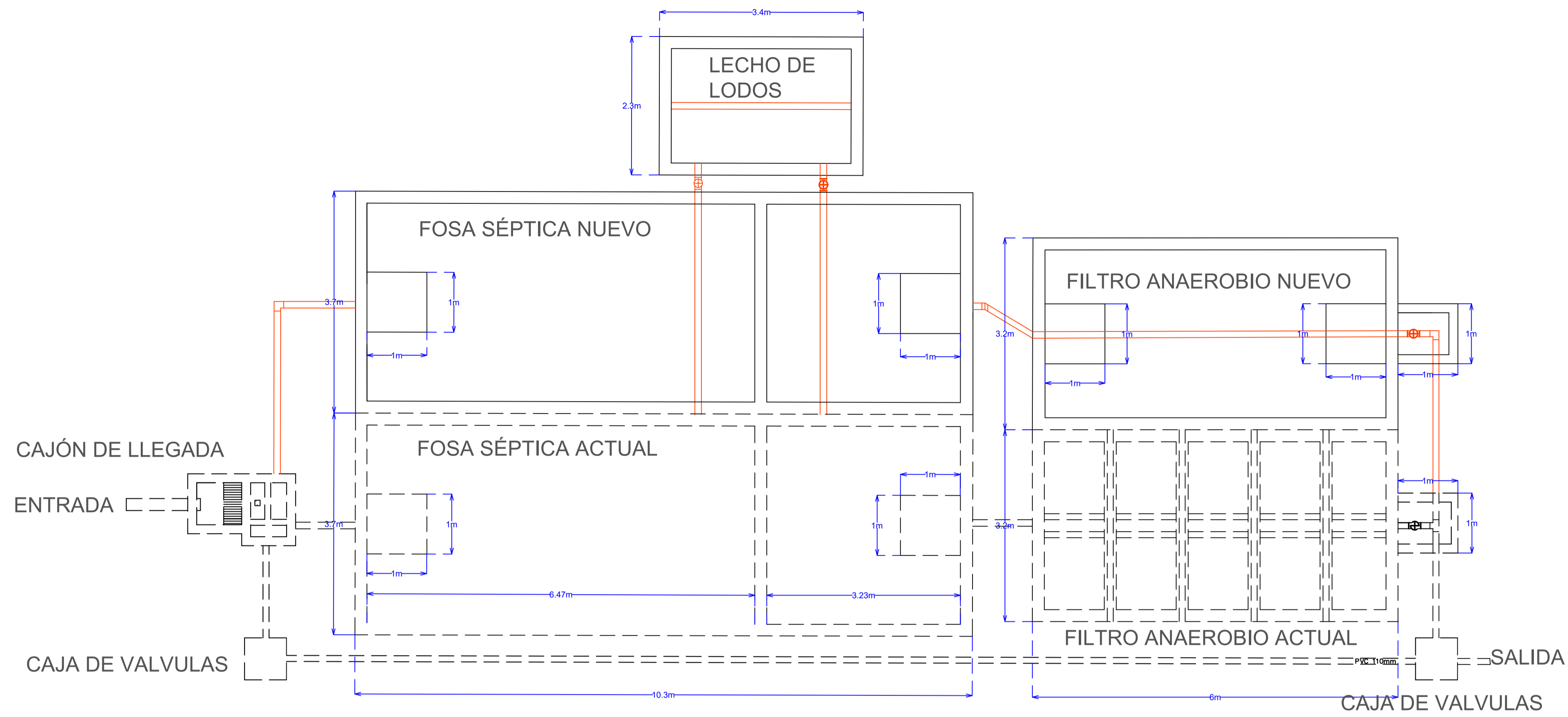
SIMBOLOGÍA

-  Viviendas existentes
-  Pozo de revisión (Planta)
-  Pozo de revisión (Sección)
-  Curva de nivel mayor
-  Curva de nivel menor
-  Calles y caminos existentes
-  Red de Tubería PVC 250 mm
-  Perfil de terreno natural
-  Red Condominial PVC 110 mm (Planta)
-  Red de alcantarillado existente

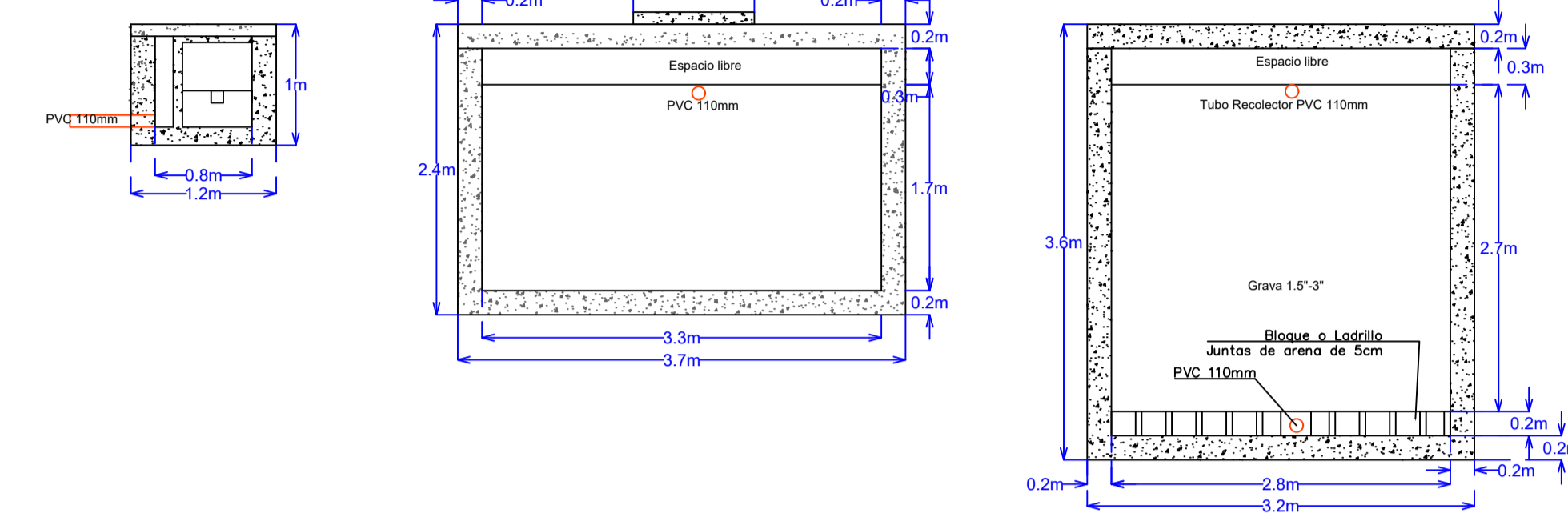


Revisión: _____
 Diseño: Jaime Rodrigo Guamán Santorum
 Dibujo: Jaime Rodrigo Guamán Santorum
 Ing. Msc. Vicente Aurelio González Borja
 Director de Tesis
 Ampliación de la Red de Alcantarillado Sanitario y Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Comunidad de San Pablo, cantón Paute.

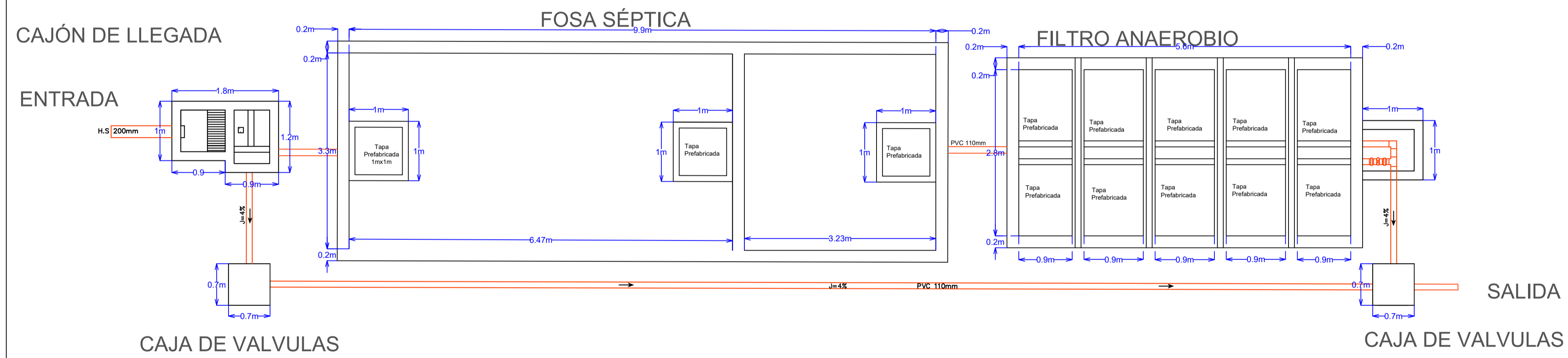
EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO



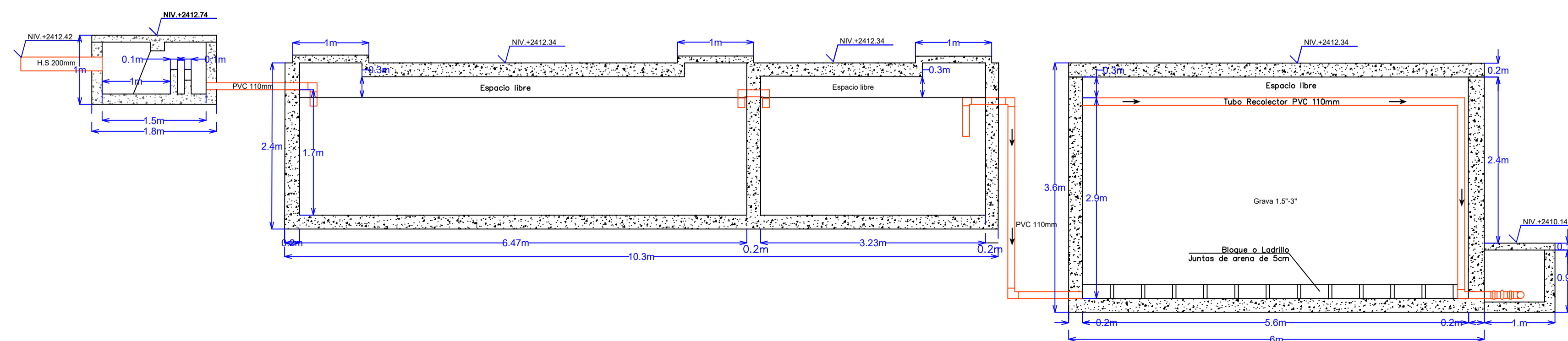
CORTE TRANSVERSAL

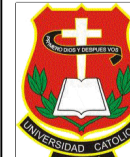



PLANTA EXISTENTE



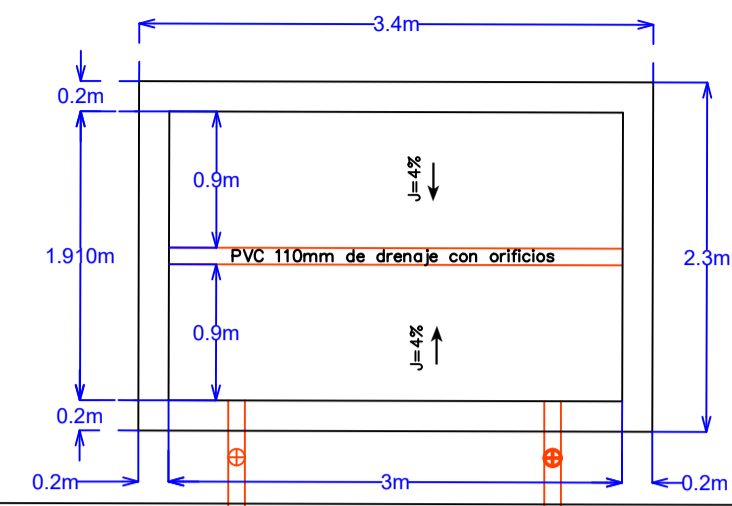
CORTE LONGITUDINAL



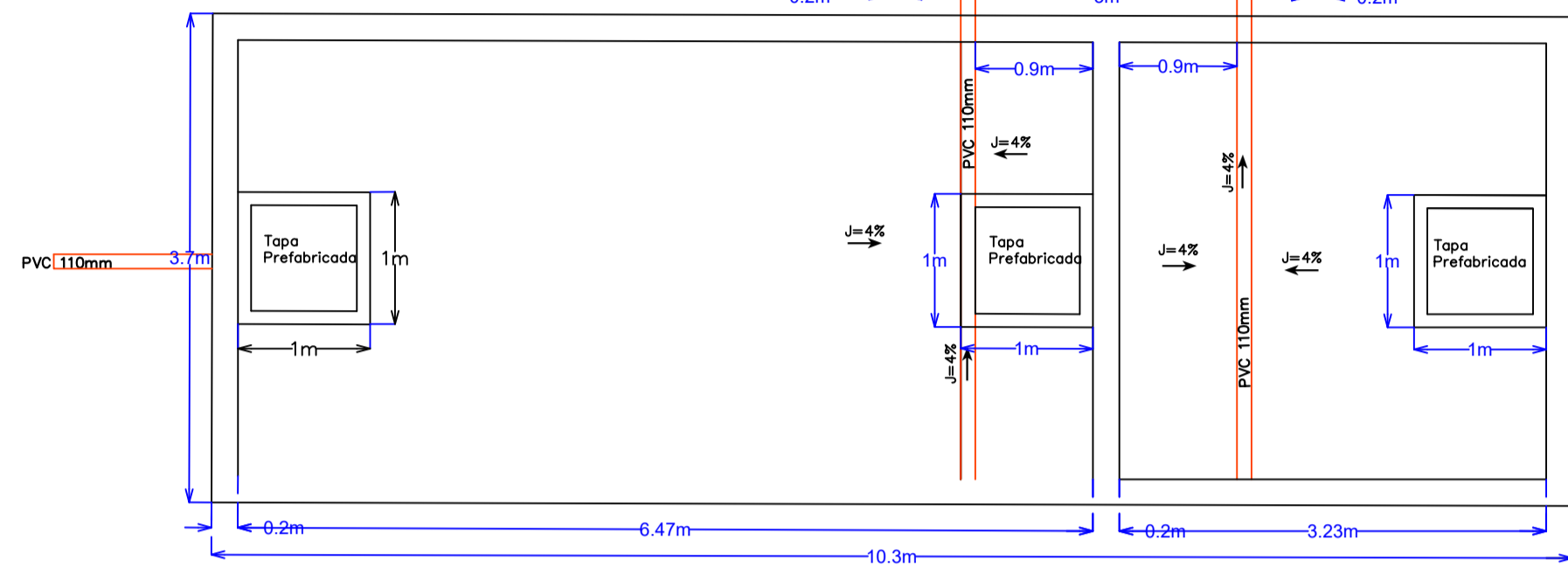
 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO	 Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Paute
Ing. Civ. Vicente González Borja Director de Tesis	
FECHA: Diciembre de 2017	
CONTENIDO: Emplazamiento de planta existente y nueva.	

AMPLIACIÓN DE LA PLANTA

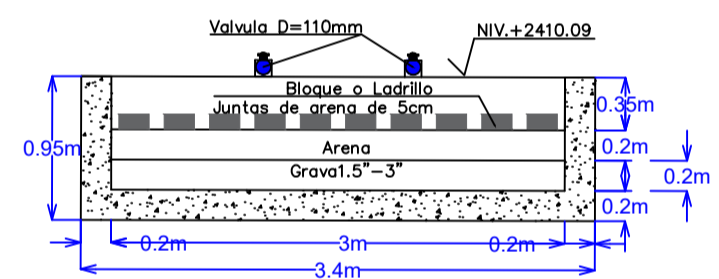
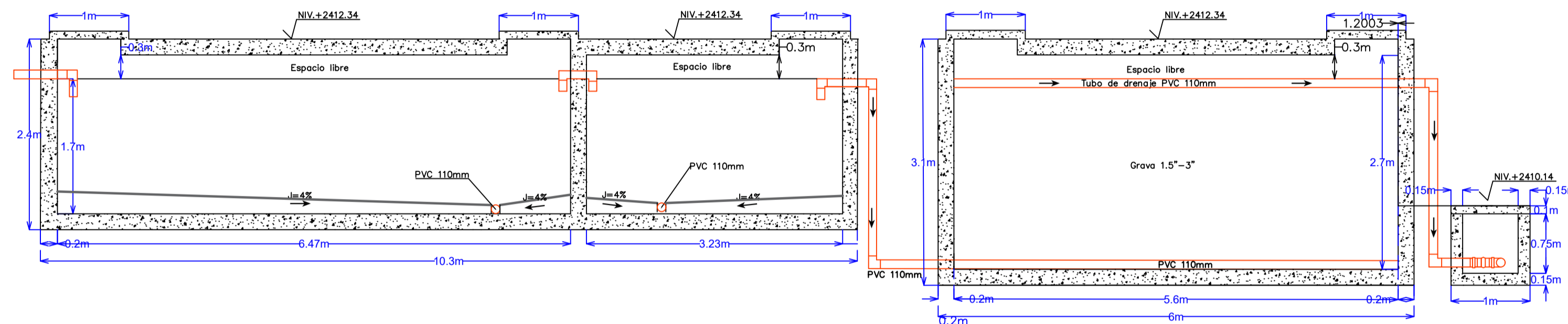
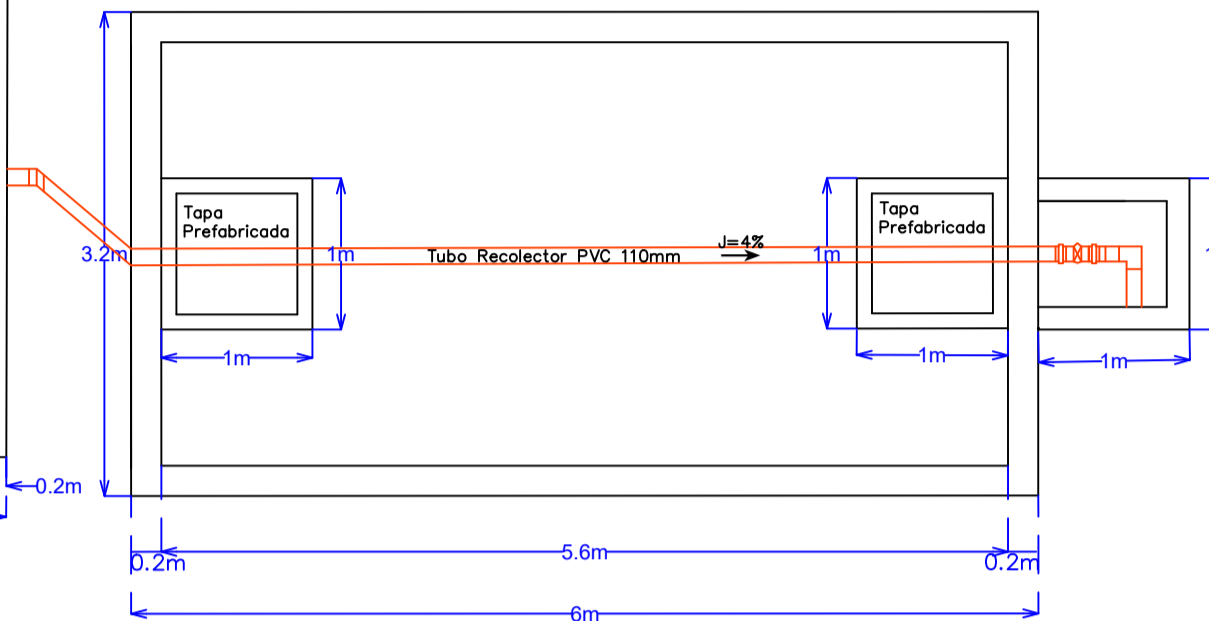
LECHO DE SECADO DE LODOS



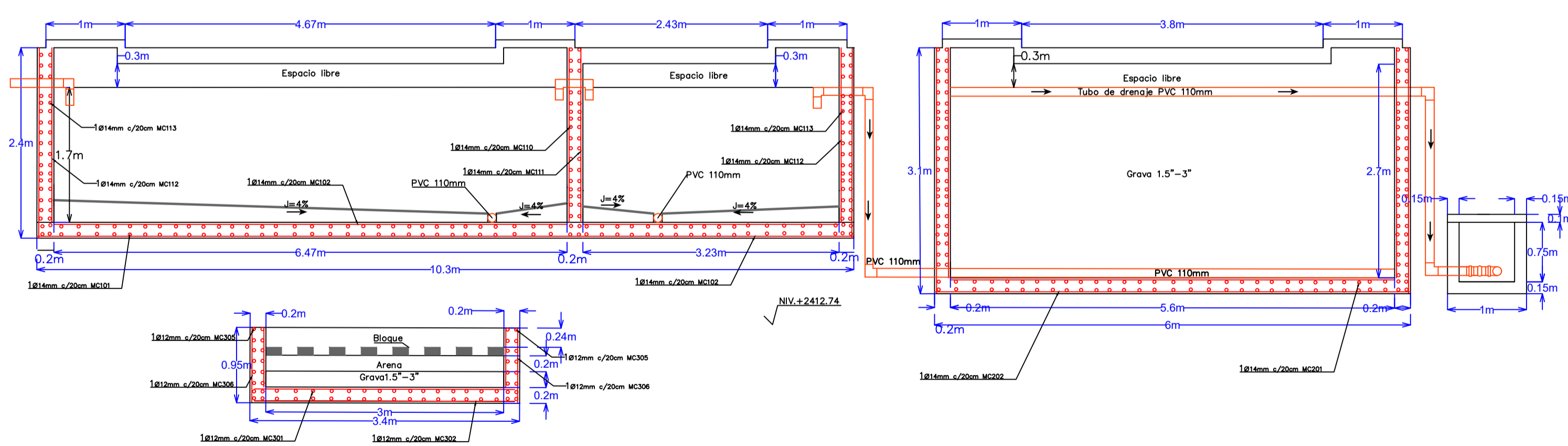
FOSA SÉPTICA



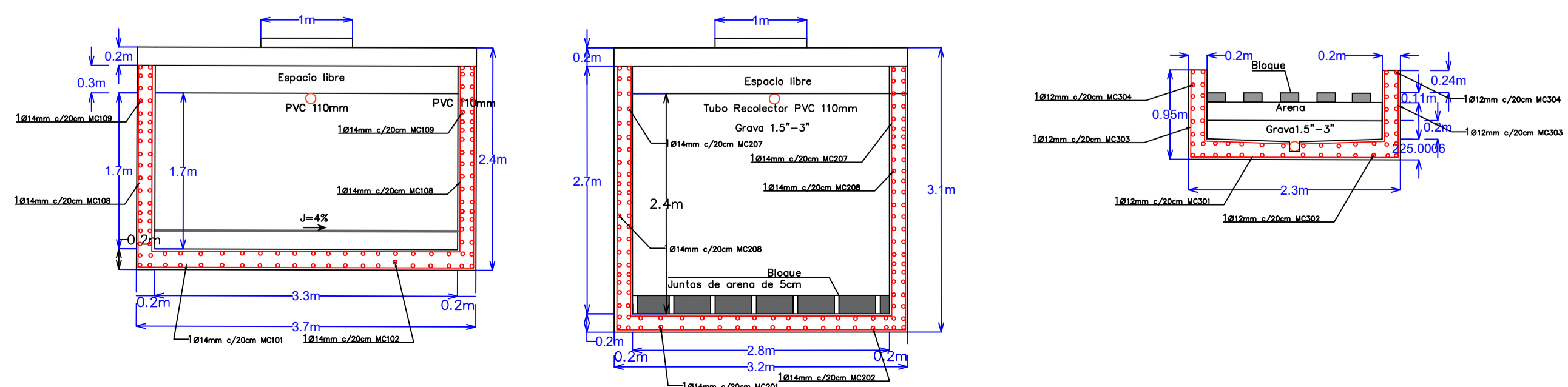
FILTRO ANAEROBIO



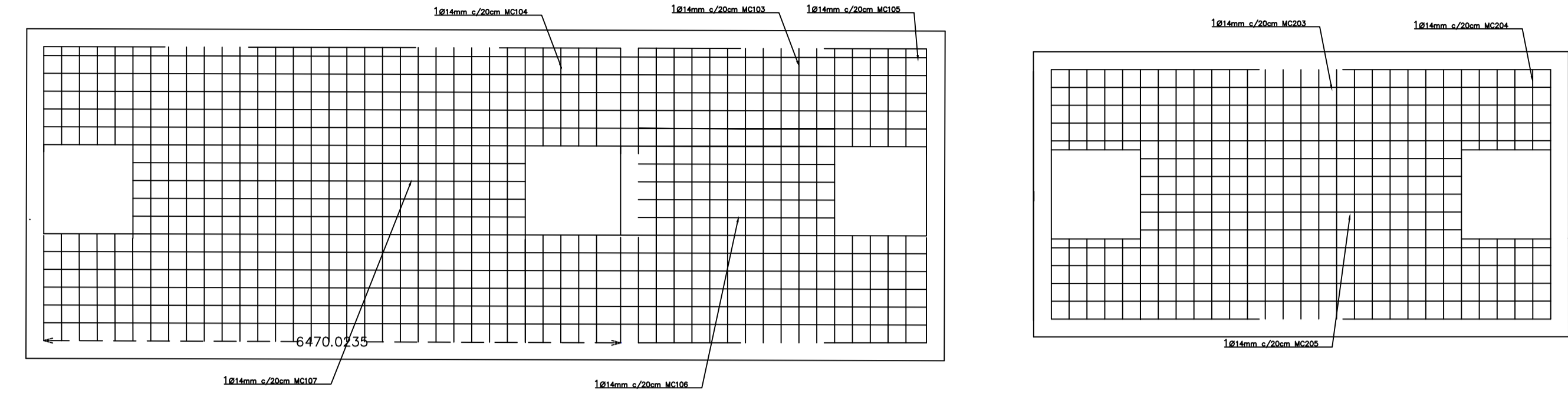
CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL



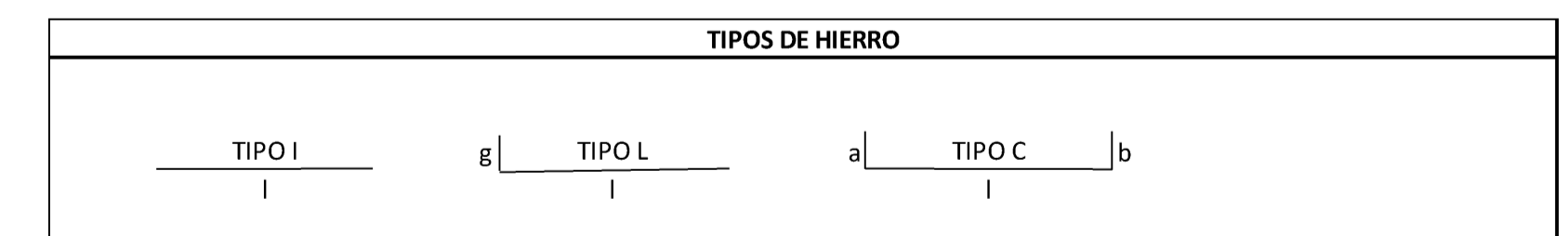
ARMADO DE PLANTA



PLANILLA DE HIERRO PARA LA FOSA SÉPTICA										
Marca MC	Diam. (mm)	Tipo	Dimensiones			Long. Par. (m)	Cant. (U)	Long. Tot. (m)	Peso(kg/m)	Peso(kg)
			a	l	b					
101	14	C	0.2	3.65	0.2	4.05	102	413.1	1.21	499.85
102	14	C	0.2	10.25	0.2	10.65	36	383.4	1.21	463.91
103	14	C	0.2	3.4	0.2	3.8	70	266	1.21	321.86
104	14	C	0.2	1.15	0.2	1.55	48	74.4	1.21	90.02
105	14	C	0.2	10.25	0.2	10.65	24	255.6	1.21	309.28
106	14	C	0.2	2.2	0.2	2.6	8	20.8	1.21	25.17
107	14	C	0.2	4.45	0.2	4.85	8	38.8	1.21	46.95
108	14	L				0.2	194	504.4	1.21	610.32
109	14	C	0.2	10.25	0.2	10.65	44	468.6	1.21	567.01
110	14	C	0.2	3.65	0.2	4.05	16	64.8	1.21	78.41
111	14	L				0.2	2.1	71.4	1.21	86.39
112	14	C	0.2	2.4	0.2	2.8	68	190.4	1.21	230.38
113	14	C	0.2	3.65	0.2	4.05	44	178.2	1.21	215.62
SUBTOTAL									3545.18	

PLANILLA DE HIERRO PARA EL FILTRO BIOLÓGICO										
Marca MC	Diam. (mm)	Tipo	Dimensiones			Long. Par. (m)	Cant. (U)	Long. Tot. (m)	Peso(kg/m)	Peso(kg)
			a	l	b					
201	14	C	0.2	3.2	0.2	3.6	32	115.2	1.21	139.39
202	14	C	0.2	6	0.2	6.4	60	384	1.21	464.64
203	14	C	0.2	5.85	0.2	6.25	24	150	1.21	181.50
204	14	C	0.2	3.15	0.2	3.55	28	99.4	1.21	120.27
205	14	C	0.2	4.6	0.2	5	8	40	1.21	48.40
206	14	C	0.2	1.6	0.2	2	16	32	1.21	38.72
207	14	L				0.2	3.3	120	1.21	479.16
208	14	C	0.2	5.85	0.2	6.25	60	375	1.21	453.75
209	14	C	0.2	3.15	0.2	3.55	60	213	1.21	257.73
210	14	L				0.2	3.3	64	1.21	255.55
SUBTOTAL									1925.84	

PLANILLA DE HIERRO PARA EL LECHO DE SECADO DE LODOS										
Marca MC	Diam. (mm)	Tipo	Dimensiones			Long. Par. (m)	Cant. (U)	Long. Tot. (m)	Peso(kg/m)	Peso(kg)
			a	l	b					
301	12	C	0.2	2.3	0.2	2.7	34	91.8	0.89	81.70
302	12	C	0.2	3.35	0.2	3.75	24	90	0.89	80.10
303	12	L				0.2	1.3	60	0.89	69.42
304	12	C	0.2	3.35	0.2	3.75	20	75	0.89	66.75
305	12	C	0.2	2.25	0.2	2.65	20	53	0.89	47.17
306	12	L				0.2	1.3	48	0.89	55.54
SUBTOTAL									400.68	



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

Gobierno Autónomo Descentralizado
Municipal del Cantón Paute

REVISIÓN:

Ing. Civ. Vicente González Borja
Director de Tesis

DISEÑO: Jaime Guamán Santorum

DIBUJO: Jaime Guamán Santorum

FECHA: Diciembre de 2017

CONTENIDO: Ampliación de Planta de Tratamiento